

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Powertrack systems –
Part 1: General requirements**

**Systèmes de conducteurs préfabriqués –
Partie 1: Exigences générales**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Powertrack systems –
Part 1: General requirements**

**Systèmes de conducteurs préfabriqués –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 29.060.10; 29.120.10

ISBN 978-2-88912-504-3

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	10
4 General requirements	15
5 General notes on tests	15
6 Ratings.....	16
7 Classification.....	16
8 Marking and documentation.....	17
9 Construction.....	20
10 Clearances, creepage distances and solid insulation	23
10.1 General.....	23
10.2 Clearances	23
10.2.1 General	23
10.2.2 Clearances for basic insulation	23
10.2.3 Clearances for functional insulation	24
10.2.4 Clearances for supplementary insulation	24
10.2.5 Clearances for reinforced insulation	24
10.3 Creepage distances.....	25
10.3.1 General	25
10.3.2 Creepage distances for basic insulation.....	25
10.3.3 Creepage distances for functional insulation.....	26
10.3.4 Creepage distances for supplementary insulation	26
10.3.5 Creepage distances for reinforced insulation	26
10.4 Solid insulation.....	26
11 Protection against electric shock	27
11.1 Access to live parts	27
11.2 Provision for earthing	28
11.3 Effectiveness of protective circuit continuity	28
12 Terminals and terminations	28
13 Screws, current carrying parts and connections.....	30
14 Mechanical strength	33
14.1 General.....	33
14.2 Impact test	33
14.3 Static load test	33
15 Insulation resistance test and dielectric strength test.....	34
15.1 General.....	34
15.2 Humidity treatment	35
15.3 Insulation resistance test.....	35
15.3.1 General	35
15.3.2 Test for functional insulation.....	35
15.3.3 Test for basic insulation, supplementary insulation and reinforced insulation.....	35

15.4 Dielectric strength test.....	36
16 Normal operation.....	36
17 Temperature rise.....	37
18 Short-circuit protection and short-circuit withstand strength.....	40
18.1 General.....	40
18.2 Information concerning short-circuit rating.....	40
18.3 Short circuit current values.....	41
18.3.1 Relationship between peak current and short-circuit current.....	41
18.3.2 Value and duration of the short-circuit current.....	41
18.4 Verification of short-circuit withstand strength.....	41
18.4.1 Test arrangement.....	41
18.4.2 Test conditions – General.....	41
18.4.3 Testing of the PT system.....	42
19 Resistance to heat.....	44
20 Fire hazard.....	45
20.1 Flammability.....	45
20.2 Flame spread.....	46
21 External influences.....	47
21.1 Resistance to corrosion.....	47
21.1.1 General.....	47
21.1.2 Corrosion test for dry non-aggressive environments.....	47
21.1.3 Corrosion test for powertrack in contact with wet screed material.....	47
21.2 Degrees of protection provided by enclosures.....	47
21.2.1 General.....	47
21.2.2 Protection against ingress of solid foreign objects.....	48
21.2.3 Protection against ingress of water.....	48
22 Electromagnetic compatibility.....	48
22.1 Immunity.....	48
22.2 Emission.....	48
Annex A (normative) Measurement of clearances and creepage distances.....	55
Annex B (normative) Proof tracking test.....	60
Annex C (normative) Relationship between rated impulse withstand voltage, rated voltage and overvoltage category III.....	61
Annex D (normative) Pollution degree.....	62
Annex E (informative) Diagram for the dimensioning of clearances and creepage distances.....	63
Annex F (normative) Impulse voltage test.....	64
Annex G (normative) Routine test.....	65
Annex H (normative) Additional test requirements for PT systems already complying with IEC 61534-1: 2003.....	66
Bibliography.....	67
Figure 1 – Pull apparatus for testing the cord anchorage.....	49
Figure 2 – Torque apparatus for testing the cord anchorage.....	50
Figure 3 – Arrangement for flame test.....	51
Figure 4 – Enclosure for flame test.....	52

Figure 5 – Static load test for a length	53
Figure 6 – Static load test for a joint	53
Figure 7 – Short-circuit test arrangement	54
Table 1 – Pull and torque values for tests on cord anchorages	22
Table 2 – Minimum clearances for basic insulation	24
Table 3 – Minimum creepage distances for basic insulation	26
Table 4 – Minimum connecting capacity of terminals	29
Table 5 – Torque values for screws	31
Table 6 – Minimum insulation resistance	35
Table 7 – Dielectric strength	36
Table 8 – Temperature rise values	39
Table 9 – Cross-sectional areas of rigid test conductors (solid or stranded)	39
Table 10 – Cross-sectional areas of flexible test conductors	40
Table 11 – Standard values for the factor n	41
Table 12 – Test temperatures for the glow wire test	46
Table A.1 – Minimum values of width X	55
Table C.1 – Rated impulse withstand voltage for PT systems energised directly from the low voltage mains	61
Table F.1 – Test voltages for verifying clearances at sea level	64

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWERTRACK SYSTEMS –**Part 1: General requirements****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 61534-1 has been prepared by subcommittee 23A: Cable management systems, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003 and constitutes a technical revision. The main changes from the previous edition are as follows:

- updated normative references (Clause 2);
- changes to the number of samples to be tested (Subclause 5.3);
- inclusion of a short circuit test (New Clause 18);
- changes to external influences (Clause 21).

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

FDIS	Report on voting
23A/630/FDIS	23A/631/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 61534 series, under the general title *Powertrack systems*, can be found on the IEC website.

The following difference exists in the countries indicated below:

- Table 4, first column, first line: the 10 A rated terminal should be capable of clamping 1 mm² as a minimum (UK);
- Australia has specific wiring rules covering socket-outlets to be switched. In Australia, AS/NZS 3000 contains requirements for switching devices to be used in Australian and New Zealand electrical installations;
- 9.5: in Australia, fuses and fuse-links are not to be used.

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

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

The contents of the corrigendum of June 2013 apply to the French version only.

INTRODUCTION

Particular requirements for specific types of powertrack systems will be specified in the relevant parts 2 of IEC 61534.

For a specific type of powertrack system the requirements of Part 1 of the standard are to be considered, together with the particular requirements of the appropriate Part 2, which will supplement or modify some of the corresponding clauses in Part 1 to provide the complete requirements for that type of system.

Part 1 shall apply unless supplemented or modified by an appropriate Part 2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011

POWERTRACK SYSTEMS –

Part 1: General requirements

1 Scope

1.1 This part of IEC 61534 specifies general requirements and tests for powertrack (PT) systems with a rated voltage not exceeding 277 V a.c. single phase, or 480 V a.c. two or three phase 50 Hz/60 Hz with a rated current not exceeding 63 A. These systems are used for distributing electricity in household, commercial and industrial premises.

1.2 Powertrack systems, according to this standard, are intended for use under the following conditions:

- an ambient temperature in the range -5°C to $+40^{\circ}\text{C}$, the average value over a 24 h period not exceeding 35°C ;
- a situation not subject to a source of heat likely to raise temperatures above the limits specified above;
- an altitude not exceeding 2000 m above sea level;
- an atmosphere not subject to excessive pollution by smoke, chemical fumes, prolonged periods of high humidity or other abnormal conditions.

In locations where special conditions prevail, as in ships, vehicles and the like and in hazardous locations, for instance, where explosions are liable to occur, special constructions may be necessary.

This standard does not apply to

- cable trunking systems and cable ducting systems covered by IEC 61084 [8]¹;
- busbar trunking systems covered by IEC 60439-2 [5];
- electrical supply track systems for luminaires covered by IEC 60570 [6].

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

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

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

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60127-1:2006, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)* ²

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods-Glow-wire flammability test methods for end-products*

IEC 60695-11-2:2003, *Fire hazard testing – Part 11-2: Test flames – 1 kW nominal pre-mixed flame – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60695-10-2:2003, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test*

IEC 60884-1:2002, *Plugs and socket outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (2006)³

IEC 60998-1:2002, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60998-2-3:2002, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-3: Particular requirements for connecting devices as separate entities with insulation piercing clamping units*

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 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61210:2010, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

ISO 1456:2009, *Metallic and other inorganic coatings – Electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium*

ISO 2081:2008, *Metallic and other inorganic coatings – Electroplated coatings of zinc with supplementary treatments on iron or steel*

ISO 2093:1986, *Electroplated coatings of tin – Specification and test methods*

² There exists a consolidated edition 2.1 (2001) that includes IEC 60529 (1989) and its Amendment 1 (1999).

³ There exists a consolidated edition 3.1 (2006) that includes IEC 60884-1 (2002) and its Amendment 1 (2006).

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

powertrack system

PT system

assembly of system components including a powertrack by which accessories may be connected to an electrical supply at one or more points (pre-determined or otherwise) along the powertrack

3.2

system component

part specifically designed for the PT system which may or may not incorporate an accessory

3.3

powertrack

system component which is a generally linear assembly of spaced and supported busbars providing electrical connection of accessories

NOTE A powertrack may also provide mechanical support for accessories.

3.4

busbar

main current carrying conductor(s) to which for example one or more tap-off units, accessories or electrical system components may be connected

3.5

accessory

electrical device complying with its own standard and associated with or incorporated in the PT system

3.6

rewireable accessory

accessory so constructed that a cable can be fitted or replaced using a tool

3.7

non-rewirable system component

system component so constructed that it forms a complete unit with the cable after connection and assembly by the manufacturer of the system component

3.8

connector

device which provides the electrical connection and possibly the mechanical connection of powertracks

3.9

supply connector

device enabling the supply wiring to be connected to the powertrack

3.10

live parts

conductor or conductive part intended to be energized in normal operation, including a neutral conductor, but by convention not a PEN conductor

[IEC 60050-195:1998, 195-02-19, modified] [2]

3.11**rated voltage, rated current**

value assigned to a PT system by the manufacturer and to which operation and performance characteristics are referred

3.12**clamping unit**

part(s) of a 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

3.13**termination**

part of a PT system to which a conductor(s) is attached providing a non-reusable connection

3.14**terminal**

part of the PT system composed of one or more clamping unit(s) to which a conductor(s) is attached providing a reusable connection

3.15**insulation piercing connecting device****IPCD**

connecting device for the connection and possible disconnection of one conductor or the interconnection of two or more conductors, the connection being made by piercing, boring through, cutting through, removing, displacing or making ineffective in some other manner the insulation of the conductor(s) without previous stripping

NOTE The removal of the sheath of the cable, if necessary, is not considered as a previous stripping.

3.16**flat quick-connect termination**

electrical connection consisting of a male tab and a female connector which can be inserted and withdrawn with or without the use of a tool

3.17**plug**

accessory intended for connection to a flexible cable intended for frequent manual engagement with a socket outlet

3.18**socket-outlet**

accessory having a set of contacts designed to engage with the pins of a corresponding plug and which may have terminals or terminations for the connection of conductors

3.19**fuse-link**

part of the fuse including the fuse-element(s) and intended to be replaced after the fuse has operated

3.20**type test**

test of one or more PT systems made to a certain design to show that design meets certain specifications

3.21

routine test

test to which each PT system is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with the relevant requirements of this standard

[IEC 60050-151:2001, 151-16-17, modified]

NOTE The routine test is specified in Annex G.

3.22

dummy track

device for maintaining visual appearance and mechanical integrity which may be with or without current carrying parts

3.23

tap-off unit

system component intended for infrequent manual engagement with the busbars directly or indirectly via a tap-off outlet

3.24

tap-off outlet

aperture into which the tap-off unit engages

3.25

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

3.26

creepage distance

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

[IEC 60050-151:2001, 151-15-50]

3.27

overvoltage

voltage having a peak value exceeding the corresponding peak value of maximum steady-state voltage at normal operating conditions

3.28

transient overvoltage

short duration overvoltage of a few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped

[IEC 60050-604:1987, 604-03-13]

3.29

overvoltage category

numeral defining a transient overvoltage condition

3.30

rated impulse withstand voltage

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

3.31

rated insulation voltage

r.m.s. withstand voltage value assigned by the manufacturer to the PT system or to a part of it, characterising the specified (long term) withstand capability of its insulation

3.32**basic protection**

protection against electric shock under fault-free conditions

[IEC 60050-195:1998, 195-06-01]

3.33**fault protection**

protection against electric shock under single fault conditions (for example, failure of basic insulation)

[IEC 60050-195:1998, 195-06-02, modified]

3.34**functional insulation**

insulation between live parts which is necessary only for the proper functioning of the PT system

[IEC 60050-195:1998, 195-02-41, modified]

3.35**basic insulation**

insulation of live parts which provides basic protection against electric shock

[IEC 60050-195:1998, 195-06-06, modified]

3.36**supplementary insulation**

independent insulation as applied as fault protection in addition to basic insulation in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation (fault protection)

[IEC 60050-195:1998, 195-06-07, modified]

3.37**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[IEC 60050-195:1998, 195-06-08]

3.38**reinforced insulation**

insulation of live parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation

[IEC 60050-195:1998, 195-06-09]

3.39**solid insulation**

insulation material, not gaseous or liquid, interposed between two conductive parts

3.40**pollution**

contamination by foreign matter, solid, liquid, or gaseous that can result in a reduction of electric surface resistivity

3.41**pollution degree**

numeral characterising the expected pollution of the micro-environment

3.42

micro-environment

immediate environment of the insulation which particularly influences the dimensioning of creepage distances

3.43

macro-environment

environment of the room or other location in which the equipment is installed or used

3.44

ordinary person

person who is neither a skilled person nor an instructed person

[IEC 60050-195:1998, 195-04-03]

3.45

(electrically) skilled person

person with relevant education and experience to enable him or her to avoid dangers and to prevent risks which electricity may create

[IEC 60050-195:1998, 195-04-01, modified]

3.46

(electrically) instructed person

person adequately advised or supervised by skilled persons to enable him or her to avoid dangers and to prevent risks which electricity may create

[IEC 60050-195:1998, 195-04-02, modified]

3.47

entry membrane

component or an integral part of a PT system used to protect the cable and which may be used to support the cable, conduit or ducting or trunking at the point of entry

NOTE It may also provide ingress protection.

3.48

special purpose tool

tool which is unlikely to be readily available in a normal household, for example, a key for a three-angle headed screw

3.49

exposed-conductive-parts

conductive part of equipment which can be touched and which is not normally live, but which can become live when basic insulation fails

[IEC 60050-195:1998, 195-06-10]

NOTE A conductive part of electrical equipment which can only become live through contact with an exposed-conductive-part which has become live is not considered to be an exposed-conductive-part itself.

3.50

hazardous-live-part

live part which, under certain conditions can give a harmful electric shock

3.51

rated conditional short-circuit current (I_{cc}) of a circuit of a PT system

value of prospective short-circuit current, declared by the PT system manufacturer, that can be withstood for the total operating time (clearing time) of the short-circuit protective device (SCPD) under specified conditions

NOTE 1 The test conditions are specified in 18.2 and 18.4.

NOTE 2 For a.c., the rated conditional short-circuit current is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.

NOTE 3 The short-circuit protective device may either form an integral part of the PT system or be a separate unit.

3.52

short time withstand current

I_{cw}

the current that a circuit or a switching device in the closed position can carry during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour

[CEI 60050-441:1984, 441-17-17]

3.53

noiseless (clean) earth

combined protective and functional earth conductor in which the level of conducted or induced interference from external sources does not produce an unacceptable incidence of malfunction in the data processing or similar equipment to which it is connected. The susceptibility in terms of amplitude/frequency characteristics varies depending on the type of equipment.

4 General requirements

4.1 PT systems shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without unreasonable hazard to the user or the surroundings.

4.2 Compliance is checked by all relevant tests according to this standard and the appropriate part 2.

4.3 Accessories associated with or incorporated in a system component shall and need only comply with the relevant standard for that accessory if any.

5 General notes on tests

5.1 Tests according to this standard are type tests.

5.2 Unless otherwise specified in this standard, the samples shall be tested as delivered under normal or simulated conditions of use, at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. The samples used for the tests shall be representative of normal production in respect of all details which may affect the test results. Unless otherwise specified, samples shall be assembled and mounted in accordance with the manufacturer's instructions. Samples of non-rewireable system components shall be supplied with an appropriate flexible cable which shall be at least 1 m long.

5.3 Thirteen samples shall be subjected to inspection and tests in the following order of clauses.

Number of samples	Clause number				
3	8	9	10 (15) ^b	11	14 (10/ 11.1/ 11.3/15.3) ^b
1 ^a	14.1 (10/ 11.1/ 11.3/15.3) ^b				
3	12	13	16	17	21 (15.4) ^b
1 ^d	18 ^c (11.3.1,15.4) ^b ; ([10.2, 10.3, 16.3] ^e) ^b				
3	19				
1	20.1				
1	20.2				

^a For the cold test.

^b The clauses in parenthesis indicate tests that are referenced from the preceding main test clause.

^c The short circuit tests shall be performed on a new sample.

^d The tests may be carried out on one sample or each test may be carried out on a new sample at the manufacturer's discretion.

^e Tests required only in case of doubt.

Unless otherwise specified, a sample means an individual component, a powertrack not less than 1 m in length, or a combination typifying the system as a whole.

5.4 Unless otherwise specified, three samples shall be subjected to the tests. The requirements are satisfied if all samples meet the test requirements. If any of the samples fails to satisfy the test requirements due to an assembly or manufacturing fault then that test and any preceding test which may have influenced the results shall be repeated and any subsequent tests in the sequence shall be applied to another full set of samples. All of the new set of samples shall comply with the requirements.

6 Ratings

PT systems shall have

- a rated voltage not exceeding 480 V a.c., and
- a rated current not exceeding 63 A.

7 Classification

PT systems and/or system components shall be classified as follows:

7.1 According to resistance to impact for installation and application.

7.1.1 PT system for light impact: 1 J

7.1.2 PT system for medium impact: 2 J

7.1.3 PT system for heavy impact: 5 J

7.1.4 PT system for very heavy impact: 20 J

7.2 According to whether the tap-off units are intended to be connected and disconnected with the system energised and/or their load connected.

7.2.1 Tap-off units not intended to be connected or disconnected when the system is energised.

7.2.2 Tap-off units intended to be connected or disconnected when the system is energised but without a load connected.

7.2.2.1 By ordinary person, skilled person or instructed person.

7.2.2.2 By skilled person or instructed person.

7.2.3 Tap-off units intended to be connected or disconnected when the system is energised and with a load connected.

7.3 According to degrees of protection provided by enclosures according to IEC 60529.

7.3.1 According to protection against ingress of solid foreign objects.

7.3.2 According to protection against ingress of water.

7.4 According to degree of pollution

7.4.1 Pollution degree 1

7.4.2 Pollution degree 2

7.4.3 Pollution degree 3

NOTE 1 Details for the pollution degrees are given in Annex D.

NOTE 2 A PT system suitable for use in a particular situation may be used in a less polluted situation.

7.5 According to the rated impulse withstand voltage:

330 V, 500 V, 1 500 V, 2 500 V, 4000 V.

NOTE The relationship between rated impulse withstand voltage, rated voltage and overvoltage category is given in Annex C.

8 Marking and documentation

8.1 Each system component shall be marked with

- a) the name or trademark of the manufacturer or responsible vendor;
- b) product identification which may comprise, for example, a colour, a catalogue number, a symbol.

In the case where the PT system is supplied as an assembly then only the assembly need be marked, and this shall not be on easily removable parts.

Where it is not possible to mark a component due to its size, then it will be sufficient to mark the smallest package unit according to 8.1.

Compliance is checked by inspection.

8.2 In addition to 8.1 the powertrack, tap-off units and supply connectors shall be marked with

- a) rated voltage in volt,
- b) rated current in ampere,
- c) nature of supply e.g. 50Hz, 60 Hz.

If symbols are used, they shall be in accordance with 8.7.

Compliance is checked by inspection.

8.3 Line, neutral and earth terminals for external conductors shall be marked using the symbols in accordance with 8.7; alternatively these marks can be placed adjacent to the terminal.

Compliance is checked by inspection.

8.4 If necessary for correct installation, for example for screwless type or insulation piercing terminals, the following information shall be given by marking adjacent to terminals:

- connection and disconnection procedure;
- cross-sectional areas and types of connectable conductors.

NOTE Type of connectable conductors could include solid, stranded, flexible, copper or aluminium.

Alternatively the information may be given on the smallest package unit or in the manufacturer's installation instructions.

In addition, the location of protective devices such as fuses, circuit breakers and residual current devices which are not visible after installation shall be marked in their vicinity with the appropriate symbol or text which shall be visible after installation. In the case of fuses or other protective devices which can be replaced without the use of a tool, the appropriate current shall also be marked and if necessary, the appropriate voltage.

Compliance is checked by inspection.

8.5 The manufacturer or responsible vendor shall provide documentation giving the information necessary for the proper and safe installation and use of the PT system for

- system components of the PT system;
- the purpose of the system components and their assemblies;
- the classification of the PT system according to Clause 7;
- guidance to reach the declared performance;
- guidance regarding periodic inspection and/or maintenance where required;
- static loading characteristics (see 14.3), if any;
- the short-circuit performance in accordance with 18.3.
- maximum and minimum cross-sectional areas of cables that the supply terminals are able to accommodate.

Compliance is checked by inspection.

8.6 Information according to 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 and 8.5 which is provided with the smallest package unit or in the manufacturer's installation instructions shall be in the form of

illustrations and/or in a language which is acceptable to the country in which the PT system is intended to be installed.

Compliance is checked by inspection.

8.7 Symbols

Ampere	A
Volt	V
Hertz	Hz
Alternating current	~ [IEC 60417-5032 (2002-10)] or a.c.
Line	L, or, in the case of more than one, L1, L2, L3, etc.
Neutral	N
Protective earth	 [IEC 60417-5019 (2006-08)]
Noiseless (clean) earth	
Fuse	 [IEC 60417-5016 (2002-10)]
IP code according to IEC 60529	IPXX

For the marking of rated current and rated voltage, figures may be used alone. The figure for the rated current shall be placed before or above that for the rated voltage and separated from the latter by a line. If the symbol for the nature of supply is used, it shall be placed next to the marking for rated current and rated voltage.

For example 10 A 250 V ~ or $\frac{10}{250}$ ~

Compliance is checked by inspection.

8.8 Marking on the product shall be easily legible and durable.

The marking according to 8.2, 8.3 and 8.4 shall not be placed on easily removable parts and screws or washers.

Compliance is checked by inspection, using normal or corrected vision, without additional magnification and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

After the test the marking shall be legible. Labels shall not be easily removable and shall not have curled.

NOTE 1 Petroleum spirit is defined as the aliphatic solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 % volume, a kauri butanol value of 29, initial boiling point 65 °C, a dry point of 69 °C and a density of approximately 0,68 g/cm³.

NOTE 2 Marking on the product may be applied, for example, by moulding, pressing, engraving, printing, adhesive labels or waterslide transfers.

NOTE 3 The durability of marking made by engraving, moulding or pressing is deemed to comply with the requirements without testing.

9 Construction

9.1 For tap-off units classified according to 7.2.1 it shall not be possible to connect or disconnect the tap-off unit without the use of a tool, unless the design of the tap-off unit is such that it is not possible to connect or disconnect the tap-off unit with the PT system energised.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

9.2 For tap-off units classified according to 7.2.2.1 it shall not be possible to connect or disconnect the tap-off unit under load.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

9.3 For tap-off units classified according to 7.2.2.2 the tap-off unit shall be clearly marked to indicate that it shall not be connected or disconnected under load and shall only be accessible by the use of a tool or intended to have restricted access by an ordinary person.

NOTE Examples of tap-off units having restricted access by an ordinary person include

- a) tap-off units situated under a raised access floor;
- b) tap-off units situated either > 2,5 m above floor level or within a suspended ceiling.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

9.4 For non-rewirable system components, it shall not be possible to break the terminations and/or replace the cable without making the system component permanently useless.

Compliance is checked by inspection and if necessary by manual test.

9.5 System components with the provision for fuse-links shall be so designed that ordinary persons cannot gain access to live parts when replacing fuse-links.

Compliance is checked by inspection and test according to 11.1.1.1.

NOTE In Australia fuses and fuse-links are not to be used.

9.6 PT systems shall be designed so that they do not damage the insulation of conductors or the sheath of cables during installation or in normal use.

Compliance is checked by inspection.

9.7 PT systems including tap-off units intended for use with flexible cables shall be so designed that, if a flexible cable is fitted which may be moved in normal use, a cord anchorage shall be provided such that the conductors are relieved from strain by resisting the pull and twist forces on flexible cables, where they are connected to the terminals and the sheath of the flexible cable is kept in position and is protected from abrasion. It shall be clear how the relief from strain and the prevention of twisting is intended to be effected. Methods such as tying the cable into a knot or tying the ends with a string shall not be used.

Cord anchorages shall be of insulating material or, if of metal, shall be provided with an insulating lining fixed to the metal parts.

Cord anchorages shall be so designed that

- a) the flexible cable cannot be released from the outside of the system component without the aid of a tool;

- b) the flexible cable cannot touch the clamping screws of the cord anchorage, if these screws are accessible or electrically connected to accessible metal parts, when the system component is mounted as in normal use;
- c) the flexible cable is not clamped by a metal screw which bears directly on to the flexible cable;
- d) at least one part of it is securely fixed to the system component;
- e) clamping the flexible cable does not require the use of a special purpose tool;
- f) they are suitable for the types and dimensions of flexible cable declared by the manufacturer;
- g) clamping the flexible cable is easily possible without restricting the correct re-assembly of the system component;
- h) means such as screws or other fixing devices which are used when clamping the flexible cable shall not serve to fix other parts of the system component unless either
 - the system component would be rendered manifestly incomplete if that part was omitted or replaced in an incorrect position, or
 - that part intended to be fixed cannot be removed without further use of a tool.
- i) it shall not be possible to push the flexible cable into the PT system to such an extent as would impair safety or so that the cord anchorage becomes ineffective.

Compliance is checked by inspection, manual tests and the tests according to 9.7.2 and 9.7.3 following the preparation of the sample according to 9.7.1.

9.7.1 The system component is fitted with a flexible cable of the appropriate cross-sectional area and with the minimum dimensions specified in 9.7, item f). The conductors are introduced into the terminals and the terminal screws are tightened just sufficiently to prevent the position of the conductors from easily changing. Clamping screws, if any, shall be tightened with the torque value declared by the manufacturer or in the absence of this information with the value according to Table 5.

Non-rewirable system components and their flexible cables are subjected to the test as delivered.

9.7.2 The flexible cable is then subjected 100 times to a pull as specified in Table 1. The pulls are applied in the most unfavourable direction. Each pull is applied in one smooth and continuous motion for a duration of approximately 1 s.

NOTE 1 Care should be taken to exert the same pull on all parts (core, insulation and sheath) of the cable simultaneously.

Immediately afterwards, the flexible cable is subjected to a torque, as specified in Table 1, for (60 ± 5) s. The torque is applied as near as practicable to the cord entry.

After the test, the cable shall not have been displaced longitudinally by more than 2 mm. For a rewirable system component, the ends of the conductors shall not have moved noticeably in the terminals; for a non-rewirable system component, there shall be no break in the electrical connections. Clearances and creepage distances shall not have been reduced below the values specified in Clause 10 and the cord anchorage shall show no damage impairing its further use.

For the measurement of the longitudinal displacement, a mark is made on the flexible cable while it is subjected to the pull, at a distance of approximately 20 mm from the end of the sample, before starting the tests. If, for non-rewirable system component, there is no definite end to the sample, an additional mark is made on the body of the sample.

After the tests, the displacement of the mark on the flexible cable in relation to the sample is measured while the flexible cable is still subjected to the pull.

NOTE 2 Examples of test apparatus are shown in Figures 1 and 2.

Table 1 – Pull and torque values for tests on cord anchorages

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Pull N	Torque Nm
Up to and including 0,5	50 ± 1,0	0,15 ± 0,02
Over 0,5 up to and including 1,5	60 ± 1,0	0,25 ± 0,02
Over 1,5 up to and including 4,0	80 ± 1,0	0,35 ± 0,02
Over 4,0 up to and including 10,0	100 ± 1,0	0,45 ± 0,02
Over 10 up to and including 16,0	120 ± 1,0	0,80 ± 0,02
NOTE Pull and torque values do not vary with the number of conductors in the flexible cable.		

9.7.3 The tests of 9.7.2 are then repeated with a flexible cable of the appropriate type and cross-sectional area, having a maximum dimension specified in 9.7, item f).

9.8 Resistance to ageing of seals

9.8.1 Sealing components shall be sufficiently resistant to ageing:

- for elastomeric or thermoplastic material compliance is checked according to 9.8.2;
- for polymeric materials having a sticky or oily consistency compliance is checked according to 9.8.3.

9.8.2 The test is made in an atmosphere having the composition and pressure of ambient air. The samples are suspended freely in a heating cabinet, ventilated by natural circulation. The temperature shall be (70 ± 2) °C measured not more than 5 cm above the sample and the duration of the ageing test shall be (168 ± 8) h.

After the treatment, the samples are allowed to attain approximately room temperature, they are examined and shall show no crack visible with normal or corrected vision without additional magnification, nor shall the material have become sticky or greasy, this being judged as follows:

With the forefinger, wrapped in a dry piece of rough cloth, the sample is pressed with a force of 5 N.

No traces of the cloth shall remain on the sample and the material of the sample shall not stick to the cloth.

After the test, the samples shall show no damage which would lead to non-compliance with this standard.

The force of 5 N can be obtained in the following way. The component is placed on one of the pans of a balance and the other pan is loaded with a mass equal to the mass of the component, plus 500 g. Equilibrium is then restored by pressing the system components with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth.

The use of an electrically heated cabinet is recommended. Natural circulation may be provided by holes in the walls of the cabinet.

9.8.3 The test is made in an atmosphere having the composition and pressure of ambient air. The samples are suspended freely in a heating cabinet, ventilated by natural circulation.

The temperature shall be $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ measured not more than 5 cm above the sample and the duration of the ageing test shall be (168^{+4}_0) h.

After the treatment, the samples are removed from the cabinet and kept at room temperature for (96^{+4}_0) h.

After the test the sample shall show no harmful deformation or similar damage which may impair their further use within the meaning of this part of IEC 61534.

10 Clearances, creepage distances and solid insulation

10.1 General

PT systems shall be constructed so that the clearances, creepage distances and solid insulation are adequate to withstand the electrical, mechanical and thermal stresses taking into account the environmental influences that may occur.

Clearances, creepage distances and solid insulation shall comply with the relevant Sub-clauses 10.2 to 10.4.

NOTE The requirements and tests are based on IEC 60664-1 [7].

10.2 Clearances

10.2.1 General

The clearances shall be dimensioned to withstand the rated impulse voltage declared by the manufacturer according to 7.5 considering the rated voltage and the overvoltage category as given in Annex C and the pollution degree declared by the manufacturer according to 7.4.

PT systems fall into the overvoltage category III.

NOTE 1 A flow chart for the dimensioning of clearances is given in Annex E.

NOTE 2 Energy consuming equipment fitted to a PT system falls into overvoltage category II.

For the measurements all parts which may be removed without the use of a tool are removed and movable parts which can be assembled in different orientations are placed in the most unfavourable position.

NOTE 3 Moveable parts are for example hexagonal nuts, the position of which cannot be controlled throughout an assembly.

A force is applied, by means of test probe 11 of IEC 61032, to bare conductors and accessible surfaces in order to attempt to reduce clearance when making the measurements.

The force is

$(2 \pm 0,1)$ N for bare conductors;

(50 ± 2) N for accessible surfaces.

Clearances are measured according to Annex A.

10.2.2 Clearances for basic insulation

The clearances for basic insulation shall not be less than the values given in Table 2.

Smaller clearances than those given in Table 2 may be used if the PT system withstands an impulse voltage but only if the parts are rigid or positioned by mouldings or if the construction is such that there is no likelihood of the distances being reduced by distortion, by movement of the parts or during mounting and connection in normal use.

Compliance is checked by the test of Annex F.

10.2.3 Clearances for functional insulation

The clearances for functional insulation shall not be less than the values specified for basic insulation in 10.2.2.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

10.2.4 Clearances for supplementary insulation

The clearances for supplementary insulation shall not be less than the values specified for basic insulation in 10.2.2.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

Table 2 – Minimum clearances for basic insulation

Rated impulse withstand voltage kV ^a	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level mm		
	Pollution degree ^b		
	1	2	3
0,33	0,01	0,2	0,8
0,50	0,04	0,2	0,8
0,80	0,10	0,2	0,8
1,5	0,5	0,5	0,8
2,5	1,5	1,5	1,5
4,0	3,0	3,0	3,0
6,0	5,5	5,5	5,5
^a This voltage is – for functional insulation: the maximum impulse voltage expected to occur across the clearance; – for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by transient overvoltage from the low-voltage mains: the rated impulse withstand voltage of the PT system; – for other basic insulation: the highest impulse voltage that can occur in the circuit. ^b Details for pollution degrees are given in Annex D.			

10.2.5 Clearances for reinforced insulation

The clearances for reinforced insulation shall not be less than the values specified for basic insulation in 10.2.2 but using the next higher step for rated impulse withstand voltage given in Table 2.

Smaller clearances than those specified in Table 2 are not allowed.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

10.3 Creepage distances

10.3.1 General

The creepage distances shall be dimensioned for the voltage which is expected to occur in normal use taking into account the pollution degree as declared by the manufacturer according to 7.4 and the material group.

NOTE 1 A flow chart for the dimensioning of creepage distances is given in Annex E.

NOTE 2 A creepage distance cannot be less than the associated clearance.

For the measurements all parts which may be removed without the use of a tool are removed and movable parts which can be assembled in different orientations are placed in the most unfavourable position.

NOTE 3 Moveable parts are for example hexagonal nuts, the position of which cannot be controlled throughout an assembly.

A force is applied, by means of test probe 11 of IEC 61032, to bare conductors and accessible surfaces in order to attempt to reduce creepage distances when making the measurements.

The force is

- $(2 \pm 0,1)$ N for bare conductors;
- (50 ± 2) N for accessible surfaces.

Creepage distances are measured according to Annex A.

The relationship between material group and proof tracking index (PTI) values is as follows:

Material group I	$600 \leq \text{PTI}$
Material group II	$400 \leq \text{PTI} < 600$
Material group IIIa	$175 \leq \text{PTI} < 400$
Material group IIIb	$100 \leq \text{PTI} < 175$

These PTI values are obtained in accordance with the proof tracking test of Annex B.

NOTE 4 For glass, ceramics and other inorganic materials which do not track, creepage distances need not be greater than their associated clearance.

10.3.2 Creepage distances for basic insulation

The creepage distances for basic insulation shall not be less than the values given in Table 3.

Compliance is checked by measurement.

Table 3 – Minimum creepage distances for basic insulation

Rated voltage r.m.s. ^a V	Creepage distance mm						
	Pollution degree ^b						
	1	2			3		
Up to and including		Material group			Material group		
		I	II	IIIa/IIIb	I	II	IIIa/IIIb
12,5 ^c	0,1	0,4	0,4	0,4	1	1	1
32 ^c	0,1	0,5	0,5	0,5	1,3	1,3	1,3
50 ^c	0,2	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9
100	0,3	0,7	1	1,4	1,8	2	2,2
125	0,3	0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4
250	0,6	1,3	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
400	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
800	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5
1000	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16
NOTE The rated voltage is the actual voltage which will occur across the insulation where the creepage distance is determined.							
^a This voltage is the voltage rationalised through Table F.3a and Table F.3b of IEC 60664-1 based on the rated voltage.							
^b Details for pollution degrees are given in Annex D.							
^c Concerning ELV the last paragraph of 11.1 should be considered.							

10.3.3 Creepage distances for functional insulation

The creepage distances for functional insulation shall not be less than the values of basic insulation in 10.3.2.

Compliance is checked by measurement.

10.3.4 Creepage distances for supplementary insulation

The creepage distances for supplementary insulation shall not be less than the values specified for basic insulation in 10.3.2.

Compliance is checked by measurement

10.3.5 Creepage distances for reinforced insulation

The creepage distances for reinforced insulation shall be twice the creepage distances for basic insulation in Table 3.

Compliance is checked by measurement.

10.4 Solid insulation

Solid insulation for functional insulation, basic insulation, supplementary insulation and reinforced insulation shall be capable of withstanding electrical stress which may occur.

Compliance is checked by Clause 15.

In addition accessible solid insulation shall be capable of withstanding mechanical and thermal stresses which are covered by Clause 14 and 19.

11 Protection against electric shock

11.1 Access to live parts

11.1.1 PT systems shall be so constructed that when installed as in normal use, hazardous-live-parts are not accessible without the use of a tool.

PT systems shall be so constructed that the engagement of one or more pins of a tap-off unit does not leave pins or contacts of the tap-off unit accessible.

Live parts of tap-off units intended to be connected with the PT energised shall not be accessible when the tap-off unit is in partial engagement with the powertrack.

The insulating properties of lacquer, enamel, paper, cotton or oxide film on metal parts, beads and sealing compounds shall not be relied upon to give the required protection against contact with live parts.

NOTE Self hardening resins are not regarded as sealing compounds.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by the tests of 11.1.1.1 and 11.1.1.2.

The tests are carried out after all parts, which may be removed without the use of a tool, are removed and after the following treatment

- a representative combination of system components typifying the PT system shall be mounted as in normal use and kept for (168^{+1}_0) h placed in a heating cabinet at (60 ± 2) °C and then allowed to cool to ambient temperature.

11.1.1.1 The test probe B of IEC 61032 is applied with a force of (10 ± 1) N, an electrical indicator with a voltage not less than 40 V and not more than 50 V being used to show contact with the relevant part.

For those PT systems or parts of those PT systems that are accessible without the use of a tool to ordinary persons in normal use, the test is repeated with the test probe D of IEC 61032 with a force of $(1 \pm 0,1)$ N.

NOTE Small gaps between enclosures and conduits or cables are ignored.

11.1.1.2 Parts which are likely to distort under external pressure are additionally tested with test probe 11 of IEC 61032 with a force of (50 ± 2) N for 1 min at an ambient temperature of (35 ± 2) °C. If the test probe enters the enclosure then it is replaced by test probe B of IEC 61032 that is applied as specified in 11.1.1.1.

Entry membranes and knockouts are tested with (10 ± 1) N.

11.1.2 Exposed-conductive-parts of PT systems, with the exception of small parts such as screws, shall be reliably connected to the protective earth terminal of the PT system.

Compliance is checked by inspection and the test of 11.3.1.

11.2 Provision for earthing

11.2.1 A protective earth conductor shall extend for the whole of the PT system. Where the conductor is part of the mechanical construction of the PT system, it shall not be possible to remove this part of the mechanical construction without the use of a tool.

Compliance is checked by inspection and manual test.

11.2.2 Tap-off units of the PT system intended to be connected with the PT energised shall ensure that connection to the PE is made before and is broken after, those to live parts.

Compliance is checked by inspection, or by the use of an appropriate test instrument.

NOTE This clause does not apply to SELV PT systems.

11.3 Effectiveness of protective circuit continuity

The continuity of the protective circuit shall be effective in a PT system including the connection of tap-off units.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 11.3.1 and 11.3.2.

11.3.1 For PT systems the test shall be performed on a sample consisting of three lengths of powertrack, each with a minimum length of 1 m which are connected together with the necessary connectors and with a supply connector at each end of the sample.

A current of (25 ± 1) A a.c. having a frequency of 50 Hz to 60 Hz supplied by a source with a no-load voltage not exceeding 12 V shall be passed between the earthing terminals at either end of the sample.

Measurement of the voltage drop shall be made within 120 s after the initiation of the current flow.

The impedance per meter, calculated from the measurement of the voltage drop between the two supply connectors, shall not exceed the value declared by the manufacturer or 50 mΩ/m whichever is the lower.

11.3.2 For tap-off units a current of (25 ± 1) A a.c. having a frequency of 50 Hz to 60 Hz supplied by a source with a no-load voltage not exceeding 12 V shall be passed between the earthing terminal or contact of the tap-off unit and the nearest point on the protective earth busbar with the tap-off unit fully engaged as in normal use.

Measurement of the voltage drop shall be made within 120 s after the initiation of the current flow.

The impedance calculated from the measurement of the voltage drop between the two points stated shall not exceed the value declared by the manufacturer or 50 mΩ whichever is the lower.

12 Terminals and terminations

12.1 Terminals and terminations shall provide effective electrical connections.

12.2 Supply connector terminals shall be positioned in a mounted PT system in such a way that conductors can be properly connected and disconnected and that such terminals can be inspected, for example, by removing a cover.

The rated connecting capacity of the terminals shall be stated by the manufacturer.

The minimum connecting capacity of the terminals shall not be less than the values given in Table 4.

Compliance is checked by inspection and by connection of the relevant cable conductors with cross-sectional areas as given in Table 4.

Table 4 – Minimum connecting capacity of terminals

Rated current of the terminal A	Minimum connecting capacity mm ²
10	1,5
16	1,5
20	2,5
32	4
45	6
63	10

NOTE In the United Kingdom, the 10 A rated terminal specified in Table 4 should be capable of clamping 1 mm² as a minimum.

12.3 Terminals for external conductors shall not require the use of a special purpose tool.

Terminals for external conductors shall be of the following types:

- screw-type terminal;
- screwless-type terminal;
- piercing type terminal, except for a non-reusable insulation piercing connecting device (IPCD) and except for a non-removable IPCD.

Flat quick-connect terminations are not allowed.

Compliance is checked by inspection.

12.4 Connections to conductors, cables or flexible cables within non-rewireable system components shall be made by means of terminations.

Compliance is checked by inspection.

12.5 Terminations shall be soldered, welded, crimped or have equally effective permanent connection and shall withstand pull forces likely to occur in normal use.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

Terminations shall be tested by applying a pull force of (30 ± 2) N in the longitudinal axis of the conductors in the normal plane of exit from the system component. There shall be no deterioration of the soldered, welded, crimped or similar joint impairing their further use.

12.6 Terminals for external conductors with screw-type clamping units or with screwless-type clamping units shall meet the requirements of IEC 60999-1 and IEC 60999-2 except as follows:

- in Subclause 8.9 of IEC 60999-1, the test of 9.6 does not apply.

NOTE Depending on the design of the PT system it may be necessary to perform the tests for screwless-type clamping units on separate samples.

12.7 Terminals with insulation piercing clamping units for external conductors shall meet the requirements of IEC 60998-2-3 except as follows:

- Clause 5: samples according to Annex AA have to be submitted separately;
- Clause 9: does not apply. This requirement is covered by Clause 11 of this standard;
- Clause 12 does not apply. This requirement is covered by the Clause 17 and Subclauses 9.8 and 21.2 of this standard;
- Clause 13: does not apply. This requirement is covered by Clause 15 of this standard;
- Clause 14: 14.2 and 14.3 of IEC 60998-1 are applicable if the IPCDs are delivered as separate accessories and are mounted on the PT system during installation;
- Clause 18: does not apply. This requirement is covered by Clause 20 of this standard.

12.8 Connections, other than soldered connections, shall not be made on to pre-soldered ends of conductors unless the soldered area is entirely outside the termination or clamping unit.

Compliance is checked by inspection.

12.9 Flat quick-connect terminations used internally shall have dimensions in accordance with IEC 61210 and shall meet the test requirements of IEC 61210, except as follows:

- Clause 7: samples as specified in Table 3 have to be submitted separately;
- Subclause 8.6: applies only in cases where pull forces on crimp connections may be expected during installation and/or normal use of the PT system.

13 Screws, current carrying parts and connections

13.1 Connections, electrical or mechanical shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screwed connections which transmit contact pressure for electrical purposes and which are operated when connecting and mounting the PT system during installation, and/or which are likely to be operated during the life of the system, shall be in engagement with a metal thread.

Screws for connecting external conductors shall not be tapping screws.

Screws operated when mounting the PT system during installation and/or which are likely to be operated during the life of the PT system, shall not be of the thread cutting type.

NOTE Screws which are operated when mounting the PT system include screws for fixing covers or cover plates, etc., but not connecting means for screwed conduits and screws for fixing the base of the system.

Compliance is checked by inspection and the following test.

The screws and nuts are tightened and loosened

- 10 times for metal screws in engagement with a thread of insulating material and for screws of insulating material;
- 5 times in all other cases.

Screws or nuts in engagement with a thread of insulating material and screws of insulating material are completely removed and reinserted each time.

The test is made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying the torque declared by the manufacturer. In the absence of this information, the values specified in Table 5 shall be applied.

The shape of the blade of the test screwdriver shall suit the head of the screw to be tested. The screws and nuts shall be tightened in one smooth and continuous motion.

During the test, no damage impairing the further use of the screwed connection shall occur.

Table 5 – Torque values for screws

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm				
	I ^a	II ^b	III ^c	IV ^d	V ^e
Up to and including 1,6	0,05	-	0,10	0,10	-
Over 1,6 up to and including 2,0	0,10	-	0,20	0,20	-
Over 2,0 up to and including 2,8	0,20	-	0,40	0,40	-
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	-	0,50	0,50	-
Over 3,0 up to and including 3,2	0,30	-	0,60	0,60	-
Over 3,2 up to and including 3,6	0,40	-	0,80	0,80	-
Over 3,6 up to and including 4,1	0,70	1,20	1,20	1,20	1,20
Over 4,1 up to and including 4,7	0,80	1,20	1,80	1,80	1,80
Over 4,7 up to and including 5,3	0,80	1,40	2,00	2,00	2,00
Over 5,3 up to and including 6,0	1,20	1,80	2,50	3,00	3,00
Over 6,0 up to and including 8,0	2,50	2,50	3,50	6,00	4,00
Over 8,0 up to and including 10,0	-	3,50	4,00	10,0	6,00
Over 10,0 up to and including 12,0	-	4,00	-	-	8,00
Over 12,0 up to and including 15,0	-	5,00	-	-	10,0

^a Applies to screws without heads, if the screw, when tightened, does not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

^b Applies to nuts of mantle clamping units which are tightened by means of a screwdriver.

^c Applies to other screws of clamping units which are tightened by means of a screwdriver.

^d Applies to screws and nuts, other than nuts of mantle clamping units, which are tightened by means other than a screwdriver.

^e Applies to nuts of mantle clamping units, which are tightened by means other than a screwdriver.

13.2 Electrical connections shall be so designed that

- the joints shall not become loose in normal use;
- contact pressure is not transmitted through insulating material other than glazed ceramic, pure mica or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection, and if there is insufficient resiliency by the test according to 15.102 of IEC 60998-2-3.

13.3 Thread forming screws shall not be used for the connections of current carrying parts.

Thread forming screws may be used to provide earthing continuity provided it is not necessary to operate them during normal use of the PT system.

Compliance is checked by inspection.

13.4 Screwed and riveted connections, which serve as electrical as well as mechanical connections, shall be locked against loosening or turning.

Compliance is checked by inspection and manual test.

NOTE Spring washers may provide satisfactory locking. For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient. Sealing compound which softens on heating provides satisfactory locking only for screw connections not subjected to torsion in normal use.

13.5 Current carrying parts, including those of terminals (also earthing terminals) shall be of a material having, under the conditions occurring in the PT system, adequate mechanical strength and resistance to corrosion.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

Examples of suitable metals, when used within the permissible temperature range and under normal conditions of chemical pollution, are

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts that are worked cold, or at least 50 % copper for other parts;
- stainless steel containing at least 13 % chromium and not more than 0,09 % carbon;
- steel provided with an electroplated coating of zinc according to ISO 2081, the coating having a thickness of at least
 - 5 µm (ISO service condition No. 1), for IPX0;
 - 12 µm (ISO service condition No. 2), for IPX1 through IPX4;
 - 25 µm (ISO service condition No. 3), for IPX5 through IPX7.
- steel provided with an electroplated coating of nickel and chromium according to ISO 1456, the coating having a thickness of at least
 - 20 µm (ISO service condition No. 2), for IPX0;
 - 30 µm (ISO service condition No. 3), for IPX1 through IPX4;
 - 40 µm (ISO service condition No. 4), for IPX5 through IPX7.
- steel provided with an electroplated coating of tin according to ISO 2093, the coating have a thickness of at least
 - 12 µm (ISO service condition No. 2), for ordinary equipment; classified IPX0;
 - 20 µm (ISO service condition No. 3), for IPX1 through IPX4;
 - 30 µm (ISO service condition No. 4), for IPX5 through IPX7.

13.6 Live parts, which may be subjected to mechanical wear, shall not be made of steel provided with an electroplated coating.

For connection, an electroplated coating of zinc is permissible on parts which do not participate directly in current transmission, such as screws or washers used for certain types of terminals in which they transmit the contact pressure.

This requirement does not apply to contacts, magnetic circuits, heating elements, bimetallic components, shunts, parts of electronic devices, etc.

Compliance is checked by inspection.

14 Mechanical strength

14.1 General

When installed in accordance with the manufacturer's instructions, PT systems shall have adequate mechanical strength.

Compliance is checked by the tests according to 14.2 and 14.3.

14.2 Impact test

The test is performed on a sample of PT system according to IEC 60068-2-75 using the pendulum hammer test Eha.

Any cover fixings and similar screws shall be tightened with the torque equal to the value declared by the manufacturer or, in the absence of this information, with the value according to Table 5.

The hammer is allowed to fall with an impact energy as declared by the manufacturer according to 7.1.

A total of 10 blows shall be applied to points evenly distributed over the accessible surface of the enclosure, excluding knock-outs. Each point shall receive one blow only.

A new sample is then kept for 2 h in a refrigerator at the temperature of $(-5 \pm 1) ^\circ\text{C}$. (10 ± 1) s after removal of the sample from the refrigerator the hammer is allowed to fall with an impact energy, as declared by the manufacturer according to 7.1.

One blow shall be applied to the weakest point of the accessible surface of the enclosure, excluding knock-outs.

After the tests, the samples shall show no signs of disintegration and/or deformation that would impair continued safe operation. In particular,

- live parts shall not have become accessible;
- the effectiveness of insulating linings and barriers shall not have been impaired;
- it shall be possible to remove and to replace external covers without these covers or their insulating linings breaking.

Damage to the finish, small dents which do not reduce the creepage distances or clearances below the values specified in Clause 10 and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock are neglected.

Cracks not visible with normal or corrected vision without additional magnification, and surface cracks in fibre-reinforced mouldings and the like are ignored.

14.3 Static load test

14.3.1 The static load test for a length shall be made on one straight length of PT system, which is supported as in normal use at two positions spaced at the distance D . This distance D shall be the maximum distance between supports declared by the manufacturer as shown in Figure 5. The location and form of the supports are also to be declared by the manufacturer.

A mass M shall be placed without dynamic loading on a square rigid piece with sides equal to the width of the system, at the midpoint between the supports on top of the enclosure. The mass M shall be equal to the mass m of that part of the system which is between the supports plus an additional mass mL equal to the maximum load imposed by the accessories to be connected to the length D .

The duration of the test shall be (300^{+15}_0) s.

14.3.2 The static load test for a joint shall be made on two straight lengths of PT system joined together and supported as in normal use at the minimum number of positions at the maximum distances D and D_1 . The distance D is that specified in 14.3.1, the distance D_1 is the maximum distance between supports adjacent to a joint as declared by the manufacturer. The joint shall be placed midway between the supports as shown in Figure 6.

A mass M_1 shall be placed without dynamic loading on top of the enclosure at the joint on a square rigid piece with sides equal to the width of the system. The mass M_1 shall be equal to the mass m_1 of those parts of the system, including the joint between the supports located at distance D_1 , plus an additional mass mL_1 equal to the maximum load imposed by the accessories to be connected to the length D_1 .

The duration of the test shall be (300^{+15}_0) s.

14.3.3 During the tests of 14.3.1 and 14.3.2, the sample shall not break.

After the test

- the sample shall comply with Clause 10 and Subclause 11.1;
- there shall be no permanent deformation which would prevent the correct insertion and withdrawal of the tap-off units;
- the samples shall withstand the test according to 15.3 but without the pre-conditioning of 15.2, and the tests of 11.3.

15 Insulation resistance test and dielectric strength test

15.1 General

Immediately after the humidity treatment according to 15.2 the insulation resistance test is carried out according to 15.3 and dielectric strength test according to 15.4.

For 15.2, 15.3 and 15.4 a representative combination of system components typifying the PT system as a whole shall be assembled as in normal use. Electronic devices and accessories which are covered by their own standards or which may be damaged by the test shall be removed or disconnected before the tests.

The test voltage according to 15.3 and 15.4 is applied in the case of

- functional insulation: between live parts of a PT system;
- basic insulation: between all live parts connected together and a metal foil covering the outer surface of the basic insulation and/or accessible metal parts in contact with the basic insulation;
- supplementary insulation: between two metal foils covering separately the inner, normally inaccessible surface, of the supplementary insulation and its accessible surface;
- reinforced insulation: between all live parts connected together and a metal foil covering the accessible surface of the reinforced insulation;

The foils are not pressed into openings but are pushed into corners and the like by means of the test probe 11 of IEC 61032.

Care shall be taken to insure that the clearances and creepage distances are maintained.

In case where basic insulation and supplementary insulation cannot be tested separately, the insulation provided is subjected to the test voltages specified for reinforced insulation.

15.2 Humidity treatment

The humidity treatment shall be carried out in a humidity cabinet with a relative humidity between 91 % and 95 % at a temperature T maintained within ± 1 °C of any convenient value between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet, the sample is brought to a temperature of $(T +4_0)$ °C.

Inlet openings, if any, are left open; if knockouts are provided one of them is opened.

The samples shall be kept in the cabinet for (96 ± 1) h.

NOTE 1 In most cases samples may be brought to the chosen temperature of $(T +4_0)$ °C by keeping them at this temperature for at least 4 h before the humidity treatment.

NOTE 2 A relative humidity of between 91 % and 95 % can be obtained by placing in the humidity cabinet a saturated solution of potassium nitrate (KNO_3) or sodium sulphate (Na_2SO_4) in water having a sufficiently large contact surface with the air. In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is necessary to ensure constant circulation of the air with the cabinet and, in general, to use a cabinet which is thermally insulated.

15.3 Insulation resistance test

15.3.1 General

The insulation resistance of the sample is measured with an applied d.c. voltage of $(500 +250_0)$ V, the measurement being made $(60 +10_0)$ s after application of the voltage.

15.3.2 Test for functional insulation

The insulation resistance value is taken as the recorded value multiplied by the sample length in metres.

The insulation resistance shall not be less than 2 MΩ/m.

15.3.3 Test for basic insulation, supplementary insulation and reinforced insulation

The insulation resistance shall not be less than the values given in Table 6.

Table 6 – Minimum insulation resistance

Insulation to be tested	Insulation resistance MΩ
Basic	2
Supplementary	5
Reinforced	7

NOTE Materials such as glazed ceramic or porcelain are considered to have adequate insulation resistance and are not subjected to the insulation resistance tests.

15.4 Dielectric strength test

The sample is subjected to a voltage of substantially sine wave form, having a nominal frequency 50 Hz or 60 Hz. The voltage is applied for (5^{+1}_0) s across the insulation as given in Table 7.

Initially, not more than half the specified voltage is applied, then it is raised rapidly to the full value. No flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are neglected.

Table 7 – Dielectric strength

Insulation or disconnection to be tested ^b	Test voltage (r.m.s.) ^a		
	Rated voltage up to and including 50 V V	Rated voltage above 50 V up to and including 130 V V	Rated voltage above 130 V up to and including 480 V V
Functional insulation ^c	500	1 300	1 500
Basic insulation ^d	500	1 300	1 500
Supplementary insulation ^d		1 300	1 500
Reinforced insulation ^{d e}	500	2 600	3 000
NOTE 1 Up to 50 V: not intended to be connected directly to the mains and not expected to be subjected to temporary overvoltages as defined in IEC 60364-4-44 [4].			
NOTE 2 Over 50 V: the values are based on IEC 60364-4-44.			
NOTE 3 For functional, basic and supplementary insulation, the values are calculated with the formula $U_o + 1\,200$ V and rounded. In this standard the maximum voltage considered between line and earth is $U_o = 300$ V.			
^a The high-voltage transformer used for the test shall be designed so that, when the output terminals are short-circuited after the output voltage has been adjusted to the test voltage, the output current is at least 200 mA. The overcurrent relay shall not trip when the output current is less than 100 mA. Care is taken that the r.m.s value of the test voltage is measured within $\pm 3\%$. ^b Special components which might render the test impractical such as discharge lamps, coils, windings, or capacitors are disconnected at one pole, or bridged, as appropriate to the insulation being tested. ^c An example is the insulation between poles. ^d For the test all live parts are connected together and care is taken to ensure that all moving parts are in the most onerous position. ^e For PT systems incorporating reinforced insulation as well as double insulation, care is taken that the voltage applied to the reinforced insulation does not overstress the basic or the supplementary parts of the double insulation.			

16 Normal operation

16.1 For standardised plugs and socket-outlets, no additional requirements are specified in this standard. They shall comply with the relevant parts of their own national or international standard.

16.2 Plugs and socket-outlets other than those specified in 16.1 shall comply with the requirements of the relevant clauses of IEC 60884-1.

No additional requirements are specified in this standard.

16.3 The connection of the tap-off unit with the powertrack shall withstand, without excessive wear or harmful effects, the electrical and mechanical stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following test.

Tap-off units are inserted and withdrawn from the powertrack as in normal use.

An operation is either the insertion or withdrawal of a tap-off unit with the making or breaking of an electrical contact at a speed which corresponds to practical use.

Tap-off units are tested with 100 operations, whereby after each 10 operations, the tap-off unit is moved to a new position on the powertrack. If there are less than 10 positions, the 100 operations are divided equally over the available number of positions.

The operations are made

- for tap-off units classified according to 7.2.1 without voltage;
- for tap-off units classified according to 7.2.2 with the rated voltage and without current;
- for tap-off units classified according to 7.2.3 with the rated voltage and rated current of the tap-off unit with power factor $\cos \varphi = 0,8 \pm 0,05$.

During the test, no sustained arcing shall occur.

After the test, the samples shall show no damage which would lead to non-compliance with this standard.

Compliance is checked by inspection and shall meet the requirements of Clause 17.

17 Temperature rise

17.1 PT systems shall be so designed and constructed that when installed and carrying rated current as in normal use the temperature rise shall not be excessive.

Compliance is checked by the tests of 17.2, 17.3 and 17.4.

For the temperature rise test of terminals for external conductors, insulated copper conductors according to Table 9 or 10 shall be used.

Where the rated connecting capacity of the terminal cannot accommodate the test conductors in Table 9 or 10, then test conductors having a cross-sectional area according to Table 4 shall be used.

The PT system shall be placed in a draught free environment and the rated current passed until thermal equilibrium is reached. Thermal equilibrium is taken as less than 1 K rise within 1 h.

The temperature rise is the difference in temperature between the part under test and the surrounding ambient air temperature. The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by at least two temperature means equally distributed around the PT system at approximately half its height and at a distance of approximately 1 m from the part under test. The temperature measurement means shall be protected against air currents and heat radiation.

The ambient air temperature shall be maintained in accordance with 5.2.

Temperature rise values shall be recorded and shall not exceed the values in Table 8.

If similar PT systems exist, then only the PT system likely to produce the highest temperature rise shall be tested. PT systems can be considered similar if they have the same basic design, in particular all of the following features:

- the same rated current;
- the materials, finish and dimensions of the internal current carrying parts are identical;
- the moulding, insulating and enclosure materials/dimensions are identical;
- the methods of connection are identical.

Fused and unfused systems components are not considered to be similar.

17.2 A convenient voltage is applied to the incoming supply terminals of the PT system and connecting electrical loads at the other end of the PT system or via appropriate plugs or tap-off units mounted as near as practicable to that end. The test shall be performed over a total length of at least 6 m including at least one joint. The test current shall be equal to the rated current.

17.3 A temperature rise test shall be made on each size of unfused tap-off unit designed to be connected to the PT system. For this test, the tap-off unit shall be mounted as near as practicable to the incoming supply terminals at the closest spacing declared by the manufacturer and carry the test current. The PT system shall be supplied with its rated current.

17.4 A temperature rise test shall be made on each size of fused tap-off unit designed to be connected to the PT system. For this test, the tap-off unit shall be mounted as near as practicable to the incoming supply terminals at the closest spacing declared by the manufacturer and carry the test current. The PT system shall be supplied with its rated current. The fuse shall be replaced by a dummy fuse-link of maximum wattage as defined in

- IEC 60127-1 or
- IEC 60269-1 or
- as declared by the manufacturer of the PT system if the fuse is not in accordance with IEC 60127-1 or IEC 60269-1.

Table 8 – Temperature rise values

Parts of the PT system	Temperature rise K
Terminals for accessories	For accessories the temperature rise of terminals shall be in accordance with the relevant accessory standard.
Terminals which will influence accessories	Terminals of system components in the vicinity of and likely to influence accessories shall be in accordance with the temperature rise limits of the relevant accessory standard.
Built-in components ^a	In accordance with the relevant requirements for the individual components, if any, or, as declared by the manufacturer, taking into consideration the temperature in the PT system.
Terminals for external conductors	55
Conductors, internal terminals, terminations, tap-off units and plug-in contacts of removable or withdrawable parts which connect to conductors	Limited by – mechanical strength of conducting material; – possible effect on adjacent equipment; – permissible temperature limit of the insulating materials in contact with the conductor; – the effect of the temperature of the conductor on the apparatus connected to it; – for plug in contacts, nature and surface; – treatment of the contact material.
Manual operating means of system components – of metal – of insulating material	25 35
Accessible external enclosures and covers of system components: – metal surfaces – insulating surfaces	30 ^b 40 ^b
^a The term “built-in components” means – conventional switchgear and controlgear; – electronic sub-assemblies (for example, rectifier bridge, printed circuit); – parts of the equipment (for example, regulators, stabilised power supply unit, operational amplifier). ^b For surfaces which are accessible but need not be touched during normal operation such as PT systems mounted underfloor or fixed to the ceiling, an increase in the temperature-rise limits by 10 K is permissible.	

Table 9 – Cross-sectional areas of rigid test conductors (solid or stranded)

Rated current of system A	Cross-sectional areas of rigid test conductors mm ²
Up to and including 10	1,5
Over 10 and up to and including 16	2,5
Over 16 and up to and including 20	4
Over 20 and up to and including 32	6
Over 32 and up to and including 45	10
Over 45 and up to and including 63	16

Table 10 – Cross-sectional areas of flexible test conductors

Rated current of accessory A	Cross-sectional areas of flexible test conductors mm ²
Up to and including 3	0,50
Over 3 and up to and including 6	0,75
Over 6 and up to and including 10	1,0
Over 10 and up to and including 13	1,25
Over 13 and up to and including 16	1,5
Over 16 and up to and including 20	2,5
Over 20 and up to and including 32	4

18 Short-circuit protection and short-circuit withstand strength

18.1 General

PT systems shall be so constructed as to be capable of withstanding the thermal and dynamic stresses resulting from short-circuit currents up to the rated values.

Compliance is checked by the tests in 18.4.

The tests may be carried out in any order and on one sample, or each test may be carried out on a new sample at the manufacturer's discretion.

18.2 Information concerning short-circuit rating

18.2.1 The manufacturer shall state the short-circuit ratings of the PT system as follows.

18.2.2 For a PT system with a short-circuit protective device (SCPD) located at the supply connector, the manufacturer shall declare the maximum allowable value of prospective short-circuit current at the terminals of the supply connector. The test parameters shall be those shown in Table 11.

The manufacturer shall state the characteristics of the SCPD (current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t , etc.).

18.2.3 For a PT system where the short-circuit protective device is not located at the supply connector, the manufacturer shall declare one or more of the following:

- the rated conditional short-circuit current and the characteristics of the protective device necessary for the protection of the PT system;
- the rated short time withstand current of the PT system.

18.2.4 The declared short-circuit rating of a tap-off unit not incorporating a SCPD shall be the same as the manufacturer's declaration for the PT system according to 18.2.2 or 18.2.3.

18.2.5 The declared short-circuit rating of a tap-off unit incorporating a SCPD shall be declared by the manufacturer and may be the same or less than the value declared for the PT system according to 18.2.2 or 18.2.3.

18.2.6 The declared short-circuit rating of a tap-off unit without a SCPD and which incorporates a socket-outlet that only accepts a fused plug shall be not less than the breaking capacity of the largest fuse that can be accommodated in the plug.

18.2.7 The declared short-circuit rating of a tap-off unit without a SCPD and which incorporates a socket-outlet that only accepts an un-fused plug, the short-circuit rating shall be as per the manufacturer's declaration for the PT system according to 18.2.2 or 18.2.3.

18.3 Short circuit current values

18.3.1 Relationship between peak current and short-circuit current

For determining the electrodynamic stresses, the value of peak current shall be obtained by multiplying the short-circuit current by the factor n . Standard values for the factor n and the corresponding power factor are given in Table 11.

Table 11 – Standard values for the factor n

I_{rms} Value of short-circuit current kA	$\cos \varphi$	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1

NOTE Values of this table represent the majority of applications. In special locations, for example in the vicinity of transformers or generators, lower values of power factor may be found, whereby the maximum prospective peak current may become the limiting value instead of the r.m.s. value of the short-circuit current.

18.3.2 Value and duration of the short-circuit current

- For PT system protected by short-circuit protective devices, whether these devices are in the incoming circuit or elsewhere, the test voltage shall be applied for a time of sufficient duration to enable the short-circuit protective devices to operate to clear the fault and, in any case, for not less than 10 full cycles of the supply frequency.
- PT system which do not incorporate a short-circuit protective device in the incoming unit (see 18.2.3).

18.4 Verification of short-circuit withstand strength

18.4.1 Test arrangement

A typical PT system including at least one joint shall be set up as in normal use to obtain a conductor length of not more than 6 m. Components of the system not included in the test shall be tested separately, assembled in a manner representative of service conditions.

18.4.2 Test conditions – General

If the test circuit incorporates SCPDs, then they shall be rated for the maximum current of the powertrack and/or tap-off unit as applicable and be of the type specified by the manufacturer.

The supply conductors and the short-circuit connections required for testing the PT system shall be as defined in Clause 17 and Figure 7. Unless otherwise agreed, the test circuit shall be connected to the terminals of the supply connector. Three-phase PT systems shall be connected on a three-phase basis.

For the verification of the short-circuit withstand rating, the value of the prospective short-circuit current at a supply voltage equal to 1,05 times the rated operational voltage shall be determined from a calibration oscillogram. The position of the calibration short circuit shall be

at point 3 shown in Figure 7. The oscillogram shall show that there is a constant flow of current such that it is measurable at a time at least equivalent to the operation of the protective device incorporated in the PT system or for a specified period of time.

The frequency of the test circuit during the short-circuit tests shall be that of the rated frequency subject to a tolerance of $\pm 25\%$.

All parts of the equipment intended to be connected to the protective conductor in service, including the enclosure, shall be connected as follows:

- 1) for PT system suitable for use on three-phase four-wire systems (see also IEC 60038) with an earthed star point and marked accordingly, to the neutral point of supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 50 A;
- 2) for PT system also suitable for use in three-phase three-wire as well as on three-phase four-wire systems and marked accordingly, to the phase conductor least likely to arc to earth.

The test circuit shall include a reliable device (e.g. a fuse of copper wire of 0,1 mm in diameter and not less than 50 mm in length) for the detection of the fault current. The prospective fault current in the fuse element circuit shall be at least 50 A.

NOTE A copper wire of 0,1 mm in diameter will melt at 50 A, in approximately half a cycle, at a frequency between 45 Hz and 67 Hz (or 0,01 s for d.c.).

For testing the protective circuit, the frame of the PT system shall be insulated from earth. The test voltage shall be equal to the single-phase value of the rated operational voltage.

18.4.3 Testing of the PT system

18.4.3.1 General

The following tests shall be performed as described in 18.4.1 and 18.4.2.

18.4.3.2 Busbar testing

Three phase or single phase system.

The following tests are applicable to establish

- the rated conditional short-circuit current I_{CC} , or
- the rated short-time withstand current (I_{CW}).

For a single phase system the PT system shall be tested by applying a short circuit between the line and neutral at the end of the busbars, as generally illustrated in Figure 7.

For a three phase system the PT system shall be tested by applying a short circuit between all three phases at the end of the busbars, as generally illustrated in Figure 7.

For a three-phase system with a neutral, the neutral busbar shall additionally be subjected to a test to prove its short-circuiting performance in relation to the nearest phase busbar. The value of the test current in the neutral busbar shall be at least 60 % of the value of the three phase prospective short circuit current.

The protective earth conductor shall be subjected to a test to prove its short-circuit performance in relation to the nearest phase busbar. The value of the test current in the PE conductor shall be equal to the single phase prospective short-circuit current for single phase systems or at least 60 % of the value of the three phase prospective short circuit current for three phase systems.

Prior to testing the protective earth circuit it shall be verified that the different exposed conductive parts of the PT system are effectively connected to the protective circuit.

Compliance is checked by inspection.

A single-phase test supply shall be connected to the incoming terminal of one phase and to the terminal for the incoming protective conductor. When the PT system is provided with a separate protective conductor, the nearest phase conductor shall be used. The short circuit shall be applied between the protective conductor and the phase conductor at the end of the busbars, as generally illustrated in Figure 7.

After the test the function of the protective circuit shall not be significantly impaired.

Compliance is checked by the test of 11.3.1 but on the sample arrangement determined by 18.4.1.

Where the casing is used as a protective conductor, sparks and localized heating at joints are permitted, provided they do not impair the electrical continuity and provided that adjacent flammable parts are not ignited.

After the short circuit tests the PT system shall not show any deformation which affects creepage and clearance distances. In case of doubt the PT system shall be checked in accordance with 10.2 and 10.3. Slight deformation of the busbars is acceptable provided that the deformation does not interfere with the proper connection of tap-off units. In case of doubt the tap-off unit shall be checked in accordance with 16.3.

The insulation of the conductors and the supporting insulating parts shall not show any significant signs of deterioration.

Compliance is checked with 15.4 at 85 % of the test voltage given in Table 7 with all fuses replaced and with all switching devices closed if applicable.

18.4.3.3 Tap-off unit testing

Three phase or single phase system.

The following tests are applicable to establish

- a) the rated conditional short-circuit current I_{CC} , or
- b) the rated short-time withstand current (I_{CW}).

Tap-off units shall be supplied by the manufacturer complete with cable of the required length and size.

Tap-off units shall be positioned at the first available tap-off outlet position closest to the supply connector.

For tap-off units incorporating or not incorporating a SCPD, the position of the short-circuit shall be the shortest length 'L' as declared by the manufacturer, from the tap-off unit to the point of the short-circuit.

For tap-off units incorporating a socket-outlet, a plug is inserted with an attached cable length of not more than 300 mm, a short-circuit shall be applied to the end of the cable.

A single phase tap-off unit shall be tested by applying a short circuit between the line and neutral, as generally illustrated in Figure 7.

A three phase tap-off unit shall be tested by applying a short circuit between all three phases as generally illustrated in Figure 7.

For a three-phase system with a neutral, the neutral conductor shall additionally be subjected to a test to prove its short-circuit performance in relation to the nearest phase conductor. The value of the test current in the neutral conductor shall be at least 60 % of the value of the three phase prospective short circuit current.

The protective earth conductor shall be subjected to a test to prove its short-circuit performance in relation to the nearest phase, in the tap-off unit. The value of the test current in the PE conductor shall be equal to the single phase prospective short-circuit current for single phase systems or at least 60 % of the value of the three phase prospective short circuit current for three phase systems.

Prior to testing the protective earth circuit it shall be verified that the different exposed conductive parts of the tap-off unit are effectively connected to the protective circuit.

Compliance is checked by inspection.

A single-phase test supply shall be connected to the incoming terminal of one phase and to the terminal for the incoming protective conductor. When the PT system is provided with a separate protective conductor, the nearest phase conductor shall be used.

After the test the function of the protective circuit shall not be significantly impaired.

Compliance is checked by the test of 11.3.2.

Where the casing is used as a protective conductor, sparks and localized heating at joints are permitted, provided they do not impair the electrical continuity and provided that adjacent flammable parts are not ignited.

After the short circuit tests the tap-off unit shall not show any deformation which affects creepage and clearance distances. In case of doubt the tap-off unit shall be checked in accordance with 10.2 and 10.3. Slight deformation of the contacts is acceptable provided that the deformation does not interfere with the proper connection of tap-off units. In case of doubt the tap-off unit shall be checked in accordance with 16.3 at its tested position and one other tap-off outlet position for 10 operations in each case.

NOTE The risk of contact welding is recognised, in which case the manufacturer should indicate the measures to be taken regarding the maintenance of the equipment.

The insulation of the conductors and the supporting insulating parts shall not show any significant signs of deterioration.

Compliance is checked with 15.4 at 85 % of the test voltage given in Table 7 with all fuses replaced and with all switching devices closed if applicable.

19 Resistance to heat

19.1 PT systems and system components shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the relevant tests of 19.2, 19.3, 19.4 and 19.5 except for insulating materials of ceramic or mica which are not tested.

19.2 Parts of insulating material

– necessary to retain current-carrying parts in position, other than busbars or

– which maintain contact pressure

shall be subjected to a ball pressure test according to IEC 60695-10-2.

The tests shall be made in a heating cabinet at the temperature rise value recorded during the test of Subclause 17.1, plus $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or at $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ whichever is the higher.

19.3 Parts of insulating material not necessary to retain live parts in position, even though they may be in contact with them, as well as parts of insulating material which are necessary to retain busbars in position shall be subjected to a ball pressure test according to 19.2 but the test shall be made at $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the temperature rise value recorded for those parts during the test of Subclause 17.1, or at $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ whichever is the highest.

If the manufacturer declares that the test for the insulating material retaining busbars in position shall be done according to 19.2, then the test according to 19.3 and 19.4 for this material is not necessary.

19.4 The thermal endurance of insulating materials, necessary to retain busbars in position is tested as follows:

A representative combination of system components typifying the PT system as a whole shall be mounted as in normal use and kept for $(96 \pm 1) \text{ h}$ in a heating cabinet at the busbar temperature rise value, recorded during the test of Subclause 17.1, plus $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

NOTE For test purposes, components which cause mechanical stress to the busbars and the material which retains the busbars in position should be used.

After the test, the insulating material necessary to retain busbars in position shall show no visible signs of deterioration or any shrinkage which would impair safety when inspected with normal or corrected vision without additional magnification.

19.5 The thermal endurance for all insulating materials other than those specified in 19.4 is tested as follows:

A representative combination of system components typifying the PT system as a whole shall be mounted as in normal use and kept for $(96 \pm 1) \text{ h}$ in a heating cabinet at $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

After the test, the insulating material shall show no visible signs of deterioration or any shrinkage which would impair safety when inspected with normal or corrected vision without additional magnification.

20 Fire hazard

20.1 Flammability

Parts of insulating material which might be exposed to thermal stresses due to electrical effects and the deterioration of which might impair the fire safety of the system, shall not be unduly affected by abnormal heat generated inside the PT system.

Compliance is checked by the following glow wire test according to Clauses 4 to 10 of IEC 60695-2-11 at the temperatures given in Table 12 of this standard.

Table 12 – Test temperatures for the glow wire test

Parts of insulating material	Temperature of the glow wire °C
Parts in contact with current-carrying parts and necessary to retain them in position	850 ± 15
All other parts, including parts not necessary to retain current-carrying parts in position	650 ± 10

For the purpose of this test a protective conductor (PE) is not to be considered as a current carrying part.

The test is made on one sample only. In case of doubt, the test shall be repeated on two further samples.

The tests are not made on parts of ceramic material or on small parts, such as washers or screws.

If the test has to be made at more than one place on the same part, care shall be taken to ensure that any deterioration caused by previous test(s) does not affect the result of the test to be made.

If possible, the sample shall be a complete system component. If the test cannot be made on a complete system component, a suitable part may be taken from it for the purpose of the test.

20.2 Flame spread

PT systems shall not propagate flame.

Compliance is checked by the following test.

The test is made on a single straight length of powertrack as supplied by the manufacturer together with any covers. The overall length of the sample shall be (675 ± 10) mm.

The test is performed using the burner specified in IEC 60695-11-2.

The sample is placed vertically as shown in Figure 3 in the middle of the open front face of a metal enclosure as shown in Figure 4, in an area substantially free from draughts. It shall be clamped at both ends in order to prevent distortion or movement of the sample itself under flame conditions.

The burner is positioned in such a way that the axis forms an angle of $(45 \pm 2)^\circ$ with the vertical one and the flame is in contact with the surface of the sample at an approximate distance of 100 mm from the upper extremity of the lower clamp which is (500 ± 10) mm above the internal lower surface of the enclosure.

The flame shall be applied to the largest surface which is exposed when the sample is mounted according to the manufacturer's instructions. The sample is exposed to the flame for (60 ± 2) s.

The sample is regarded as having passed the test if

- it does not ignite, or if
- in the case of ignition, the following three conditions are fulfilled:
 - 1) the flame extinguishes within 30 s after removal of the test flame;

- 2) there is no ignition of the wrapping paper or scorching of the board;
- 3) after wiping of the sample, there is no evidence of burning or charring within 50 mm of the lower extremity of the upper clamp.

21 External influences

21.1 Resistance to corrosion

21.1.1 General

Ferrous parts shall be adequately protected against corrosion.

Compliance is checked by the tests in 21.1.2 and/or 21.1.3 on a sample of not less than 250 mm in length.

21.1.2 Corrosion test for dry non-aggressive environments

All grease shall be removed from the sample to be tested by cleaning with white spirit with a kauri-butanol value of 35 ± 5 after which all parts shall then be dried.

The parts shall then be immersed for (10^{+1}_0) min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of (20 ± 5) °C.

Without drying, but shaking off any drops, the parts shall then be placed for (10^{+1}_0) min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of (20 ± 5) °C. After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of (100 ± 5) °C, any traces of rust on sharp edges and yellowish film may be removed by rubbing, after which their surfaces shall show no signs of rust.

NOTE For small helical springs and the like, and for parts exposed to abrasion, a layer of grease may provide sufficient protection against rusting. Such parts are subjected to the test only if there is a doubt about the effectiveness of the grease film and the test is then carried out without previous removal of the grease film.

21.1.3 Corrosion test for powertrack in contact with wet screed material

All grease shall be removed from the sample to be tested by cleaning with white spirit with a kauri-butanol value of 35 ± 5 , after which all parts shall then be dried.

After degreasing the sample is submitted to a salt mist treatment according to IEC 60068-2-52 except for Clauses 7, 10 and 11 which are not applicable. The test is carried out using severity (2), with test duration of (96 ± 4) h.

After exposure, the surface shall show no areas of red rust. White rust (zinc oxide) and traces of red rust which are removable by rubbing as well as traces of rust at the surface of cuts, bent edges and welded joints are ignored.

21.2 Degrees of protection provided by enclosures

21.2.1 General

PT systems, when assembled and installed according to the manufacturer's instructions, shall provide adequate protection according to the classification of 7.3 declared by the manufacturer.

Compliance is checked by the tests of 21.2.2 and 21.2.3.

Tests are performed on an assembly or assemblies each made of representative parts of the PT system.

21.2.2 Protection against ingress of solid foreign objects

An assembly is tested in accordance with the appropriate test of IEC 60529. For numeral 5, category 2 applies.

The assembly tested for numeral 5 or 6 passes the test if there is no ingress of dust visible to normal or corrected vision without additional magnification.

21.2.3 Protection against ingress of water

The assembly is tested in accordance with the appropriate test of IEC 60529. For numerals 3 and 4, the spray nozzle according to Figure 5 of that standard is used.

The assembly tested above passes the test if there is no ingress of water in a quantity that would interfere with the correct operation of the PT system or impair safety which is checked by the test according to 15.4 but without prior humidity treatment according to 15.2.

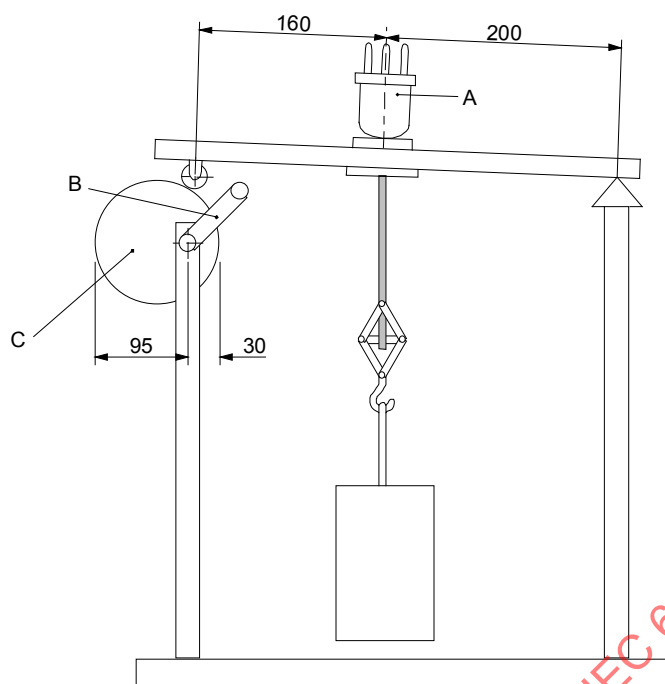
22 Electromagnetic compatibility

22.1 Immunity

Products covered by this standard are tolerant of electromagnetic disturbances and therefore no immunity tests are necessary.

22.2 Emission

Electromagnetic disturbances may only be generated during switching operations or by electronic circuits, therefore no emission tests are necessary.

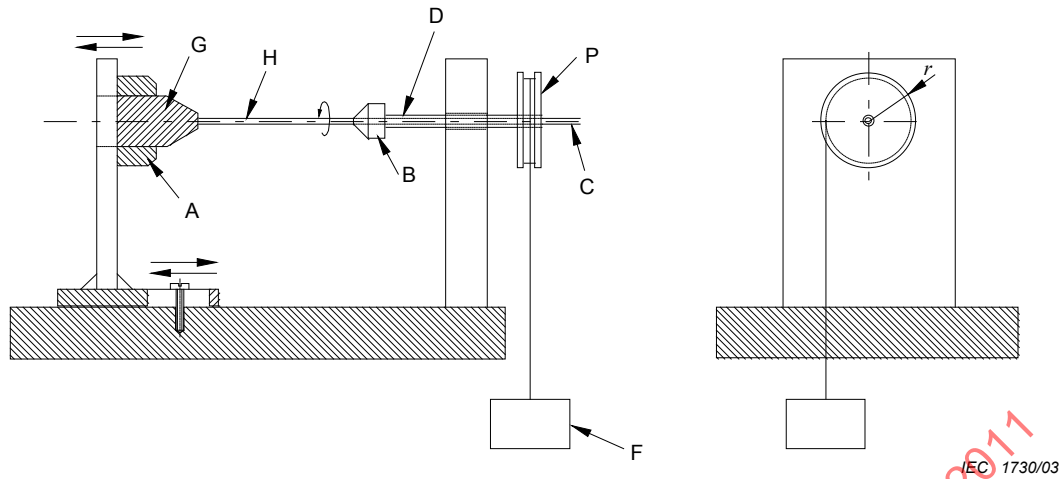


IEC 1729/03

Key

- A Sample
- B Crank
- C Eccentric

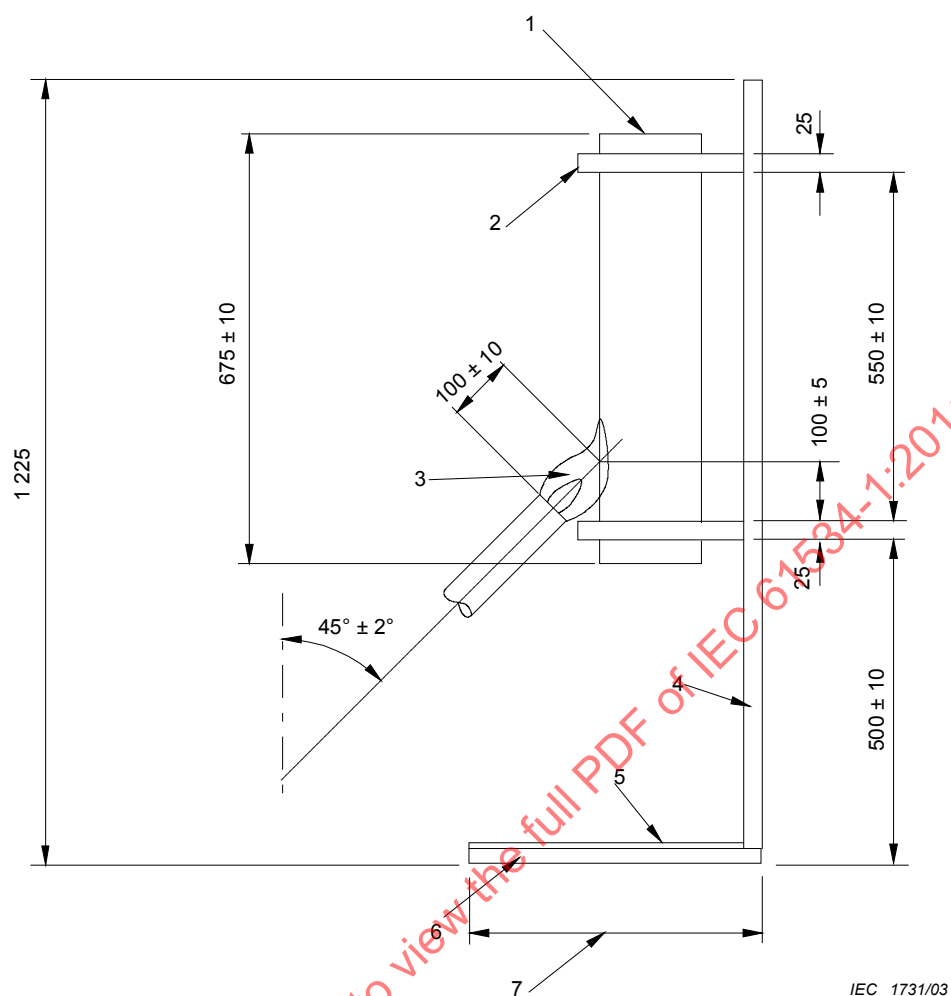
*Dimensions in millimetres***Figure 1 – Pull apparatus for testing the cord anchorage**



Key

- A Device for fixing the body of sample
- B Device for fixing the cord of sample
- C End of cord
- D Rotary shaft (hollow)
- r Radius of pulley
- F Weight; torque = $F \times r$
- P Pulley
- G Sample
- H Cord

Figure 2 – Torque apparatus for testing the cord anchorage

**Key**

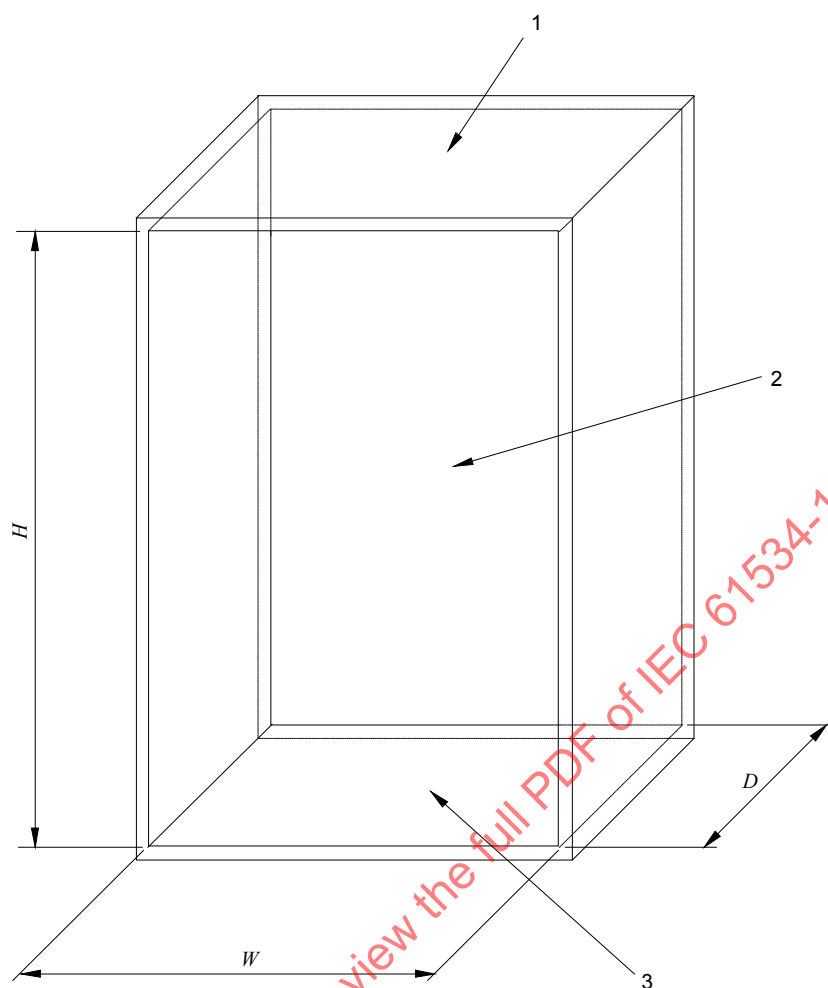
- 1 Sample centrally located in the horizontal plane
- 2 Clamp
- 3 Flame
- 4 Back face
- 5 Wrapping tissue
- 6 10 mm soft white-wood board of width 700^{0}_{-25}
- 7 Depth of 450^{0}_{-25}

IEC 1731/03

Dimensions in millimetres

NOTE This drawing is not intended to govern design except as regards the dimensions and specific requirements shown.

Figure 3 – Arrangement for flame test



IEC 1732/03

Key

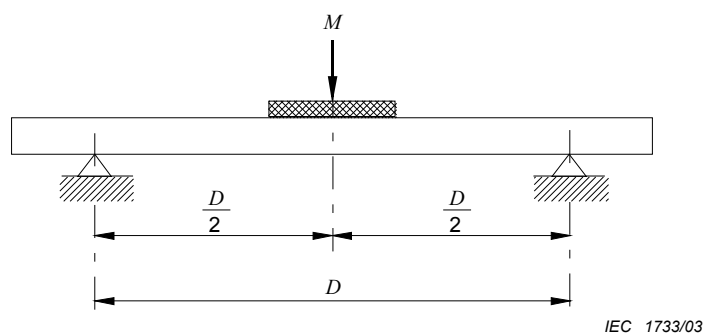
- | | |
|-----|--|
| 1 | Top surface |
| 2 | Back surface |
| 3 | Bottom surface |
| D | Interior depth of enclosure 450^{+25}_0 |
| H | Interior height of enclosure $1\,300 \pm 25$ |
| W | Interior width of enclosure 700^{+25}_0 |

Material: metal

Dimensions in millimetres

NOTE This drawing is not intended to govern design except as regards the dimensions and specific requirements shown.

Figure 4 – Enclosure for flame test

**Key**

D maximum distance between supports declared by the manufacturer

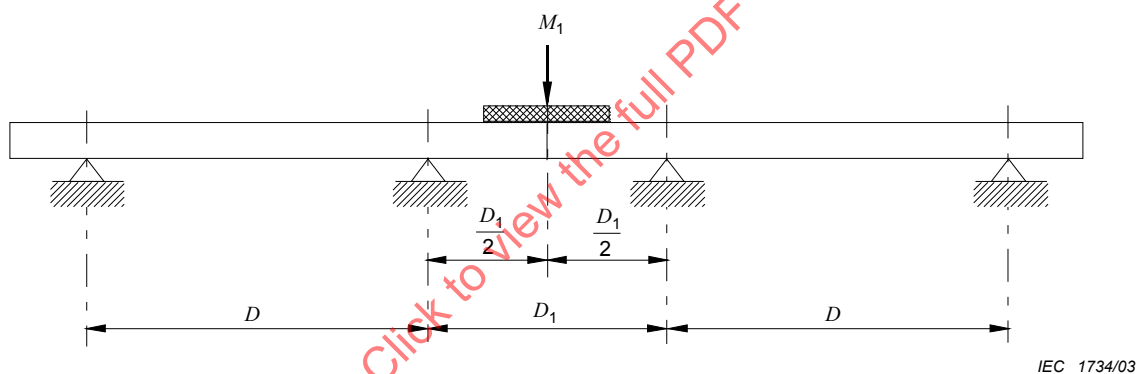
$$M = m + mL$$

where

m is the mass of the PT system between supports, and

mL is the mass of the accessories.

Figure 5 – Static load test for a length

**Key**

D maximum distance between supports declared by the manufacturer

D_1 maximum distance between supports adjacent to a joint as declared by the manufacturer

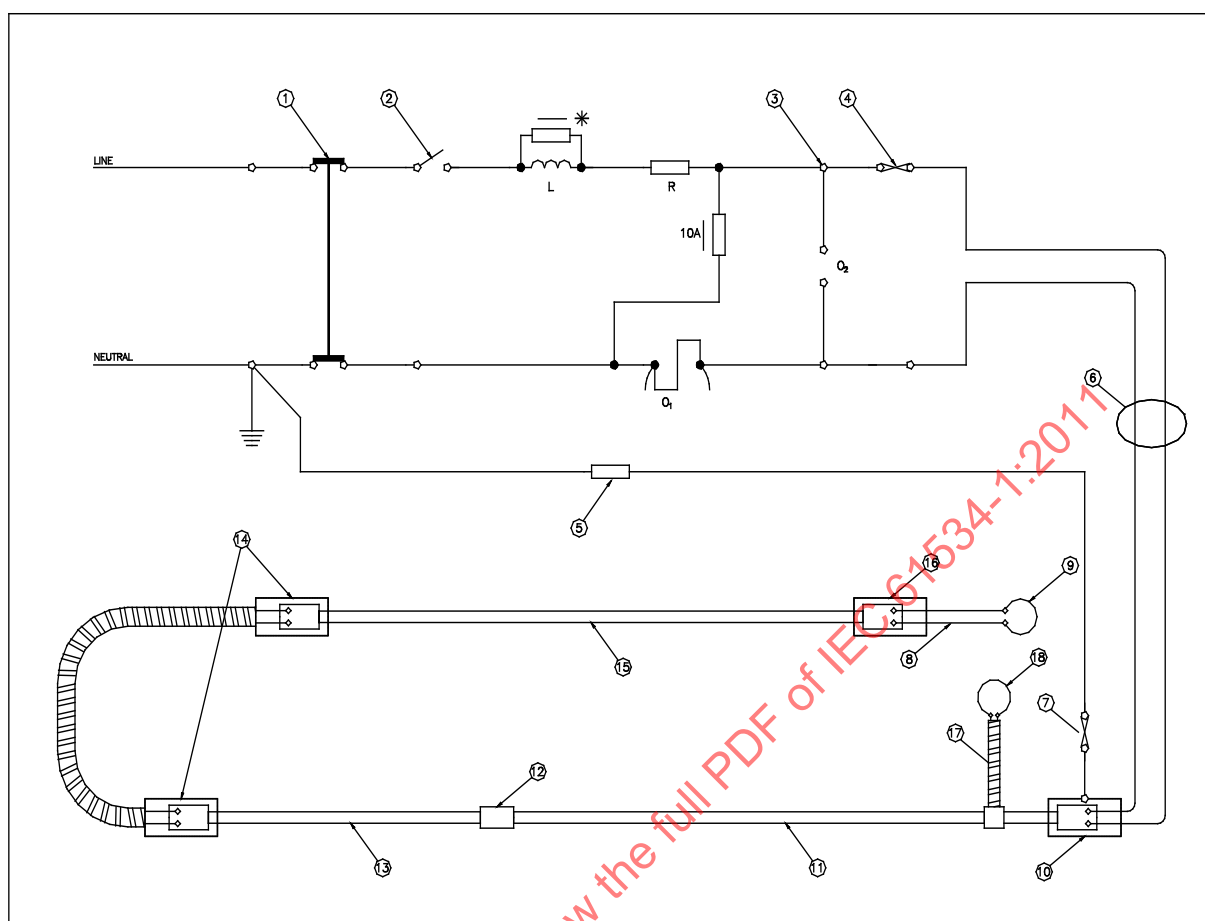
$$M_1 = m_1 + mL_1$$

where

m_1 is the mass of the PT system between supports located at distance D_1 , and

mL_1 is the mass of the accessories to be connected to the length D_1 .

Figure 6 – Static load test for a joint



IEC 949/11

Key

- 1 Circuit breaker
- 2 Closing switch
- 3 Calibration point
- 4 Protective device
- 5 Resistor to limit earth fault current to 100 A
- 6 4,0 m of cable
- 7 Fine wire fuse 0,1 mm diameter x 50 mm long tinned copper wire
- 8 0,6 m of cable
- 9 Shorting out connection (when testing busbar only, see 18.4.3.2)
- 10 Supply connector
- 11 Length of track
- 12 Joint (separate or integral)
- 13 Length of track
- 14 Flexible corner or similar if applicable
- 15 Length of track
- 16 Supply connector
- 17 Tap-off unit
- 18 Shorting out connection (when testing tap-off units only, see 18.4.3.3)

* The regulator is to take approximately 1 % of the current through the inductor.

NOTE O_1 and O_2 are oscillograph connections.

Figure 7 – Short-circuit test arrangement

Annex A

(normative)

Measurement of clearances and creepage distances

The width X shown in examples 1 to 11 below apply to all examples as a function of the pollution degree as given in Table A.1.

Table A.1 – Minimum values of width X

Pollution degree	Minimum values of width X mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5

If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum groove width X may be reduced to one-third of this clearance.

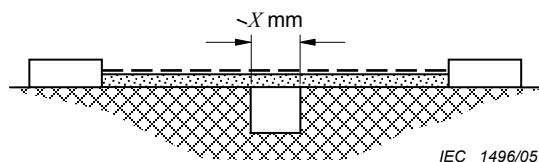
The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in the following examples 1 to 11. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

The following assumptions are made:

- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the width X and being placed in the most unfavourable position (see example 3);
- where the distance across a groove is equal to or larger than the width X , the creepage distance is measured along the contours of the groove (see example 2);
- creepage distances and clearances measured between parts which can assume different positions in relation to each other are measured when these parts are in their most unfavourable position.

Explanation for examples 1 to 11

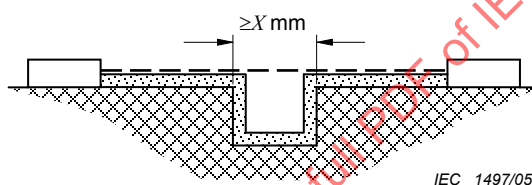
- Clearance
- Creepage distance



Example 1

Condition: Path under consideration includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X mm.

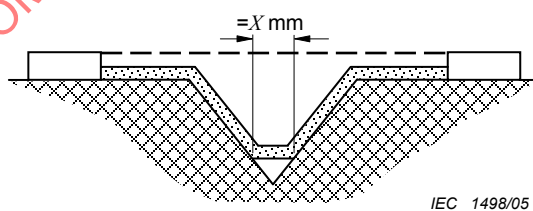
Rule: Creepage distance and clearance are measured directly across the groove as shown.



Example 2

Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth and with a width equal to or more than X mm.

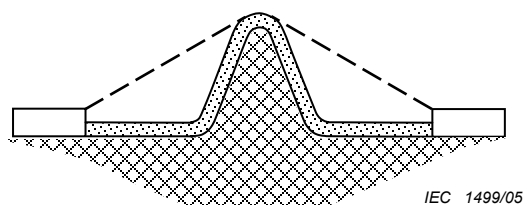
Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.



Example 3

Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with a width greater than X mm.

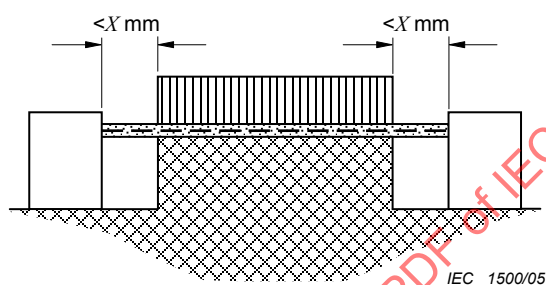
Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by an X mm link.



Example 4

Condition: Path under consideration includes a rib.

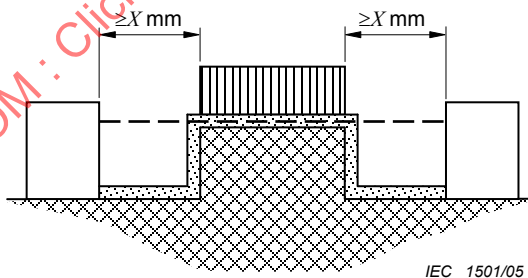
Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.



Example 5

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on each side.

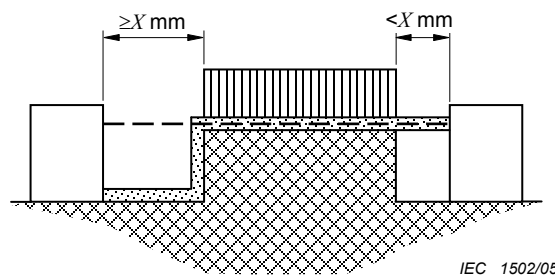
Rule: Clearance path is the "line of sight" distance. Creepage follows the contour of the grooves.



Example 6

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than X mm wide on each side.

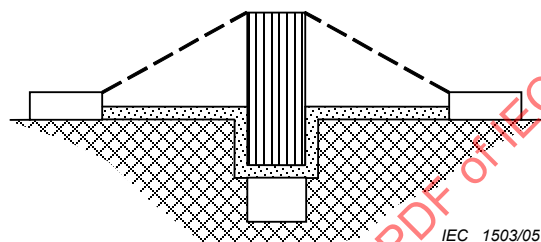
Rule: Clearance path is the "line of sight" distance. Creepage follows the contour of the grooves.



Example 7

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with groove on one side less than X mm wide and the groove on the other side equal to or more than X mm wide.

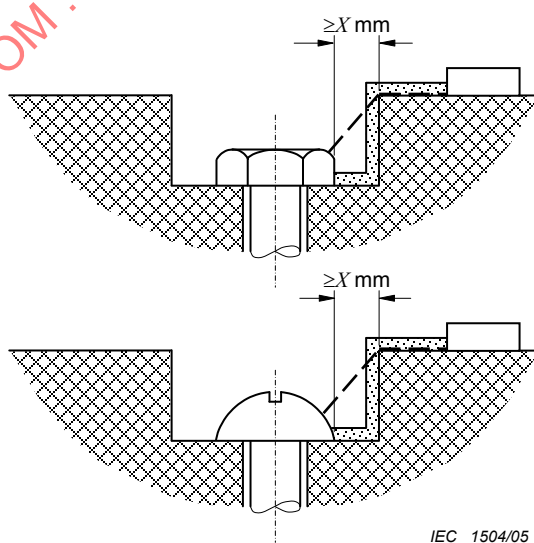
Rule: Clearance and creepage paths are as shown.



Example 8

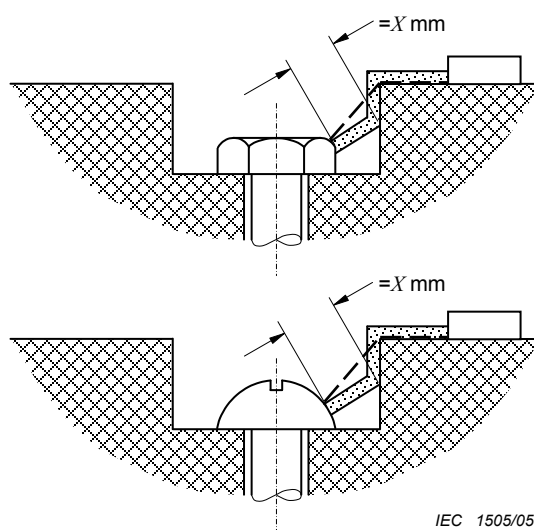
Condition: Creepage distance through uncemented joint is less than creepage distance over barrier.

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the barrier. The creepage path follows the contour of the joint.



Example 9

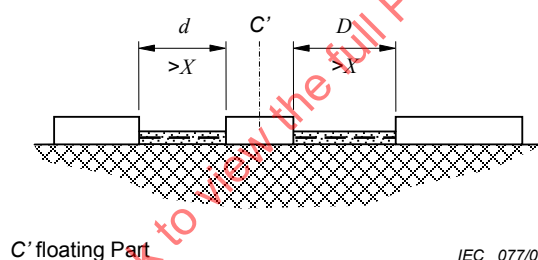
Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.



Example 10

Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Measurement of creepage distance is from screw to wall when the distance is equal to X mm.



Example 11

Clearance is distance $(d + D)$

Creepage distance is also $(d + D)$

Annex B (normative)

Proof tracking test

The proof tracking test is made in accordance with IEC 60112.

For the purpose of this standard, the following applies.

- a) In Clause 5, Test Sample, of IEC 60112
 - note 3 also applies to the proof-tracking index procedure of 10.1;
 - if the surface 15 mm x 15 mm cannot be obtained because of the small dimension of the PT systems, special samples made with the same manufacturing process shall be used.
- b) In 7.3, Test solutions, of IEC 60112, test solution “A” shall be used.
- c) The proof-tracking index procedure of 10.1 of IEC 60112 is performed on 3 samples at the voltage related to the PTI value for the material group declared by the manufacturer according to 10.3 of this standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011

Annex C

(normative)

Relationship between rated impulse withstand voltage, rated voltage and overvoltage category III

**Table C.1 – Rated impulse withstand voltage for PT systems energised directly
from the low voltage mains**

Nominal voltage of the supply system based on IEC 60038 ^a		Voltage line to neutral derived from nominal voltages a.c. or d.c. up to and including	Rated impulse withstand voltage
V			V
Three phase	Single phase	V	Overvoltage category
230/400; 277/480 400/690 ^b	120-240	50	800
		100	1 500
		150	2 500
		300	4 000
		600 ^b	6 000 ^c
NOTE 1 For more information concerning supply systems, see IEC 60664-1 Annex B.			
NOTE 2 For more information concerning overvoltage category, see 4.3.3.2.2 of IEC 60664-1.			
^a The / mark indicates a four-wire three-phase distribution system. The lower value is the voltage line-to-neutral, while the higher value is the voltage line-to-line.			
^b These values are outside the scope of this standard.			
^c These values are included to allow use with 10.2.5.			

Annex D (normative)

Pollution degree

D.1 Introduction

The micro-environment determines the effect of pollution on the insulation. The macro-environment, however, has to be taken into account when considering the micro-environment.

Means may be provided to reduce pollution at the insulation under consideration by effective use of enclosures, encapsulation or hermetic sealing. Such means to reduce pollution may not be effective when the PT system is subject to condensation or if, in normal operation, it generates pollutants itself.

Small clearances can be bridged completely by solid particles, dust and water and therefore minimum clearances are specified where pollution may be present in the micro-environment.

NOTE Pollution will become conductive in the presence of humidity. Pollution caused by contaminated water, soot, metal or carbon dust is inherently conductive.

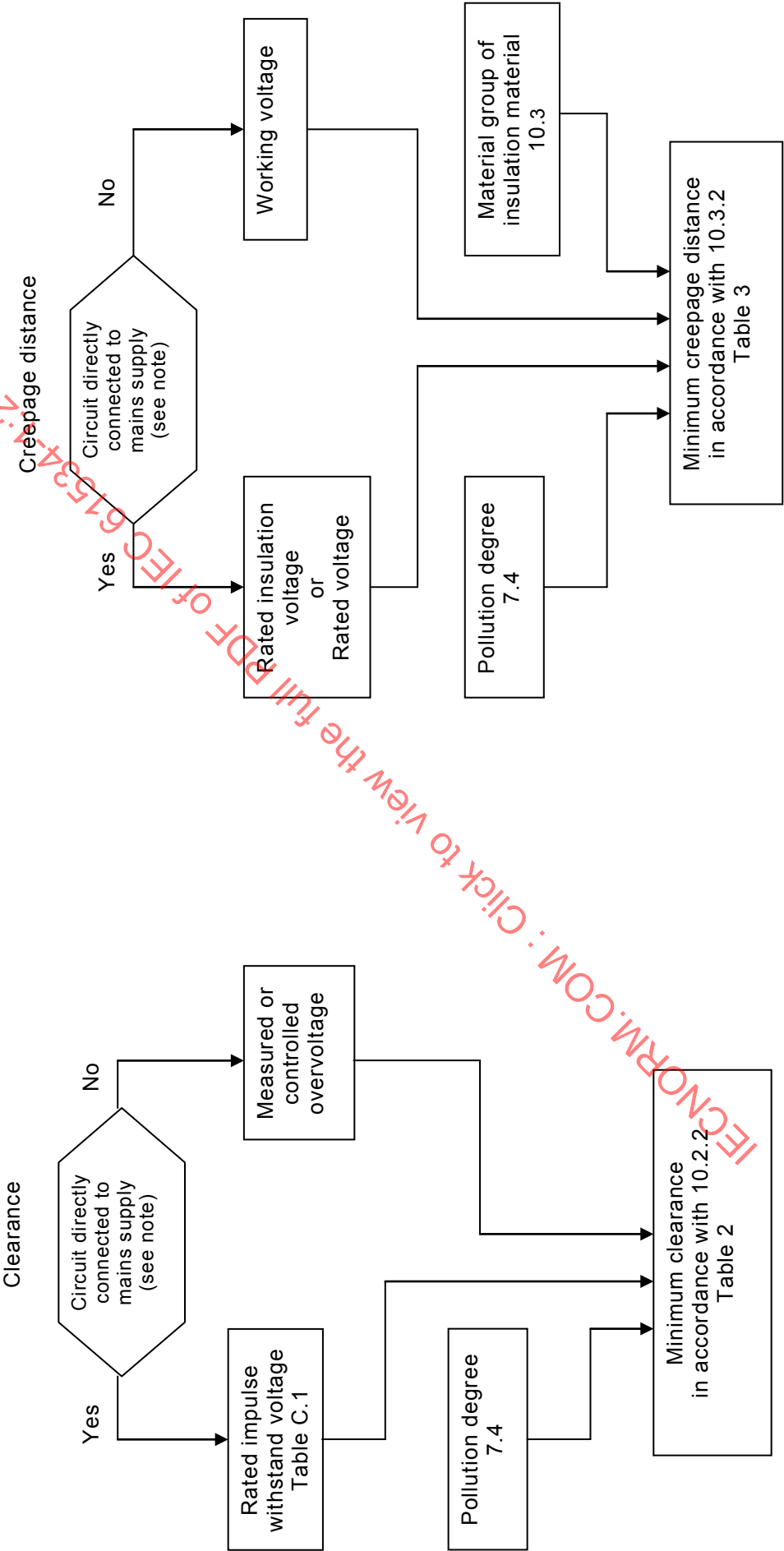
D.2 Degrees of pollution in the micro-environment

For the purpose of evaluating creepage distances and clearances, the following three degrees of pollution in the micro-environment are established:

- **Pollution degree 1**
No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
- **Pollution degree 2**
Only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.
- **Pollution degree 3**
Conductive pollution occurs or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected.

Annex E
(informative)

Diagram for the dimensioning of clearances and creepage distances



IEC 950/11

NOTE Includes all circuits significantly affected by external transient overvoltages.

Annex F (normative)

Impulse voltage test

The purpose of this test is to verify that clearances will withstand specified transient overvoltage. The impulse withstand voltage test is carried out with a voltage having a 1,2/50 μ s wave-form as specified in IEC 60060-1 and is intended to simulate overvoltage of atmospheric origin and overvoltages due to switching of low-voltage equipment.

The test shall be conducted for a minimum of three impulses of each polarity with an interval of at least 1 s between pulses.

NOTE The output impedance of the impulse generator should be not higher than 500 Ω . When testing samples incorporating system components across the test circuit, a much lower output impedance may be used.

When surge suppression is provided inside the sample, the impulse shall have the following characteristics:

- the waveform 1,2/50 μ s for the no-load voltage with amplitudes equal to the values given in Table F.1;
- the waveform 8/20 μ s for an appropriate surge current.

Surge suppression means, if any, shall be disconnected during the impulse voltage test.

Table F.1 – Test voltages for verifying clearances at sea level

Rated impulse withstand voltage $\hat{U}$ kV	Impulse test voltage at sea level $\hat{U}$ kV
0,33	0,35
0,5	0,55
0,8	0,91
1,5	1,75
2,5	2,95
4,0	4,8
6,0	7,3
NOTE 1 Explanations concerning the influencing factors (air pressure, altitude, temperature, humidity) with respect to electric strength of clearances are given in 6.1.2.2.1.3 of IEC 60664-1. NOTE 2 When testing clearances, associated solid insulation will be subjected to the test voltage. As the impulse test voltage of Table F.1 is increased with respect to the rated impulse voltage, solid insulation will have to be designed accordingly. This results in an increased impulse withstand capability of the solid insulation.	

Annex G (normative)

Routine test

G.1 Introduction

Routine tests are prescribed in those situations where detection on 100 % basis is considered to be essential for safety.

G.2 General considerations

In cases where the PT system does not pass the relevant test, corrective actions shall be made.

G.3 Routine test to be conducted in the situation of reduced clearances

Clearances for basic or functional insulation which are less than values given in Table 2 shall be confirmed by routine test using the test of Annex F.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011

Annex H
(normative)

**Additional test requirements for PT systems already complying
with IEC 61534-1: 2003**

A PT system already complying with IEC 61534-1: 2003 only requires testing in accordance with Clause 18 in order to comply with this standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011

Bibliography

- [1] IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*
 - [2] IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*
 - [3] IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
 - [4] IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
 - [5] IEC 60439-2:2000, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)*
 - [6] IEC 60570:2003, *Electrical supply track systems for luminaires*
 - [7] IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
 - [8] IEC 61084 (all parts), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*
 - [9] IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary – Switchgear, controlgear and fuses*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	71
INTRODUCTION	73
1 Domaine d'application	74
2 Références normatives	74
3 Termes et définitions	76
4 Exigences générales	82
5 Notes générales sur les essais	82
6 Caractéristiques assignées	83
7 Classification	83
8 Marquage et documentation	84
9 Construction	87
10 Distances d'isolement dans l'air, lignes de fuite et isolation solide	90
10.1 Généralités	90
10.2 Distances d'isolement dans l'air	91
10.2.1 Généralités	91
10.2.2 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation principale	91
10.2.3 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation fonctionnelle	91
10.2.4 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation supplémentaire	92
10.2.5 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation renforcée	92
10.3 Lignes de fuite	92
10.3.1 Généralités	92
10.3.2 Lignes de fuite pour isolation principale	93
10.3.3 Lignes de fuite pour isolation fonctionnelle	94
10.3.4 Lignes de fuite pour isolation supplémentaire	94
10.3.5 Lignes de fuite pour isolation renforcée	94
10.4 Isolation solide	95
11 Protection contre les chocs électriques	95
11.1 Accès aux parties actives	95
11.2 Dispositions de mise à la terre	96
11.3 Efficacité de la continuité du circuit de protection	96
12 Bornes et terminaisons	97
13 Vis, pièces transportant le courant et connexions	99
14 Résistance mécanique	102
14.1 Généralités	102
14.2 Essai de choc	102
14.3 Essai de charge statique	102
15 Essai de résistance d'isolement et essai de rigidité diélectrique	103
15.1 Généralités	103
15.2 Epreuve hygroscopique	104
15.3 Essai de résistance d'isolement	104
15.3.1 Généralités	104
15.3.2 Essai pour l'isolation fonctionnelle	104
15.3.3 Essai pour l'isolation principale, l'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée	104

15.4 Essai de rigidité diélectrique.....	105
16 Fonctionnement normal	106
17 Echauffement	106
18 Protection contre les courts-circuits et résistance aux courts-circuits.....	109
18.1 Généralités.....	109
18.2 Informations concernant les caractéristiques assignées de court-circuit	109
18.3 Valeurs de courant de court-circuit	110
18.3.1 Relation entre le courant de crête et le courant de court-circuit	110
18.3.2 Valeur et durée du courant de court-circuit	111
18.4 Vérification de la résistance aux courts-circuits	111
18.4.1 Dispositif d'essai	111
18.4.2 Conditions d'essai – Généralités	111
18.4.3 Essais du système de conducteurs préfabriqués.....	112
19 Résistance à la chaleur	114
20 Résistance au feu.....	115
20.1 Inflammabilité.....	115
20.2 Propagation de la flamme.....	116
21 Influences externes	117
21.1 Résistance à la corrosion	117
21.1.1 Généralités.....	117
21.1.2 Essai de corrosion pour environnements secs non agressifs	117
21.1.3 Essai de corrosion pour conducteur préfabriqué en contact avec un matériau de chape.....	117
21.2 Degrés de protection procurés par les enveloppes	118
21.2.1 Généralités.....	118
21.2.2 Protection contre la pénétration de corps solides étrangers	118
21.2.3 Protection contre la pénétration de l'eau.....	118
22 Compatibilité électromagnétique.....	118
22.1 Immunité	118
22.2 Emission	118
Annexe A (normative) Mesure des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	125
Annexe B (normative) Essai de tenue au cheminement.....	130
Annexe C (normative) Relation entre la tension assignée de tenue aux chocs, la tension assignée et la catégorie de surs tension III.....	131
Annexe D (normative) Degré de pollution.....	132
Annexe E (informative) Diagramme pour le dimensionnement des distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite	133
Annexe F (normative) Essai de tension de choc.....	134
Annexe G (normative) Essai individuel de série	135
Annexe H (normative) Exigences d'essai supplémentaires pour les systèmes de conducteurs préfabriqués satisfaisant déjà à la CEI 61534-1: 2003.....	136
Bibliographie.....	137
Figure 1 – Appareillage de traction pour l'essai du dispositif d'arrêt	119
Figure 2 – Appareillage de torsion pour l'essai de l'ancrage de câble.....	120
Figure 3 – Dispositif pour l'essai à la flamme	121

Figure 4 – Enveloppe pour l'essai à la flamme	122
Figure 5 – Essai de charge statique pour une longueur	123
Figure 6 – Essai de charge statique pour une jonction	123
Figure 7 – Dispositif d'essai en court-circuit	124
Tableau 1 – Valeurs des forces de traction et couples de torsion pour les essais sur les ancrages de câbles	89
Tableau 2 – Distances minimales d'isolement dans l'air pour l'isolation principale	92
Tableau 3 – Lignes de fuite minimales pour l'isolation principale	94
Tableau 4 – Capacité minimale de connexion des bornes	97
Tableau 5 – Valeurs des couples pour les vis	100
Tableau 6 – Résistance d'isolement minimale	105
Tableau 7 – Rigidité diélectrique	105
Tableau 8 – Valeurs limites d'échauffement	108
Tableau 9 – Sections des conducteurs d'essai rigides (massifs ou câbles)	109
Tableau 10 – Sections des conducteurs d'essai souples	109
Tableau 11 – Valeurs normalisées du facteur n	110
Tableau 12 – Températures d'essai pour l'essai au fil incandescent	116
Tableau A.1 – Valeurs minimales de la largeur X	125
Tableau C.1 – Tension assignée de tenue aux chocs pour les systèmes de conducteurs préfabriqués alimentés directement à partir du réseau basse tension	131
Tableau F.1 – Tensions d'essai pour la vérification des distances d'isolement dans l'air au niveau de la mer	134

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE CONDUCTEURS PRÉFABRIQUÉS –

Partie 1: Exigences générales

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61534-1 a été établie par le sous-comité 23A: Systèmes de câblage, du comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003 et constitue une révision technique. Les principaux changements par rapport à l'édition antérieure sont les suivants:

- mise à jour des références normatives (Article 2) ;
- modifications du nombre d'échantillons à soumettre aux essais (Paragraphe 5.3),
- introduction d'un essai de court-circuit (nouvel Article 18),
- modifications des influences externes (Article 21).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23A/630/FDIS	23A/631/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61534, sous le titre général *Systèmes de conducteurs préfabriqués*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

La différence suivante existe dans les pays cités ci-dessous:

- Tableau 4, première colonne, première ligne: il convient que la borne de courant assigné 10 A soit capable de serrer au minimum une section de 1 mm² (RU) ;
- l'Australie possède des règles d'installation spécifiques pour les socles de prise de courant commandés. En Australie la norme AS/NZS 3000 contient des exigences pour les dispositifs de coupure qui doivent être appliquées dans les installations électriques australiennes et néo-zélandaises.
- 9.5: en Australie, les fusibles et les éléments de remplacement ne doivent pas être utilisés.

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

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

Le contenu du corrigendum de juin 2013 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

Les exigences particulières pour les différents types de systèmes de conducteurs préfabriqués seront spécifiées dans les Parties 2 appropriées de la CEI 61534.

Pour un type particulier de système de conducteurs préfabriqués, il est nécessaire de prendre en compte les exigences de la Partie 1 de la norme conjointement avec les exigences particulières de la Partie 2 appropriée qui compléteront ou modifieront certains des articles correspondants de la Partie 1 pour obtenir la totalité des exigences pour ce type de système.

La Partie 1 doit s'appliquer sauf en cas de complément ou de modification par une Partie 2 appropriée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61534-1:2011

SYSTÈMES DE CONDUCTEURS PRÉFABRIQUÉS –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de la CEI 61534 définit les exigences générales et les essais pour les systèmes de conducteurs préfabriqués de tension assignée inférieure ou égale à 277 V en courant alternatif monophasé, ou 480 V en courant alternatif bi- ou triphasé, de fréquence 50 Hz/60 Hz, de courant assigné inférieur ou égal à 63 A. Ces systèmes sont utilisés pour la distribution de l'électricité dans les bâtiments domestiques, commerciaux et industriels.

1.2 Les systèmes de conducteurs préfabriqués conformes à la présente norme sont destinés à être utilisés dans les conditions suivantes:

- une température ambiante comprise entre -5°C et $+40^{\circ}\text{C}$, la valeur moyenne sur une période de 24 h n'excédant pas 35°C ;
- un lieu d'installation non sujet à une source de chaleur susceptible d'élever la température au-dessus de la limite spécifiée ci-dessus,
- une altitude n'excédant pas 2000 m au-dessus du niveau de la mer,
- une atmosphère non soumise à une pollution excessive par la fumée ou les émanations chimiques, à des périodes prolongées de forte humidité ou autres conditions anormales.

Dans les endroits où certaines conditions particulières prévalent, comme les navires, les véhicules etc. et les endroits dangereux, par exemple lorsque des explosions sont susceptibles de se produire, des dispositions particulières de construction peuvent être nécessaires.

La présente norme ne s'applique pas aux

- aux systèmes de goulottes et de conduits profilés couverts par la CEI 61084 [8] ¹;
- aux canalisations préfabriquées couvertes par la CEI 60439-2 [5];
- aux systèmes d'alimentation électrique par rail pour luminaires couverts par la CEI 60570 [6].

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

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

CEI 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

CEI 60127-1:2006, *Coupe-circuit miniatures – Partie 1: Définitions pour coupe-circuit miniatures et exigences générales pour éléments de remplacement miniatures* (disponible en anglais seulement)

CEI 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)* ²

CEI 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

CEI 60695-11-2:2003, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-2: Flammes d'essai – Flamme à prémélange de 1 kW nominal – Appareillage, disposition d'essai de vérification et indications*

CEI 60695-10-2:2003, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

CEI 60884-1:2002, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*
Amendement 1 (2006)³

CEI 60998-1:2002, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60998-2-3:2002, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-3: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage à perçage d'isolant*

CEI 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)*

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

² Il existe une édition consolidée 2.1 (2001) comprenant la CEI 60529 (1989) et son amendement 1 (1999).

³ Il existe une édition consolidée 3.1 (2006) comprenant la CEI 60884-1 (2002) et son amendement 1 (2006).

CEI 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

CEI 61210:2010, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

ISO 1456:2009, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques - Dépôts électrolytiques de nickel, de nickel plus chrome, de cuivre plus nickel et de cuivre plus nickel plus chrome*

ISO 2081:2008, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Dépôts électrolytiques de zinc avec traitements supplémentaires sur fer ou acier*

ISO 2093:1986, *Dépôts électrolytiques d'étain – Spécifications et méthodes d'essai*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

système de conducteurs préfabriqués

système PT

ensemble de composants d'un système comprenant un conducteur préfabriqué par lequel des appareillages peuvent être connectés au réseau électrique en un ou plusieurs points (prédéterminés ou non) le long du conducteur préfabriqué

3.2

composant du système

partie spécialement conçue pour le système de conducteurs préfabriqués et qui peut ou non recevoir un appareillage

3.3

conducteur préfabriqué

composant du système, constitué généralement d'un assemblage linéaire de barres conductrices espacées et soutenues, permettant la connexion électrique des appareillages

NOTE Un conducteur préfabriqué peut aussi assurer le support mécanique des appareillages.

3.4

barre conductrice

conducteur transportant le courant d'alimentation sur lequel par exemple peuvent être raccordés un ou plusieurs éléments de dérivation, appareillages ou composants d'un système électrique

3.5

appareillage

dispositif électrique en conformité avec sa propre norme et associé avec ou incorporé dans le système de conducteurs préfabriqués

3.6

appareillage démontable

appareillage construit de façon qu'un câble puisse être ajusté ou remplacé en utilisant un outil

3.7

composant non démontable du système

composant du système construit de façon qu'il constitue, après la connexion et l'assemblage par le constructeur du composant du système, une pièce unique avec le câble

3.8**connecteur**

dispositif qui permet la connexion électrique et éventuellement la connexion mécanique des conducteurs préfabriqués

3.9**connecteur d'alimentation**

dispositif permettant le raccordement du conducteur préfabriqué à la canalisation électrique

3.10**partie active**

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention pas un conducteur PEN

[CEI 60050-195:1998, 195-02-19, modifié] [2]

3.11**tension assignée, courant assigné**

valeur attribuée à un système de conducteurs préfabriqués par le constructeur et à laquelle le fonctionnement et les caractéristiques de performance se réfèrent

3.12**organe de serrage**

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

3.13**terminaison**

partie d'un système de conducteurs préfabriqués auquel un ou plusieurs conducteurs sont attachés fournissant une connexion non réutilisable

3.14**borne**

partie d'un système de conducteurs préfabriqués composé d'un ou de plusieurs organes de serrage auxquels un ou plusieurs conducteurs sont attachés, fournissant une connexion réutilisable

3.15**dispositif de connexion à perçage d'isolant****DCPI**

dispositif de connexion pour le raccordement et la déconnexion ultérieure éventuelle d'un conducteur ou l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, la connexion étant réalisée par perçage, transperçement, découpage, enlèvement, déplacement ou en rendant inopérante d'une autre façon l'isolation du ou des conducteurs sans dénudage préalable

NOTE L'enlèvement de la gaine du câble, si nécessaire, n'est pas considéré comme étant un dénudage préalable.

3.16**borne plate à connexion rapide**

connexion électrique se composant d'une languette et d'un clip qui peuvent être insérés et retirés avec ou sans l'usage d'un outil

3.17**fiche**

appareillage conçu pour la connexion d'un câble souple destiné à de fréquentes insertions manuelles dans un socle

3.18

socle

appareillage pourvu d'un ensemble de contacts destinés à recevoir les broches d'une fiche correspondante et qui peut posséder des bornes ou terminaisons pour la connexion des conducteurs

3.19

élément de remplacement

partie d'un fusible comprenant le ou les éléments fusibles et destinée à être remplacée après fonctionnement du fusible

3.20

essai de type

essai d'un ou plusieurs systèmes de conducteurs préfabriqués représentatifs d'une conception en vue de montrer que cette conception satisfait à certaines spécifications

[CEI 60050-151:2001, 151-16-16, modifié] [1]

3.21

essai individuel de série

essai auquel est soumis chaque système de conducteurs préfabriqués en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait aux exigences appropriées de la présente norme

[CEI 60050-151:2001, 151-16-17, modifié]

NOTE L'essai individuel de série est spécifié à l'Annexe G.

3.22

conducteur préfabriqué conventionnel d'essai

dispositif destiné à conserver l'apparence visuelle et l'intégrité mécanique, qui peut être équipé ou non de parties transportant le courant

3.23

élément de dérivation

composant du système conçu pour des manœuvres d'insertion manuelles peu fréquentes avec les barres conductrices, directement ou indirectement, à travers un socle de dérivation

3.24

socle de dérivation

ouverture dans laquelle l'élément de dérivation s'insère

3.25

distance d'isolement dans l'air

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

3.26

ligne de fuite

distance la plus courte, le long de la surface d'un isolant solide, entre deux parties conductrices

[CEI 60050-151:2001, 151-15-50]

3.27

surtension

tension ayant une valeur de crête dépassant la valeur de crête correspondante de la tension maximale en régime permanent dans des conditions normales de fonctionnement

3.28**surtension transitoire**

surtension de courte durée, ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie

[CEI 60050-604:1987,604-03-13]

3.29**catégorie de surtension**

nombre définissant une condition de surtension transitoire

3.30**tension assignée de tenue aux chocs**

valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, attribuée par le constructeur et qui ne provoque pas de claquage de l'isolant dans des conditions spécifiées

3.31**tension assignée d'isolement**

valeur efficace de la tension de tenue fixée par le constructeur au système de conducteurs préfabriqués ou à une partie de celui-ci, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation

3.32**protection principale**

protection contre les chocs électriques en l'absence de défaut

[CEI 60050-195:1998,195-06-01]

3.33**protection en cas de défaut**

protection contre les chocs électriques dans des conditions de défaut simple (par exemple défaillance de l'isolation principale)

[CEI 60050-195:1998,195-06-02, modifié]

3.34**isolation fonctionnelle**

isolation entre pièces conductrices qui est uniquement nécessaire au bon fonctionnement du système de conducteurs préfabriqués

[CEI 60050-195:1998,195-02-41, modifié]

3.35**isolation principale**

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

[CEI 60050-195:1998,195-06-06, modifié]

3.36**isolation supplémentaire**

isolation indépendante utilisée en plus de l'isolation principale, en tant que protection en cas de défaut, afin d'assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaillance de l'isolation principale (protection en cas de défaut)

[CEI 60050-195:1998,195-06-07, modifié]

3.37

double isolation

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

[CEI 60050-195:1998,195-06-08]

3.38

isolation renforcée

isolation des parties actives, assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une double isolation

[CEI 60050-195:1998,195-06-09]

3.39

isolation solide

matériau d'isolation, non gazeux ou liquide, situé entre deux parties conductrices

3.40

pollution

apport de matériau étranger, solide, liquide ou gazeux qui peut entraîner une réduction de la résistivité électrique de surface

3.41

degré de pollution

nombre caractérisant la pollution prévue du micro-environnement

3.42

micro-environnement

environnement immédiat de l'isolation qui influence en particulier le dimensionnement des lignes de fuite

3.43

macro-environnement

environnement de la pièce ou de tout autre endroit, dans lequel le matériel est installé ou utilisé

3.44

personne ordinaire

personne qui n'est ni une personne qualifiée ni une personne avertie

[CEI 60050-195:1998,195-04-03]

3.45

personne électriquement qualifiée

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[CEI 60050-195:1998,195-04-01, modifié]

3.46

personne électriquement avertie

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées en électricité pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[CEI 60050-195:1998,195-04-02, modifié]

3.47**membrane d'entrée**

composant ou partie intégrante d'un système de conducteurs préfabriqués utilisé(e) pour protéger le câble et qui peut être utilisé(e) pour soutenir le câble, le conduit, le conduit profilé ou la goulotte au point d'entrée

NOTE Une membrane d'entrée peut également prévenir de la pénétration.

3.48**outil spécialisé**

outil qu'il est peu probable d'utiliser facilement pour un usage domestique, par exemple une clé pour une vis à tête à trois pans

3.49**masse (dans une installation électrique)****partie conductrice accessible**

partie conductrice d'un matériel, susceptible d'être touchée, et qui n'est pas normalement sous tension, mais peut le devenir lorsque l'isolation principale est défaillante

[CEI 60050-195:1998,195-06-10]

NOTE Une partie conductrice d'un matériel électrique qui ne peut être mise sous tension que par l'intermédiaire d'une masse qui est devenue sous tension n'est pas considérée comme une masse.

3.50**partie active dangereuse**

partie active qui peut provoquer, dans certaines conditions, un choc électrique nuisible

3.51**courant de court-circuit conditionnel assigné (I_{cc}) du circuit d'un système de conducteurs préfabriqués**

valeur du courant de court-circuit présumé, déclarée par le constructeur du système de conducteurs préfabriqués pouvant être supportée pendant toute la durée de fonctionnement (durée d'élimination d'un défaut) du dispositif de protection contre les courts-circuits dans des conditions spécifiées

NOTE 1 Les conditions d'essai sont spécifiées en 18.2 et 18.4.

NOTE 2 Pour le courant alternatif, le courant de court-circuit conditionnel assigné est exprimé par la valeur efficace du composant à courant alternatif.

NOTE 3 Le dispositif de protection contre les courts-circuits peut faire partie intégrante du système de conducteurs préfabriqués ou être une unité séparée.

3.52**courant de courte durée admissible**

I_{cw}

courant qu'un circuit ou un appareillage de connexion dans la position de fermeture peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[CEI 60050-441:1984,441-17-17]

3.53**terre sans bruit (propre)**

conducteur de terre à la fois de protection et fonctionnel dans lequel le niveau de perturbation conduite ou induite de sources externes ne génère pas un dysfonctionnement inacceptable pour le traitement des données ou matériel analogue auquel il est connecté. La susceptibilité en termes de caractéristiques d'amplitude/fréquence varie en fonction du type de matériel

4 Exigences générales

4.1 Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être conçus et construits de façon que leur fonctionnement en usage normal soit sûr et sans danger excessif pour l'utilisateur ou son environnement.

4.2 La conformité est vérifiée par tous les essais appropriés selon la présente norme et la partie 2 correspondante.

4.3 Les appareillages associés avec ou incorporés dans un composant du système doivent et ont besoin uniquement d'être conformes à la norme appropriée de cet appareillage lorsqu'elle existe.

5 Notes générales sur les essais

5.1 Tous les essais décrits dans la présente norme sont des essais de type.

5.2 Sauf spécification contraire indiquée dans la présente norme, les échantillons doivent être soumis à essai en l'état de livraison dans les conditions d'emploi normales ou simulées, à une température ambiante égale à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Les échantillons utilisés pour les essais doivent être représentatifs de la production normale eu égard à tous les détails qui peuvent affecter les résultats des essais. Sauf spécification contraire, les échantillons doivent être assemblés et montés en accord avec les instructions du constructeur. Les échantillons de composants non démontables du système doivent être fournis avec un câble souple approprié dont la longueur doit au moins être égale à 1 m.

5.3 Trente échantillons doivent être soumis à un examen et aux essais dans l'ordre suivant des articles:

IECNORM.COM : Click to view the full pdf of IEC 61534-1:2011

Nombre d'échantillons	Numéro d'article				
3	8	9	10 (15) ^b	11	14 (10/ 11.1/ 11.3/15.3) ^b
1 ^a	14.1 (10/ 11.1/ 11.3/15.3) ^b				
3	12	13	16	17	21 (15.4) ^b
1 ^d	18 ^c (11.3.1, 15.4) ^b ; ([10.2, 10.3, 16.3] ^e) ^b				
3	19				
1	20.1				
1	20.2				

^a Pour l'essai à froid.

^b Les articles entre parenthèses indiquent les essais référencés dans le principal article d'essai précédent.

^c Les essais en court-circuit doivent être réalisés sur un nouvel échantillon.

^d Les essais peuvent être réalisés sur un échantillon ou chaque essai peut être réalisé sur un nouvel échantillon, à la discrétion du constructeur.

^e Essais uniquement requis en cas de doute.

Sauf spécification contraire, un échantillon signifie un composant individuel, un conducteur préfabriqué de longueur non inférieure à 1 m, ou une combinaison caractérisant le système comme un tout.

5.4 Sauf spécification contraire, trois échantillons doivent être soumis aux essais pertinents. Les exigences sont satisfaites si tous les échantillons satisfont aux exigences d'essai. Si un des échantillons ne satisfait pas aux exigences d'essai en raison d'un défaut d'assemblage ou de fabrication, cet essai et tous les essais précédents qui peuvent avoir influencé les résultats doivent être recommencés ainsi que les essais suivants qui doivent être exécutés selon la séquence requise sur un autre lot complet d'échantillons. La totalité des échantillons du nouveau lot doit satisfaire aux exigences.

6 Caractéristiques assignées

Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent avoir

- une tension assignée n'excédant pas 480 V en courant alternatif, et
- un courant assigné n'excédant pas 63 A.

7 Classification

Les systèmes de conducteurs préfabriqués et/ou les composants du système doivent être classés comme suit:

7.1 Selon la résistance à l'impact pour l'installation et la mise en œuvre:

7.1.1 Système de conducteurs préfabriqués pour impact léger: 1 J

7.1.2 Système de conducteurs préfabriqués pour impact moyen: 2 J

7.1.3 Système de conducteurs préfabriqués pour impact fort: 5 J

7.1.4 Système de conducteurs préfabriqués pour impact très fort: 20 J

7.2 Selon que les éléments de dérivation sont destinés à être connectés et déconnectés avec le système de conducteurs préfabriqués sous tension et/ou leur charge connectée.

7.2.1 Eléments de dérivation non destinés à être connectés ou déconnectés lorsque le système de conducteurs préfabriqués est sous tension.

7.2.2 Eléments de dérivation destinés à être connectés ou déconnectés lorsque le système de conducteurs préfabriqués est sous tension mais sans charge connectée.

7.2.2.1 Par une personne ordinaire, une personne qualifiée ou une personne avertie.

7.2.2.2 Par une personne qualifiée ou une personne avertie.

7.2.3 Eléments de dérivation destinés à être connectés ou déconnectés lorsque le système de conducteurs préfabriqués est sous tension et avec une charge connectée.

7.3 Selon les degrés de protection procurés par les enveloppes selon la CEI 60529.

7.3.1 Selon la protection contre la pénétration des corps solides étrangers.

7.3.2 Selon la protection contre la pénétration nuisible de l'eau.

7.4 Selon le degré de pollution

7.4.1 Degré de pollution 1

7.4.2 Degré de pollution 2

7.4.3 Degré de pollution 3

NOTE 1 Les détails concernant les degrés de pollution sont donnés à l'Annexe D.

NOTE 2 Un système de conducteurs préfabriqués adapté à un usage dans une situation spécifique peut être utilisé dans une situation de pollution moindre.

7.5 Selon la tension assignée de tenue aux chocs:

330 V, 500 V, 1 500 V, 2 500 V, 4000 V.

NOTE La relation entre la tension assignée de tenue aux chocs, la tension assignée et la catégorie de surtension est donnée à l'Annexe C.

8 Marquage et documentation

8.1 Chaque composant du système doit être marqué avec

- a) le nom ou la marque d'identification du constructeur ou du vendeur responsable;
- b) l'identification du produit qui peut comprendre, par exemple, une couleur, un numéro de catalogue, un symbole.

Dans le cas où le système de conducteurs préfabriqués est fourni en tant qu'ensemble, alors seul l'ensemble nécessite d'être marqué, et ce marquage ne doit pas être apposé sur des parties facilement démontables.

Lorsqu'il n'est pas possible de marquer un composant du système en raison de sa taille, il est alors considéré comme suffisant d'apposer le marquage sur la plus petite unité d'emballage selon 8.1.

La conformité est vérifiée par examen.

8.2 En supplément de 8.1, le conducteur préfabriqué, les éléments de dérivation et les connecteurs d'alimentation doivent être marqués avec

- a) la tension assignée en volts,
- b) le courant assigné en ampères,
- c) la nature de l'alimentation par exemple 50Hz, 60 Hz.

Si des symboles sont utilisés, ils doivent être en accord avec 8.7.

La conformité est vérifiée par examen.

8.3 Les bornes de phase, de neutre et de terre pour les conducteurs externes doivent être marquées en utilisant les symboles en accord avec 8.7, ou bien ces marques peuvent être apposées au voisinage de la borne.

La conformité est vérifiée par examen.

8.4 Si cela est nécessaire pour une installation correcte, par exemple pour des bornes de type sans vis ou des bornes à perçage d'isolant, l'information suivante doit être fournie par un marquage au voisinage des bornes:

- la procédure de connexion et de déconnexion;
- les sections et les types de conducteurs pouvant être connectés.

NOTE Les conducteurs pouvant être connectés peuvent être de type massif, câblé, souple, en cuivre ou en aluminium.

En guise d'alternative, l'information peut être apposée sur la plus petite unité d'emballage ou dans les instructions d'installation du constructeur.

De plus l'emplacement des dispositifs de protection tels que les coupe-circuit à fusibles, les disjoncteurs et les dispositifs à courant résiduel qui ne sont pas visibles après installation doit de plus être marqué dans leur voisinage avec le symbole approprié ou le texte qui doit être visible après installation. Dans le cas de coupe-circuit à fusibles ou d'autres dispositifs de protection qui peuvent être remplacés sans l'usage d'un outil, le courant approprié doit aussi être marqué ainsi que la tension appropriée, si nécessaire.

La conformité est vérifiée par examen.

8.5 Le constructeur ou le vendeur responsable doit fournir la documentation donnant l'information nécessaire à une installation et une utilisation correctes et en sécurité du système de conducteurs préfabriqués:

- les composants du système de conducteurs préfabriqués;
- la fonction des composants du système et leur assemblage;
- la classification du système de conducteurs préfabriqués selon l'Article 7;
- la conduite pour atteindre la performance déclarée;

- la conduite relative à l'examen périodique et/ou à la maintenance lorsque c'est nécessaire;
- éventuellement les caractéristiques de charge statique (voir 14.3);
- le fonctionnement en court-circuit selon 18.3.
- les sections maximale et minimale des câbles que les bornes d'alimentation sont capables de recevoir.

La conformité est vérifiée par examen.

8.6 L'information selon 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 et 8.5 qui est fournie sur la plus petite unité d'emballage ou dans les instructions d'installation du constructeur doit se présenter sous forme d'illustrations et/ou dans une langue acceptable par le pays dans lequel le système de conducteurs préfabriqués est destiné à être installé.

La conformité est vérifiée par examen.

8.7 Symboles

Ampère	A
Volt	V
Hertz	Hz
Courant alternatif	~ [CEI 60417-5032 (2002-10)] ou a.c.
Phase	L, ou, s'il y en a plusieurs, L1, L2, L3, etc.
Neutre	N
Terre de protection	 [CEI 60417-5019 (2006-08)]
Terre sans bruit (propre)	
Fusible	 [CEI 60417-5016 (2002-10)]

Degré IP de protection selon la CEI 60529, IPXX

Pour le marquage du courant assigné et de la tension assignée, des chiffres peuvent être utilisés seuls. Les chiffres pour le courant assigné doivent être placés devant ou au-dessus de ceux de la tension assignée et séparés de ces derniers par un trait. Si le symbole de la nature de l'alimentation est utilisé, il doit être placé à la fin du marquage des courant et tension assignés.

Par exemple 10 A 250 V ~ ou 10/250 ~ ou $\frac{10}{250}$ ~

La conformité est vérifiée par examen.

8.8 Le marquage sur le produit doit être durable et facilement lisible.

Le marquage selon 8.2, 8.3 et 8.4 ne doit pas être apposé sur des parties facilement démontables, sur des vis ou des rondelles.

La conformité est vérifiée par examen, en utilisant la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire et par frottement du marquage à la main pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'eau puis de nouveau pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'essence.

Après l'essai, le marquage doit être lisible. Les étiquettes ne doivent pas être facilement détachables et ne doivent pas s'être recroquevillées.

NOTE 1 L'essence est définie comme un solvant aliphatique à base d'hexane avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition de 65 °C, une température d'ébullition finale de 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm³.

NOTE 2 Le marquage sur le produit peut être apposé, par exemple, par moulage, emboutissage, gravure, impression, étiquettes adhésives ou décalcomanies.

NOTE 3 La durabilité des marquages effectués par gravure, moulage ou emboutissage est considérée comme satisfaisant aux exigences sans essai.

9 Construction

9.1 Pour les éléments de dérivation classés selon 7.2.1, il ne doit pas être possible de les connecter ou les déconnecter sans l'usage d'un outil, sauf si la conception de l'élément de dérivation est telle qu'il n'est pas possible de les connecter ou les déconnecter avec le système de conducteurs préfabriqués sous tension.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

9.2 Pour les éléments de dérivation classés selon 7.2.2.1, il ne doit pas être possible de les connecter ou les déconnecter avec l'élément de dérivation en charge.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

9.3 Pour les éléments de dérivation classés selon 7.2.2.2, l'élément de dérivation doit être clairement marqué pour indiquer qu'il ne doit pas être connecté ou déconnecté en charge et doit être uniquement accessible à l'aide d'un outil ou destiné à faire l'objet d'un accès restreint par une personne ordinaire.

NOTE Les éléments de dérivation soumis à un accès restreint par une personne ordinaire comprennent par exemple

- a) les éléments de dérivation situés sous un plancher surélevé,
- b) les éléments de dérivation situés à une hauteur > 2,5 m au-dessus du niveau du plancher ou à l'intérieur d'un plafond suspendu.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

9.4 Pour les composants non démontables du système, il ne doit pas être possible de rompre les terminaisons et/ou de remplacer le câble sans rendre le composant du système inutilisable de façon permanente.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel si nécessaire.

9.5 Les composants du système destinés à recevoir des éléments de remplacement pour fusibles doivent être conçus de façon telle que les personnes ordinaires ne puissent accéder aux parties actives lors du remplacement de ces éléments.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai selon 11.1.1.1.

NOTE En Australie, les fusibles et les éléments de remplacement ne doivent pas être utilisés.

9.6 Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être conçus de façon à ne causer aucun dommage à l'isolation des conducteurs ou aux gaines de câbles durant l'installation ou en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen.

9.7 Les systèmes de conducteurs préfabriqués comprenant des éléments de dérivation destinés à être utilisés avec des câbles souples doivent être conçus de façon telle que si un câble souple installé peut être déplacé en usage normal, un ancrage de câble doit être fourni et doit soulager les conducteurs des contraintes en résistant aux forces de traction et de torsion sur les câbles souples lorsqu'ils sont connectés aux bornes, et que la gaine du câble souple soit maintenue en position et protégée de l'abrasion. Les dispositions destinées à éviter les efforts et prévenir la torsion doivent être évidentes. Les méthodes telles que faire un nœud avec le câble ou attacher l'extrémité du câble avec une ficelle ne doivent pas être utilisées.

Les ancrages de câbles doivent être en matériau isolant ou, s'ils sont en métal, doivent être équipés d'un revêtement isolant fixé sur les parties métalliques.

Les ancrages de câbles doivent être conçus de façon telle que

- a) le câble souple ne puisse être libéré de l'extérieur du composant du système sans l'aide d'un outil;
- b) le câble souple ne puisse toucher les vis de serrage de l'ancrage de câble si ces vis sont accessibles et électriquement connectées aux parties métalliques accessibles, lorsque le composant du système est monté comme en usage normal;
- c) le câble souple ne soit pas serré par une vis métallique qui appuie directement sur le câble souple;
- d) au moins une partie de l'ancrage de câble soit fixée de manière sûre au composant du système;
- e) le serrage du câble souple ne nécessite pas l'utilisation d'un outil spécialisé;
- f) ils soient adaptés aux types et dimensions de câbles souples déclarés par le constructeur;
- g) le serrage du câble souple soit facilement réalisable sans restriction sur le réassemblage correct du composant du système;
- h) les moyens comme les vis ou autres dispositifs de fixation qui sont utilisés lors du serrage du câble souple ne soient pas utilisés pour fixer d'autres pièces du composant du système sauf si
 - le composant du système est rendu manifestement incomplet si cette pièce est omise ou remplacée dans une position incorrecte ou
 - cette pièce destinée à être fixée ne peut pas être démontée sans l'usage ultérieur d'un outil.
- i) il ne soit pas possible de pousser le câble souple dans le système de conducteurs préfabriqués d'une longueur telle que la sécurité soit altérée ou que l'ancrage du câble devienne inefficace.

La conformité est vérifiée par examen, par des essais manuels et par les essais selon 9.7.2 et 9.7.3 après avoir préparé l'échantillon selon 9.7.1.

9.7.1 Le composant du système est installé avec un câble souple de la section appropriée et de dimensions minimales spécifiées en 9.7, point f). Les conducteurs sont introduits dans les bornes et les vis de ces bornes sont serrées suffisamment pour empêcher les conducteurs de bouger facilement. Les vis de serrage, si elles existent, doivent être serrées avec la valeur de couple déclarée par le constructeur ou, en l'absence de cette information, selon la valeur indiquée dans le Tableau 5.

Les composants non démontables du système et leurs câbles souples sont soumis à l'essai en l'état de livraison.

9.7.2 Le câble souple est ensuite soumis 100 fois à une force de traction telle que spécifiée au Tableau 1. Les tractions sont appliquées dans la direction la plus défavorable. Chaque traction est appliquée en un mouvement uniforme et continu pendant approximativement 1 s.

NOTE 1 Il convient de veiller à exercer la même traction sur toutes les parties (âme, isolation et gaine) du câble simultanément.

Immédiatement après cela, le câble souple est soumis pendant (60 ± 5) s à un couple dont la valeur est spécifiée au Tableau 1. Le couple est appliqué aussi près que possible de l'entrée du cordon.

Après l'essai, le câble ne doit pas avoir été déplacé longitudinalement d'une distance de plus de 2 mm. Pour un composant démontable du système, l'extrémité des conducteurs ne doit pas avoir bougé notablement dans les bornes; pour un composant non démontable du système, il ne doit pas y avoir de rupture dans les connexions électriques. Les distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite ne doivent pas avoir été diminuées en dessous des valeurs spécifiées à l'Article 10 et l'ancrage de câble ne doit montrer aucun dommage altérant son usage ultérieur.

Pour la mesure du déplacement longitudinal, une marque est faite sur le câble souple pendant qu'il est soumis à la traction, à une distance d'environ 20 mm de l'extrémité de l'échantillon, avant de commencer les essais. Si, pour les composants non démontables du système, il n'y a pas d'extrémité définie de l'échantillon, une marque supplémentaire est faite sur le corps de l'échantillon.

Après les essais, le déplacement de la marque sur le câble souple en relation avec l'échantillon est mesuré tandis que le câble souple est encore soumis à la traction.

NOTE 2 Des exemples d'appareillage d'essai sont représentés aux Figures 1 et 2.

Tableau 1 – Valeurs des forces de traction et couples de torsion pour les essais sur les ancrages de câbles

Section nominale du conducteur mm ²	Force de traction N	Couple Nm
Jusque et y compris 0,5	50 ± 1,0	0,15 ± 0,02
Au-dessus de 0,5 jusqu'à et y compris 1,5	60 ± 1,0	0,25 ± 0,02
Au-dessus de 1,5 jusqu'à et y compris 4,0	80 ± 1,0	0,35 ± 0,02
Au-dessus de 4,0 jusqu'à et y compris 10,0	100 ± 1,0	0,45 ± 0,02
Au-dessus de 10 jusqu'à et y compris 16,0	120 ± 1,0	0,80 ± 0,02
NOTE Les valeurs des forces de traction et couples de torsion ne varient pas avec le nombre de conducteurs dans le câble souple.		

9.7.3 Les essais de 9.7.2 sont ensuite répétés avec un câble souple du type et de la section appropriés, ayant une dimension maximale spécifiée selon 9.7, point f).

9.8 Résistance au vieillissement des joints

9.8.1 Les composants d'étanchéité doivent être suffisamment résistants au vieillissement:

- pour les matériaux élastomères ou thermoplastiques, la conformité est vérifiée selon 9.8.2;
- pour les matériaux polymères ayant une consistance collante ou huileuse, la conformité est vérifiée selon 9.8.3.

9.8.2 L'essai est effectué dans une atmosphère ayant la composition et la pression de l'air ambiant. Les échantillons sont suspendus librement dans une étuve ventilée par circulation naturelle. La température, mesurée à moins de 5 cm au-dessus de l'échantillon, doit être de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et la durée de l'essai de vieillissement doit être de (168^{+4}_0) h.

Après le traitement, les échantillons sont laissés à refroidir jusqu'à atteindre environ la température ambiante. Ils sont ensuite examinés et ne doivent présenter aucune craquelure visible à l'œil nu à la vision normale ou corrigée mais sans grossissement supplémentaire, et la matière ne doit pas être devenue collante ou grasse, cette condition étant vérifiée comme suit:

On appuie sur l'échantillon avec l'index enveloppé d'un chiffon sec rugueux en exerçant une force de 5 N.

Aucune trace du chiffon ne doit demeurer sur l'échantillon et le matériau de l'échantillon ne doit pas coller au chiffon.

Après l'essai, les échantillons ne doivent montrer aucun dommage susceptible de compromettre la conformité à la présente norme.

La force de 5 N peut être obtenue de la manière suivante. Le composant est placé sur l'un des plateaux d'une balance et l'autre plateau est chargé avec une masse égale à la masse du composant plus 500 g. L'équilibre est alors rétabli en appuyant sur les composants du système avec l'index, enveloppé d'un chiffon sec rugueux.

L'utilisation d'une étuve chauffée électriquement est recommandée. La circulation naturelle peut être obtenue par des trous dans la paroi de l'étuve.

9.8.3 L'essai est effectué dans une atmosphère ayant la composition et la pression de l'air ambiant. Les échantillons sont suspendus librement dans une étuve ventilée par circulation naturelle. La température, mesurée à moins de 5 cm au-dessus de l'échantillon, doit être de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et la durée de l'essai de vieillissement doit être de (168^{+4}_0) h.

Après le traitement, les échantillons sont retirés de l'étuve et conservés à température ambiante pendant (96^{+4}_0) h.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucune déformation nuisible ou dommage similaire qui pourrait altérer leur usage ultérieur dans l'acception indiquée dans la présente partie de la CEI 61534.

10 Distances d'isolement dans l'air, lignes de fuite et isolation solide

10.1 Généralités

Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être construits de façon telle que les distances d'isolement dans l'air, les lignes de fuite et l'isolation solide soient adaptées pour résister aux contraintes électriques, mécaniques et thermiques en prenant en compte les influences de l'environnement qui peuvent intervenir.

Les distances d'isolement dans l'air, les lignes de fuite et l'isolation solide doivent être conformes aux exigences de 10.2 à 10.4.

NOTE Les exigences et les essais sont basés sur la CEI 60664-1 [7].

10.2 Distances d'isolement dans l'air

10.2.1 Généralités

Les distances d'isolement dans l'air doivent être dimensionnées pour résister à la tension assignée de choc déclarée par le constructeur selon 7.5 en prenant en considération la tension assignée et la catégorie de surtension comme indiqué à l'Annexe C ainsi que le degré de pollution déclaré par le constructeur selon 7.4.

Les systèmes de conducteurs préfabriqués relèvent de la catégorie de surtension III.

NOTE 1 Un diagramme pour le dimensionnement des distances d'isolement dans l'air est donné à l'Annexe E.

NOTE 2 Les équipements consommant de l'énergie installés avec un système de conducteurs préfabriqués relèvent de la catégorie de surtension II.

Pour les mesures toutes les parties qui peuvent être démontées sans l'usage d'un outil sont enlevées et les parties amovibles qui peuvent être assemblées dans différentes orientations sont placées dans la position la plus défavorable.

NOTE 3 Les parties amovibles sont, par exemple, les écrous hexagonaux dont la position ne peut pas être contrôlée à travers tout un ensemble.

Une force est appliquée, au moyen du calibre d'essai 11 de la CEI 61032, aux conducteurs nus et surfaces accessibles en vue d'essayer de réduire la distance d'isolement dans l'air lors de la mesure.

La valeur de la force est égale à

- ($2 \pm 0,1$) N pour les conducteurs nus;
- (50 ± 2) N pour les surfaces accessibles.

Les distances d'isolement dans l'air sont mesurées selon l'Annexe A.

10.2.2 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation principale

Les valeurs des distances d'isolement dans l'air pour l'isolation principale ne doivent pas être inférieures aux valeurs données dans le Tableau 2.

Des valeurs de distances d'isolement dans l'air inférieures à celles données dans le Tableau 2 peuvent être utilisées si le système de conducteurs préfabriqués résiste à une tension de choc mais uniquement dans le cas où les parties sont rigides ou positionnées par moulage ou si la construction est telle qu'il n'y a pas de probabilité que les distances soient réduites par déformation, par déplacement des parties ou durant le montage et la connexion en usage normal.

La conformité est vérifiée par l'essai de l'Annexe F.

10.2.3 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation fonctionnelle

Les valeurs des distances d'isolement dans l'air pour l'isolation fonctionnelle ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées pour l'isolation principale en 10.2.2.

La conformité est vérifiée par examen et par mesure.

10.2.4 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation supplémentaire

Les valeurs des distances d'isolement dans l'air pour l'isolation supplémentaire ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées pour l'isolation principale en 10.2.2.

La conformité est vérifiée par examen et par mesure.

Tableau 2 – Distances minimales d'isolement dans l'air pour l'isolation principale

Tension assignée de tenue aux chocs kV ^a	Distances minimales d'isolement dans l'air jusqu'à 2000 m au-dessus du niveau de la mer		
	mm		
	Degré de pollution ^b		
	1	2	3
0,33	0,01	0,2	0,8
0,50	0,04	0,2	0,8
0,80	0,10	0,2	0,8
1,5	0,5	0,5	0,8
2,5	1,5	1,5	1,5
4,0	3,0	3,0	3,0
6,0	5,5	5,5	5,5

^a Cette tension est

- pour l'isolation fonctionnelle, la tension de choc maximale susceptible de se produire à travers la distance d'isolement dans l'air;
- pour l'isolation principale directement exposée à ou influencée de façon significative par une surtension transitoire à partir de la basse tension, la tension assignée de tenue aux chocs du système de conducteurs préfabriqués;
- pour une autre isolation principale, la tension de choc la plus élevée qui peut se produire dans le circuit.

^b Les détails pour les degrés de pollution sont donnés à l'Annexe D.

10.2.5 Distances d'isolement dans l'air pour l'isolation renforcée

Les valeurs des distances d'isolement dans l'air pour l'isolation renforcée ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées pour l'isolation principale en 10.2.2 mais en utilisant le niveau immédiatement supérieur pour la tension assignée de tenue aux chocs donnée au Tableau 2.

Les valeurs de distances d'isolement dans l'air inférieures à celles spécifiées dans le Tableau 2 ne sont pas autorisées.

La conformité est vérifiée par examen et par mesure.

10.3 Lignes de fuite

10.3.1 Généralités

Les lignes de fuite doivent être dimensionnées pour la tension qui est susceptible de se produire en usage normal en prenant en compte le degré de pollution déclaré par le constructeur selon 7.4 et le groupe de matériaux.

NOTE 1 Un diagramme pour le dimensionnement des lignes de fuite est donné à l'Annexe E.

NOTE 2 La valeur d'une ligne de fuite ne peut pas être inférieure à celle de la distance d'isolement dans l'air associée.

Pour les mesures toutes les parties qui peuvent être démontées sans l'usage d'un outil sont enlevées et les parties amovibles qui peuvent être assemblées dans différentes orientations sont placées dans la position la plus défavorable.

NOTE 3 Les parties amovibles sont, par exemple, les écrous hexagonaux dont la position ne peut pas être contrôlée à travers tout un ensemble.

Une force est appliquée, au moyen du calibre d'essai 11 de la CEI 61032, aux conducteurs nus et surfaces accessibles en vue d'essayer de réduire la ligne de fuite lors de la mesure.

La valeur de la force est égale à

- $(2 \pm 0,1)$ N pour les conducteurs nus;
- (50 ± 2) N pour les surfaces accessibles.

Les lignes de fuite sont mesurées selon l'Annexe A.

La relation entre le groupe de matériaux et les valeurs d'indice de tenue au cheminement (ITC) est établie comme suit:

Groupe de matériaux I	$600 \leq \text{PTI}$
Groupe de matériaux II	$400 \leq \text{PTI} < 600$
Groupe de matériaux IIIa	$175 \leq \text{PTI} < 400$
Groupe de matériaux IIIb	$100 \leq \text{PTI} < 175$

Ces valeurs d'ITC sont obtenues en accord avec l'essai de tenue au cheminement de l'Annexe B.

NOTE 4 Pour le verre, la céramique et autres matériaux inorganiques qui ne cheminent pas, il n'est pas nécessaire que les valeurs des lignes de fuite soient supérieures à celles de leurs distances d'isolement dans l'air associées.

10.3.2 Lignes de fuite pour isolation principale

Les valeurs des lignes de fuite pour l'isolation principale ne doivent pas être inférieures aux valeurs données dans le Tableau 3.

La conformité est vérifiée par mesure.

Tableau 3 – Lignes de fuite minimales pour l'isolation principale

Tension assignée efficace ^a V	Ligne de fuite mm						
	Degré de pollution ^b						
	1	2			3		
Jusqu'à y compris		Groupe de matériaux			Groupe de matériaux		
		I	II	IIIa/IIIb	I	II	IIIa/IIIb
12,5 ^c	0,1	0,4	0,4	0,4	1	1	1
32 ^c	0,1	0,5	0,5	0,5	1,3	1,3	1,3
50 ^c	0,2	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9
100	0,3	0,7	1	1,4	1,8	2	2,2
125	0,3	0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4
250	0,6	1,3	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
400	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
800	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5
1000	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16
NOTE La tension assignée est la tension réelle qui se produira à travers l'isolation lorsque la ligne de fuite est mesurée.							
^a Cette tension est la tension rationalisée au travers des Tableaux F.3a et F.3b de la CEI 60664-1 basée sur la tension assignée.							
^b Les détails pour les degrés de pollution sont donnés à l'Annexe D.							
^c En ce qui concerne la très basse tension (TBT), il convient que le dernier alinéa de 11.1 soit pris en considération.							

10.3.3 Lignes de fuite pour l'isolation fonctionnelle

Les valeurs des lignes de fuite pour l'isolation fonctionnelle ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées pour l'isolation principale en 10.3.2.

La conformité est vérifiée par mesure.

10.3.4 Lignes de fuite pour isolation supplémentaire

Les valeurs des lignes de fuite pour l'isolation supplémentaire ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées pour l'isolation principale en 10.3.2.

La conformité est vérifiée par mesure.

10.3.5 Lignes de fuite pour isolation renforcée

Les valeurs des lignes de fuite pour isolation renforcée doivent être égales au double des valeurs de lignes de fuite pour isolation principale du Tableau 3.

La conformité est vérifiée par mesure.

10.4 Isolation solide

L'isolation solide pour l'isolation fonctionnelle, l'isolation principale, l'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée doit être capable de résister aux contraintes électriques qui peuvent se produire.

La conformité est vérifiée par l'essai de l'Article 15.

En outre, l'isolation solide accessible doit être capable de résister aux contraintes mécaniques et thermiques qui sont couvertes par les Articles 14 et 19.

11 Protection contre les chocs électriques

11.1 Accès aux parties actives

11.1.1 Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être construits de façon telle que les parties actives dangereuses ne soient pas accessibles sans l'utilisation d'un outil quand ils sont installés comme en usage normal.

Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être construits de façon que l'engagement d'une ou plusieurs broches d'un élément de dérivation ne laisse pas accessibles les broches ou les contacts de cet élément de dérivation.

Les parties actives des éléments de dérivation destinés à être connectés au système de conducteurs préfabriqués sous tension ne doivent pas être accessibles lorsque l'élément de dérivation est partiellement engagé dans le conducteur préfabriqué.

Les propriétés isolantes d'une pellicule de vernis, d'émail, de papier, de coton ou d'oxyde sur les parties métalliques, les bourrelets et les matériaux d'étanchéité ne doivent pas être considérées comme assurant la protection requise contre les contacts avec les parties actives.

NOTE Les résines autodurcissantes ne sont pas considérées comme des produits d'étanchéité.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par les essais de 11.1.1.1 et 11.1.1.2.

Les essais sont effectués après que toutes les parties qui peuvent être démontées sans l'utilisation d'un outil sont enlevées et après le traitement suivant:

- une combinaison représentative de composants du système caractérisant le système de conducteurs préfabriqués doit être montée comme en usage normal et conservée dans une étuve pendant une durée de $(168 \pm 1) \text{ h}$ à une température de $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ puis laissée à refroidir jusqu'à atteindre la température ambiante.

11.1.1.1 Le calibre d'essai B de la CEI 61032 est appliqué avec une force égale à $(10 \pm 1) \text{ N}$, un indicateur électrique fonctionnant avec une tension comprise entre 40 V et 50 V étant utilisé pour visualiser le contact établi avec la partie appropriée.

Pour les systèmes de conducteurs préfabriqués ou parties de ces systèmes qui sont accessibles aux personnes ordinaires en usage normal sans l'utilisation d'un outil, l'essai est répété avec le calibre d'essai D de la CEI 61032 avec une force appliquée égale à $(1 \pm 0,1) \text{ N}$.

NOTE Les petits espaces entre les enveloppes et les conduits ou les câbles ne sont pas pris en compte.

11.1.1.2 Les parties qui sont susceptibles de se déformer sous l'exercice d'une pression externe sont en plus soumises à essai avec le calibre d'essai 11 de la CEI 61032 appliqué

avec une force égale à (50 ± 2) N pendant une durée de 1 min sous une température ambiante égale à (35 ± 2) °C. Si le calibre d'essai pénètre l'enveloppe, alors il est remplacé par le calibre d'essai B de la CEI 61032 qui est appliqué comme indiqué en 11.1.1.1.

Les membranes d'entrée et parois défonçables sont soumises à essai avec une force appliquée égale à (10 ± 1) N.

11.1.2 Les masses des systèmes de conducteurs préfabriqués, à l'exception des petites pièces telles que les vis, doivent être connectées de façon sûre à la borne de mise à la terre de protection du système de conducteurs préfabriqués.

La conformité est vérifiée par examen et l'essai de 11.3.1.

11.2 Dispositions de mise à la terre

11.2.1 Un conducteur de mise à la terre de protection doit parcourir le système de conducteurs préfabriqués dans sa totalité. Lorsque le conducteur fait partie intégrante de la structure mécanique du système de conducteurs préfabriqués, il ne doit pas être possible d'enlever cette partie de la structure mécanique sans l'utilisation d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen et essai manuel.

11.2.2 Les éléments de dérivation du système de conducteurs préfabriqués destinés à être connectés avec le conducteur préfabriqué sous tension doivent garantir que la connexion à la terre de protection est effectuée avant et est coupée après celle des parties actives.

La conformité est vérifiée par examen, ou par l'utilisation d'un appareil d'essai approprié.

NOTE Cet article ne s'applique pas aux systèmes de conducteurs préfabriqués à TBTS.

11.3 Efficacité de la continuité du circuit de protection

La continuité du circuit de protection doit être effective dans un système de conducteurs préfabriqués, y compris le raccordement des éléments de dérivation.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 11.3.1 et 11.3.2.

11.3.1 Pour les systèmes de conducteurs préfabriqués, l'essai doit être effectué sur un échantillon comprenant trois morceaux de conducteurs préfabriqués, chacun d'une longueur minimale d'1 m, connectés ensemble avec les connecteurs nécessaires et avec un connecteur d'alimentation à chaque extrémité de l'échantillon.

On doit faire passer un courant alternatif d'intensité égale à (25 ± 1) A et de fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz, fourni par une source dont la tension à vide n'excède pas 12 V, entre les bornes de mise à la terre à chaque extrémité de l'échantillon.

La mesure de la chute de tension doit être effectuée dans les 120 s après le démarrage de la circulation du courant électrique.

L'impédance par mètre, calculée à partir de la mesure de la chute de tension entre les deux connecteurs d'alimentation, ne doit pas excéder la valeur déclarée par le constructeur ou 50 mΩ/m, selon la plus faible valeur.

11.3.2 Pour les éléments de dérivation, on doit faire passer un courant alternatif d'intensité égale à (25 ± 1) A et de fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz, fourni par une source d'alimentation dont la tension à vide n'excède pas 12 V, entre la borne ou le contact de mise

à la terre de l'élément de dérivation et le point le plus proche sur la barre conductrice de mise à la terre de protection avec l'élément de dérivation complètement engagé comme en usage normal.

La mesure de la chute de tension doit être effectuée dans les 120 s après le démarrage de la circulation du courant électrique.

L'impédance calculée à partir de la mesure de la chute de tension entre les deux points établis ne doit pas excéder la valeur déclarée par le constructeur ou 50 mΩ, selon la plus faible valeur.

12 Bornes et terminaisons

12.1 Les bornes et terminaisons doivent fournir des connexions électriques efficaces.

12.2 Les bornes des connecteurs d'alimentation d'un système de conducteurs préfabriqués monté doivent être positionnées de façon telle que les conducteurs puissent être correctement connectés et déconnectés et que de telles bornes puissent être examinées, par exemple lors du démontage d'un capot.

La capacité assignée de connexion des bornes doit être établie par le constructeur.

La capacité minimale de connexion des bornes ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées dans le Tableau 4.

La conformité est vérifiée par examen et par raccordement des conducteurs du câble approprié ayant les sections indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Capacité minimale de connexion des bornes

Courant assigné de la borne A	Capacité minimale de connexion mm ²
10	1,5
16	1,5
20	2,5
32	4
45	6
63	10

NOTE Au Royaume-Uni, la borne de courant assigné 10 A spécifiée au Tableau 4 doit être capable de serrer un conducteur de section minimale égale à 1 mm².

12.3 Les bornes des conducteurs externes ne doivent pas nécessiter l'emploi d'un outil spécialisé.

Les bornes des conducteurs externes doivent être des types suivants:

- borne de type à vis;
- borne de type sans vis;
- borne de type à perçage d'isolant, à l'exception des dispositifs de connexion à perçage d'isolant (DCPI) non réutilisables et des dispositifs de connexion à perçage d'isolant (DCPI) non démontables.

Les bornes plates à connexion rapide ne sont pas autorisées.

La conformité est vérifiée par examen.

12.4 Les connexions des conducteurs, câbles ou câbles souples à l'intérieur des composants non démontables du système doivent être réalisées au moyen de terminaisons.

La conformité est vérifiée par examen.

12.5 Les terminaisons doivent être brasées, soudées, serties ou doivent offrir de la même manière une connexion permanente efficace, et doivent résister aux forces de traction susceptibles de se produire en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant:

Les terminaisons doivent être soumises à essai en appliquant une force de traction de valeur égale à (30 ± 2) N selon l'axe longitudinal des conducteurs dans le plan perpendiculaire à la sortie du composant du système. Il ne doit être constaté aucune détérioration du brasage, soudage, sertissage ou raccordement analogue altérant leur usage ultérieur.

12.6 Les bornes des conducteurs externes avec des organes de serrage à vis ou des organes de serrage sans vis doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60999-1 et la CEI 60999-2 à l'exception de ce qui suit:

- en 8.9 de la CEI 60999-1, l'essai de 9.6 ne s'applique pas.

NOTE Selon la conception du système de conducteurs préfabriqués, il peut être nécessaire de conduire les essais des organes de serrage sans vis sur des échantillons séparés.

12.7 Les bornes avec des organes de serrage à perçage d'isolant pour des conducteurs externes doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60998-2-3 à l'exception de ce qui suit:

- Article 5: les échantillons selon l'Annexe AA doivent être soumis à essai séparément;
- l'Article 9 ne s'applique pas. Cette exigence est couverte par l'Article 11 de la présente norme;
- l'Article 12 ne s'applique pas. Cette exigence est couverte par l'Article 17 et les Paragraphes 9.8 et 21.2 de la présente norme;
- l'Article 13 ne s'applique pas. Cette exigence est couverte par l'Article 15 de la présente norme;
- Article 14: les paragraphes 14.2 et 14.3 de la CEI 60998-1 sont applicables si les DCPI sont livrés en tant qu'appareillages séparés et sont montés sur le système de conducteurs préfabriqués lors de son installation.
- L'Article 18 ne s'applique pas. Cette exigence est couverte par l'Article 20 de la présente norme.

12.8 Les connexions, autres que les connexions brasées, ne doivent pas être réalisées sur des extrémités de conducteurs prébrasées, sauf si la surface brasée est entièrement à l'extérieur de la terminaison ou de l'organe de serrage.

La conformité est vérifiée par examen.

12.9 Les bornes plates à connexion rapide internes doivent avoir des dimensions en accord avec la CEI 61210 et doivent satisfaire aux exigences d'essai de la CEI 61210, à l'exception de ce qui suit:

- Article 7: les échantillons spécifiés dans le Tableau 3 doivent être soumis à essai séparément;

- le Paragraphe 8.6 s'applique uniquement dans les cas où des forces de traction sur les connexions serties peuvent intervenir durant l'installation et/ou lors de l'usage normal du système de conducteurs préfabriqués.

13 Vis, pièces transportant le courant et connexions

13.1 Les connexions électriques ou mécaniques doivent résister aux contraintes mécaniques apparaissant en usage normal.

Les connexions vissées qui transmettent la pression de contact à des fins électriques et qui sont manœuvrées lors de la connexion et du montage du système de conducteurs préfabriqués pendant l'installation, et/ou qui sont susceptibles d'être manœuvrées durant la vie du système de conducteurs préfabriqués, doivent s'engager dans un filetage métallique.

Les vis pour la connexion des conducteurs externes ne doivent pas être des vis autotaraudeuses.

Les vis manœuvrées lors du montage du système de conducteurs préfabriqués pendant l'installation et/ou qui sont susceptibles d'être manœuvrées durant la vie du système de conducteurs préfabriqués ne doivent pas être du type autotaraudeuse à enlèvement de matière.

NOTE Les vis qui sont manœuvrées lors du montage du système de conducteurs préfabriqués comprennent les vis de fixation des capots ou plaques de recouvrement, etc., mais pas les moyens de connexion pour les conduits vissés et les vis de fixation du socle du système.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant:

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés

- 10 fois pour les vis métalliques engagées dans un filetage en matériau isolant et pour les vis en matériau isolant;
- 5 fois dans tous les autres cas.

Les vis et les écrous engagés dans un filetage en matériau isolant et les vis en matériau isolant sont complètement enlevés et réinsérés à chaque fois.

L'essai est effectué au moyen d'un tournevis d'essai adapté ou d'une clé d'essai adaptée en appliquant le couple déclaré par le constructeur. En l'absence de cette information, les valeurs spécifiées dans le Tableau 5 doivent être appliquées.

La forme de la lame du tournevis d'essai doit être adaptée à la tête de la vis devant être soumise à essai. Les vis et les écrous doivent être serrés d'un mouvement uniforme et continu.

Pendant l'essai, aucun dommage susceptible d'altérer l'usage ultérieur de la connexion vissée ne doit se produire.

Tableau 5 – Valeurs des couples pour les vis

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm				
	I ^a	II ^b	III ^c	IV ^d	V ^e
Jusque et y compris 1,6	0,05	-	0,10	0,10	-
> 1,6 jusqu'et y compris 2,0	0,10	-	0,20	0,20	-
> 2,0 jusqu'et y compris 2,8	0,20	-	0,40	0,40	-
> 2,8 jusqu'et y compris 3,0	0,25	-	0,50	0,50	-
> 3,0 jusqu'et y compris 3,2	0,30	-	0,60	0,60	-
> 3,2 jusqu'et y compris 3,6	0,40	-	0,80	0,80	-
> 3,6 jusqu'et y compris 4,1	0,70	1,20	1,20	1,20	1,20
> 4,1 jusqu'et y compris 4,7	0,80	1,20	1,80	1,80	1,80
> 4,7 jusqu'et y compris 5,3	0,80	1,40	2,00	2,00	2,00
> 5,3 jusqu'et y compris 6,0	1,20	1,80	2,50	3,00	3,00
> 6,0 jusqu'et y compris 8,0	2,50	2,50	3,50	6,00	4,00
> 8,0 jusqu'et y compris 10,0	-	3,50	4,00	10,0	6,00
> 10,0 jusqu'et y compris 12,0	-	4,00	-	-	8,00
> 12,0 jusqu'et y compris 15,0	-	5,00	-	-	10,0
a S'applique aux vis sans tête, si la vis, lorsqu'elle est serrée ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis dont la lame est plus large que le diamètre de la vis. b S'applique aux écrous des organes de serrage à manchon qui sont serrés au moyen d'un tournevis. c S'applique aux autres vis des organes de serrage qui sont serrés au moyen d'un tournevis. d S'applique aux vis et aux écrous autres que les écrous des organes de serrage à manchon, qui sont serrés par un moyen autre qu'un tournevis. e S'applique aux écrous des organes de serrage à manchon qui sont serrés par un moyen autre qu'un tournevis.					

13.2 Les connexions électriques doivent être conçues de façon telle que

- les raccords ne doivent pas se desserrer en usage normal;
- la pression de contact n'est pas transmise à un matériau isolant autre que la céramique émaillée, le mica pur ou un autre matériau dont les caractéristiques ne sont pas moins adaptées, sauf s'il y a une élasticité suffisante dans les parties métalliques pour compenser tout retrait éventuel ou déformation du matériau isolant.

La conformité est vérifiée par examen et, s'il y a une élasticité insuffisante, par l'essai selon 15.102 de la CEI 60998-2-3.

13.3 Les vis de type à déformation de matière ne doivent pas être utilisées pour les connexions des parties transportant le courant.

Les vis de type à déformation de matière peuvent être utilisées pour fournir la continuité de mise à la terre sous réserve qu'il ne soit pas nécessaire de les manœuvrer pendant l'utilisation normale du système de conducteurs préfabriqués.

La conformité est vérifiée par examen.

13.4 Les connexions vissées et rivetées qui sont utilisées autant pour les connexions électriques que mécaniques doivent être verrouillées contre le desserrage ou la rotation.

La conformité est vérifiée par examen et essai manuel.

NOTE Les rondelles «grower» peuvent procurer un verrouillage satisfaisant. Pour les rivets, une tige non circulaire ou une encoche appropriée peut être suffisante. Le composant d'étanchéité qui s'amollit à la chaleur fournit un verrouillage satisfaisant uniquement pour les connexions à vis non soumises à la torsion en usage normal.

13.5 Les parties transportant le courant, y compris celles des bornes (également les bornes de mise à la terre) doivent être d'un matériau ayant, dans les conditions apparaissant dans le système de conducteurs préfabriqués, la résistance mécanique et la résistance à la corrosion adéquates.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par analyse chimique.

Les matériaux adaptés, lorsqu'ils sont utilisés à l'intérieur de la plage de températures autorisée et dans des conditions normales de pollution chimique, sont par exemple

- le cuivre;
- un alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces qui sont travaillées à froid ou au moins 50 % de cuivre pour les autres pièces;
- un acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome et pas plus de 0,09 % de carbone;
- un acier avec un revêtement galvanisé à base de zinc selon l'ISO 2081, le revêtement ayant une épaisseur minimale égale à
 - 5 µm (condition de service ISO no 1), pour IPX0;
 - 12 µm (condition de service ISO no 2), pour IPX1 à IPX4;
 - 25 µm (condition de service ISO no 3), pour IPX5 à IPX7;
- un acier avec un revêtement galvanisé à base de nickel et de chrome selon l'ISO 1456, le revêtement ayant une épaisseur minimale égale à
 - 20 µm (condition de service ISO no 2), pour IPX0;
 - 30 µm (condition de service ISO no 3), pour IPX1 à IPX4;
 - 40 µm (condition de service ISO no 4), pour IPX5 à IPX7;
- un acier avec un revêtement galvanisé à base d'étain selon l'ISO 2093, le revêtement ayant une épaisseur minimale égale à
 - 12 µm (condition de service ISO no 2), pour l'équipement ordinaire, classé IPX0;
 - 20 µm (condition de service ISO no 3), pour IPX1 à IPX4;
 - 30 µm (condition de service ISO no 4), pour IPX5 à IPX7;

13.6 Les parties actives qui peuvent être soumises à l'usure mécanique ne doivent pas être constituées d'acier à revêtement galvanisé.

Pour la connexion, un revêtement galvanisé à base de zinc est autorisé sur les pièces qui ne participent pas directement à la circulation du courant, telles que les vis ou rondelles utilisées dans certains types de bornes pour lesquels ils assurent la pression de contact.

Cette exigence ne s'applique pas aux contacts, circuits magnétiques, éléments de chauffage, composants bimétalliques, dérivations, parties de dispositifs électroniques, etc.

La conformité est vérifiée par examen.

14 Résistance mécanique

14.1 Généralités

Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent avoir la résistance mécanique adéquate lorsqu'ils sont installés selon les instructions du constructeur.

La conformité est vérifiée par les essais selon 14.2 et 14.3.

14.2 Essai de choc

L'essai est effectué sur un échantillon du système de conducteurs préfabriqués selon la CEI 60068-2-75 en utilisant l'essai Eha avec le marteau pendulaire.

Toutes les fixations des capots et vis similaires doivent être serrées avec le couple égal à la valeur déclarée par le constructeur ou, en l'absence de cette information, avec la valeur indiquée dans le Tableau 5.

On laisse tomber le marteau avec une énergie d'impact comme déclaré par le constructeur selon 7.1.

Dix chocs au total doivent être appliqués aux points pareillement distribués sur la surface accessible de l'enveloppe, à l'exception des parois défonçables. Chaque point ne doit recevoir qu'un choc.

Un nouvel échantillon est ensuite conservé pendant 2 h dans un réfrigérateur à une température égale à $(-5 \pm 1) ^\circ\text{C}$. (10 ± 1) s après avoir retiré l'échantillon du réfrigérateur on laisse tomber le marteau avec une énergie d'impact, déclarée par le constructeur selon 7.1.

Un coup doit être appliqué sur le point le plus fragile de la surface accessible de l'enveloppe, à l'exception des parois défonçables.

Après les essais, les échantillons ne doivent présenter aucun signe de désintégration et/ou de déformation qui pourrait altérer leur fonctionnement permanent en sécurité. En particulier,

- les parties actives ne doivent pas être devenues accessibles;
- l'efficacité des revêtements et barrières isolants ne doit pas avoir été altérée;
- il doit être possible d'enlever et de remplacer les capots extérieurs sans que ces capots ou leurs revêtements isolants ne se rompent.

Une détérioration de la finition, de petites ébréchures qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances d'isolement dans l'air en dessous des valeurs spécifiées à l'Article 10 et de petits éclats qui ne portent pas atteinte à la protection contre les chocs électriques sont négligés.

Les craquelures qui ne sont pas visibles à l'œil nu, à la vision normale ou corrigée mais sans grossissement supplémentaire, et les craquelures superficielles dans les pièces moulées chargées de fibres et analogues sont ignorées.

14.3 Essai de charge statique

14.3.1 L'essai de charge statique pour une longueur doit être effectué sur une longueur droite du système de conducteurs préfabriqués, qui est soutenue comme en usage normal en deux points espacés de la distance D . Cette distance D doit être la distance maximale entre les supports déclarée par le constructeur comme indiqué à la Figure 5. La place et la forme des supports doivent aussi être déclarées par le constructeur.

Une masse M doit être placée sans chargement dynamique, au point milieu entre les supports sur le dessus de l'enveloppe, sur une pièce carrée rigide dont les côtés sont égaux à la largeur du système. La masse M doit être égale à la masse m de cette partie du système située entre les supports plus une masse supplémentaire mL égale à la charge maximale imposée par les appareillages à connecter à la longueur D .

La durée de l'essai doit être égale à (300^{+15}_0) s.

14.3.2 L'essai de charge statique pour une jonction doit être effectué sur deux longueurs droites du système de conducteurs préfabriqués raccordées ensemble et soutenues comme en usage normal au nombre minimal de points et aux distances maximales D et D_1 . La distance D est celle spécifiée en 14.3.1, la distance D_1 est la distance maximale entre les supports adjacents à la jonction comme déclaré par le constructeur. La jonction doit être placée au point milieu entre les supports comme indiqué à la Figure 6.

Une masse M_1 doit être placée sans chargement dynamique sur le dessus de l'enveloppe à la jonction, sur une pièce carrée rigide dont les côtés sont égaux à la largeur du système. La masse M_1 doit être égale à la masse m_1 de ces parties du système, y compris la jonction située entre les supports à une distance D_1 , plus une masse supplémentaire mL_1 égale à la charge maximale imposée par les appareillages à connecter à la longueur D_1 .

La durée de l'essai doit être égale à (300^{+15}_0) s.

14.3.3 Pendant les essais de 14.3.1 et 14.3.2, l'échantillon ne doit pas se rompre.

Après l'essai,

- l'échantillon doit satisfaire aux exigences de l'Article 10 et de 11.1;
- il ne doit être observé aucune déformation permanente qui pourrait empêcher l'insertion correcte et le retrait des éléments de dérivation;
- les échantillons doivent satisfaire à l'essai selon 15.3 mais sans effectuer le préconditionnement de 15.1 et les essais de 11.3.

15 Essai de résistance d'isolement et essai de rigidité diélectrique

15.1 Généralités

Immédiatement après l'épreuve hygroscopique selon 15.2, l'essai de résistance d'isolement est effectué selon 15.3 et l'essai de rigidité diélectrique selon 15.4.

Pour 15.2, 15.3 et 15.4, une combinaison représentative de composants du système caractérisant le système de conducteurs préfabriqués comme un tout doit être assemblée comme en usage normal. Les dispositifs électroniques et les appareillages qui sont couverts par leurs propres normes ou qui peuvent être endommagés par l'essai doivent être enlevés ou déconnectés avant les essais.

La tension d'essai selon 15.3 et 15.4 est appliquée dans les cas

- d'isolation fonctionnelle: entre les parties actives d'un système de conducteurs préfabriqués;
- d'isolation principale: entre les parties actives connectées ensemble et une feuille de métal recouvrant la surface extérieure de l'isolation principale et/ou les parties métalliques accessibles en contact avec l'isolation principale;

- d'isolation supplémentaire: entre deux feuilles métalliques recouvrant séparément la surface intérieure normalement inaccessible de l'isolation supplémentaire et sa surface accessible;
- d'isolation renforcée: entre toutes les parties actives connectées ensemble et une feuille métallique recouvrant la surface accessible de l'isolation renforcée.

Les feuilles ne sont pas pressées dans les ouvertures mais sont poussées dans les coins et endroits analogues au moyen du calibre d'essai 11 de la CEI 61032.

On doit veiller à assurer le maintien des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite.

Dans le cas où l'isolation principale et l'isolation supplémentaire ne peuvent être soumises à essai séparément, l'isolation fournie est soumise aux tensions d'essai spécifiées pour l'isolation renforcée.

15.2 Epreuve hygroscopique

L'épreuve hygroscopique doit être effectuée dans une enceinte humide ayant une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % à une température T maintenue à moins de ± 1 °C de toute valeur convenable comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, l'échantillon est porté à une température de $(T + 4_0)$ °C.

Les orifices d'entrée éventuels sont laissés ouverts; si des parois défonçables sont présentes, l'une d'entre elles est ouverte.

Les échantillons doivent être conservés dans l'enceinte humide pendant (96 ± 1) h.

NOTE 1 Dans la plupart des cas, les échantillons peuvent être portés à la température choisie de $(T + 4_0)$ °C en les conservant à cette température pendant au moins 4 h avant l'épreuve hygrométrique.

NOTE 2 Une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % peut être obtenue en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée dans l'eau de nitrate de potassium (KNO_3) ou de sulfate de sodium (Na_2SO_4), cette solution ayant une surface de contact avec l'air suffisamment étendue. Afin de parvenir aux conditions spécifiées dans l'enceinte humide, il est nécessaire d'assurer une circulation permanente de l'air dans l'enceinte et, en général, d'utiliser une enceinte isolée thermiquement.

15.3 Essai de résistance d'isolement

15.3.1 Généralités

La résistance d'isolement de l'échantillon est mesurée par l'application d'une tension continue égale à $(500 + 250_0)$ V, la mesure étant effectuée $(60 + 10_0)$ s après l'application de la tension.

15.3.2 Essai pour l'isolation fonctionnelle

La valeur de la résistance d'isolement est prise comme étant la valeur mesurée multipliée par la longueur de l'échantillon en mètres.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 2 MΩ/m.

15.3.3 Essai pour l'isolation principale, l'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Résistance d'isolement minimale

Isolation à soumettre à essai	Résistance d'isolement MΩ
Principale	2
Supplémentaire	5
Renforcée	7

NOTE Des matériaux tels que la céramique émaillée ou la porcelaine sont considérés comme ayant une résistance d'isolement adéquate et ne sont pas soumis aux essais de résistance d'isolement.

15.4 Essai de rigidité diélectrique

L'échantillon est soumis à une tension de forme essentiellement sinusoïdale et de fréquence nominale égale à 50 Hz ou 60 Hz. La tension telle qu'indiquée au Tableau 7 est appliquée pendant (5^{+1}_0) s à travers l'isolation.

Au début, pas plus de la moitié de la tension spécifiée est appliquée, ensuite elle est augmentée rapidement jusqu'à atteindre la valeur entière. Aucun contournement ni claquage ne doit se produire. Les décharges lumineuses sans chute de tension sont négligées.

Tableau 7 – Rigidité diélectrique

Isolation ou déconnexion à soumettre à essai ^b	Tension d'essai (efficace) ^a		
	Tension assignée jusqu'à et y compris 50 V	Tension assignée au-dessus de 50 V jusqu'à et y compris 130 V	Tension assignée au-dessus de 130 V jusqu'à et y compris 480 V
	V	V	V
Isolation fonctionnelle ^c	500	1 300	1 500
Isolation principale ^d	500	1 300	1 500
Isolation supplémentaire ^d		1 300	1 500
Isolation renforcée ^{d e}	500	2 600	3 000

NOTE 1 Jusqu'à 50 V; non destinée à être connectée directement au réseau et non susceptible d'être soumise à des surtensions transitoires comme définies dans la CEI 60364-4-44 [4].

NOTE 2 Au-delà de 50 V; ces valeurs sont basées sur la CEI 60364-4-44.

NOTE 3 Pour les isolations fonctionnelle, principale et supplémentaire, les valeurs sont calculées à l'aide de la formule $U_0 + 1\,200$ V et arrondies. Dans la présente norme, la tension maximale considérée entre la ligne et la terre est $U_0 = 300$ V.

^a Le transformateur haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu de façon telle que, lorsque les bornes de sortie sont court-circuitées après que la tension de sortie a été ajustée à la tension d'essai, la valeur du courant de sortie est égale à au moins 200 mA. Le relais de surintensité ne doit pas déclencher quand la valeur du courant de sortie demeure inférieure à 100 mA. On veillera à ce que les valeurs efficaces de la tension d'essai soient mesurées à moins de $\pm 3\%$.

^b Les composants spéciaux qui pourraient rendre l'essai non réalisable tels que les lampes à décharge, les inducteurs, les enroulements ou les condensateurs sont déconnectés sur un pôle, ou shuntés, autant que de besoin pour l'isolation devant être soumise à essai.

^c Un exemple est l'isolation entre les pôles.

^d Pour l'essai, toutes les parties actives sont connectées ensemble et l'on prend soin de s'assurer que toutes les parties mobiles sont dans la position la plus défavorable.

^e Pour les systèmes de conducteurs préfabriqués incorporant une isolation renforcée aussi bien qu'une double isolation, on prend soin que la tension appliquée à l'isolation renforcée ne surcharge pas les parties principale ou supplémentaire de la double isolation.

16 Fonctionnement normal

16.1 Pour les fiches et socles de prises de courant normalisés, aucune exigence supplémentaire n'est spécifiée dans la présente norme. Ils doivent satisfaire aux exigences des parties appropriées de leur propre norme nationale ou internationale.

16.2 Les fiches et socles de prises de courant autres que ceux spécifiés en 16.1 doivent satisfaire aux exigences des articles appropriés de la CEI 60884-1.

Aucune exigence supplémentaire n'est spécifiée dans la présente norme.

16.3 La connexion de l'élément de dérivation au conducteur préfabriqué doit supporter, sans usure excessive ou effet dangereux, les contraintes électriques et mécaniques se produisant en usage normal.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les éléments de dérivation sont insérés dans le conducteur préfabriqué et retirés de celui-ci comme en usage normal.

Une manœuvre consiste en une insertion ou un retrait d'un élément de dérivation avec fermeture et ouverture d'un contact électrique à une vitesse qui correspond à l'utilisation pratique.

Les éléments de dérivation soumis à essai subissent 100 manœuvres, au cours desquelles après chaque série de 10 manœuvres, l'élément de dérivation est déplacé à une nouvelle position sur le conducteur préfabriqué. S'il y a moins de 10 positions, les 100 manœuvres sont divisées également par le nombre de positions disponibles.

Les manœuvres sont effectuées

- pour les éléments de dérivation classés selon 7.2.1 hors tension;
- pour les éléments de dérivation classés selon 7.2.2 avec la tension assignée et sans courant;
- pour les éléments de dérivation classés selon 7.2.3 avec la tension assignée et le courant assigné de l'élément de dérivation associé au facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8 \pm 0,05$.

Pendant l'essai, aucun arc prolongé ne doit se produire.

Après l'essai, les échantillons ne doivent montrer aucun dommage susceptible de compromettre la conformité à la présente norme.

La conformité est vérifiée par examen et doit satisfaire aux exigences de l'Article 17.

17 Echauffement

17.1 Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être conçus et construits de façon telle que lorsqu'ils sont installés et transportent le courant assigné comme en usage normal, l'échauffement ne doit pas être excessif.

La conformité est vérifiée par les essais de 17.2, 17.3 et 17.4

Pour l'essai d'échauffement des bornes des conducteurs externes, les conducteurs en cuivre isolés selon le Tableau 9 ou 10 doivent être utilisés.

Lorsque la capacité assignée de connexion de la borne ne peut suffire aux conducteurs d'essai des Tableaux 9 ou 10, alors on doit utiliser des conducteurs d'essai ayant une section en accord avec le Tableau 4.

Le système de conducteurs préfabriqués doit être placé dans un environnement exempt de tout courant d'air et on fait circuler le courant assigné jusqu'à atteindre l'équilibre thermique. L'équilibre thermique est considéré comme étant atteint lorsque l'échauffement est inférieur à 1 K en 1 h.

La valeur de l'échauffement est égale à la différence entre la température de la partie en essai et la température de l'air ambiant environnant. La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la durée d'essai par au moins deux moyens de mesure de température également répartis autour du système de conducteurs préfabriqués à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m de la partie en essai. Les moyens de mesure doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

La température de l'air ambiant doit être maintenue selon 5.2.

Les valeurs d'échauffement doivent être enregistrées et ne doivent pas excéder les valeurs du Tableau 8.

Dans le cas où des systèmes de conducteurs préfabriqués similaires existent, seul le système de conducteurs préfabriqués susceptible de produire la plus forte valeur d'échauffement doit être soumis à essai. Les systèmes de conducteurs préfabriqués peuvent être considérés comme similaires dès lors qu'ils ont à la base la même conception, en particulier toutes les caractéristiques suivantes:

- le même courant assigné;
- les matériaux, la finition et les dimensions des pièces internes transportant le courant sont identiques;
- les dimensions et matériaux des moulages, isolations et enveloppes sont identiques;
- les méthodes de connexion sont identiques.

Les composants du système soudés et non soudés ne sont pas considérés comme étant similaires.

17.2 Une tension adaptée est appliquée aux bornes d'alimentation d'entrée du système de conducteurs préfabriqués et les charges électriques sont connectées à l'autre extrémité du système au moyen de fiches ou d'éléments de dérivation appropriés montés aussi près que possible de cette extrémité. L'essai doit être effectué sur une longueur totale d'au moins 6 m comprenant au moins une jonction. Le courant d'essai doit être égal au courant assigné.

17.3 Un essai d'échauffement doit être effectué pour chaque taille d'élément de dérivation non soudé conçu pour être connecté au système de conducteurs préfabriqués. L'élément de dérivation doit pour cet essai être monté aussi près que possible des bornes d'alimentation d'entrée à l'espacement le plus proche déclaré par le constructeur et être traversé par le courant d'essai. Le système de conducteurs préfabriqués doit être alimenté par son courant assigné.

17.4 Un essai d'échauffement doit être effectué pour chaque taille d'élément de dérivation soudé conçu pour être connecté au système de conducteurs préfabriqués. L'élément de dérivation doit pour cet essai être monté aussi près que possible des bornes d'alimentation d'entrée à l'espacement le plus proche déclaré par le constructeur et être traversé par le courant d'essai. Le système de conducteurs préfabriqués doit être alimenté par son courant assigné. Le fusible doit être remplacé par un élément de remplacement conventionnel d'essai de puissance maximale définie:

– dans la CEI 60127-1 ou

- dans la CEI 60269-1 ou
- comme déclaré par le constructeur du système de conducteurs préfabriqués si le fusible ne relève pas de la CEI 60127-1 ou de la CEI 60269-1.

Tableau 8 – Valeurs limites d'échauffement

Parties du système de conducteurs préfabriqués	Echauffement K
Bornes pour appareillages	L'échauffement des bornes pour les appareillages doit être conforme à la norme d'appareillage appropriée.
Bornes qui auront une influence sur les appareillages	Les bornes des composants du système à proximité des appareillages et susceptibles d'avoir une influence sur ceux-ci doivent être conformes aux valeurs limites d'échauffement de la norme d'appareillage appropriée.
Composants incorporés ^a	Conforme aux exigences correspondantes pour les composants eux-mêmes ou, à défaut, aux instructions du constructeur, en tenant compte de la température à l'intérieur du système de conducteurs préfabriqués.
Bornes pour conducteurs externes	55
Conducteurs, bornes internes, terminaisons, éléments de dérivation et contacts embrochables des parties amovibles ou débrochables se raccordant aux conducteurs	Limité par – la résistance mécanique du matériau conducteur; – l'influence éventuelle du matériau voisin; – la limite de température admissible des matériaux isolants en contact avec le conducteur; – l'influence de la température du conducteur sur les appareillages qui lui sont raccordés; – pour les contacts embrochables, par la nature et la surface; – par le traitement de surface du matériau du contact.
Organes manuels de commande des composants du système: – en métal – en matériau isolant	25 35
Enveloppes et panneaux extérieurs accessibles des composants du système: – surfaces métalliques – surfaces isolantes	30 ^b 40 ^b
^a Le terme "composants incorporés" signifie – l'appareillage conventionnel; – les sous-ensembles électroniques (par exemple pont redresseur, circuit imprimé); – les parties de l'équipement (par exemple régulateur, alimentation de puissance stabilisée, amplificateur opérationnel). ^b Pour les surfaces qui sont accessibles mais qui n'ont pas besoin d'être touchées en service normal, comme les systèmes de conducteurs préfabriqués qui sont montés sous plancher ou fixés au plafond; il est permis d'augmenter les limites d'échauffement de 10 K.	

Tableau 9 – Sections des conducteurs d'essai rigides (massifs ou câblés)

Courant assigné du système A	Sections des conducteurs d'essai rigides mm ²
Jusque et y compris 10	1,5
Au-dessus de 10 et jusqu'à y compris 16	2,5
Au-dessus de 16 et jusqu'à y compris 20	4
Au-dessus de 20 et jusqu'à y compris 32	6
Au-dessus de 32 et jusqu'à y compris 45	10
Au-dessus de 45 et jusqu'à y compris 63	16

Tableau 10 – Sections des conducteurs d'essai souples

Courant assigné de l'appareillage A	Sections des conducteurs d'essai souples mm ²
Jusque et y compris 3	0,50
Au-dessus de 3 et jusqu'à y compris 6	0,75
Au-dessus de 6 et jusqu'à y compris 10	1,0
Au-dessus de 10 et jusqu'à y compris 13	1,25
Au-dessus de 13 et jusqu'à y compris 16	1,5
Au-dessus de 16 et jusqu'à y compris 20	2,5
Au-dessus de 20 et jusqu'à y compris 32	4

18 Protection contre les courts-circuits et résistance aux courts-circuits

18.1 Généralités

Les systèmes de conducteurs préfabriqués doivent être construits de façon telle qu'ils puissent résister aux contraintes thermiques et dynamiques résultant des courants de court-circuit jusqu'aux valeurs assignées.

La conformité est vérifiée par les essais de 18.4.

Les essais peuvent être effectués dans n'importe quel ordre et sur un échantillon ou chaque essai peut être effectué sur un nouvel échantillon à la discrétion du constructeur.

18.2 Informations concernant les caractéristiques assignées de court-circuit

18.2.1 Le constructeur doit déclarer les caractéristiques assignées de court-circuit du système de conducteurs préfabriqués comme suit.

18.2.2 Pour un système de conducteurs préfabriqués équipé d'un dispositif de protection contre les courts-circuits situé au niveau du connecteur d'alimentation, le constructeur doit déclarer la valeur maximale admissible du courant de court-circuit présumé au niveau des bornes du connecteur d'alimentation. Les paramètres d'essai doivent correspondre à ceux indiqués dans le Tableau 11.

Le constructeur doit déclarer les caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits (caractéristiques assignées du courant, pouvoir de coupure, courant de coupure, I^2t , etc.).

18.2.3 Pour un système de conducteurs préfabriqués dont le dispositif de protection contre les courts-circuits n'est pas situé au niveau du connecteur d'alimentation, le constructeur doit déclarer un ou plusieurs des éléments suivants:

- a) le courant de court-circuit conditionnel assigné et les caractéristiques du dispositif de protection nécessaires à la protection du système de conducteurs préfabriqués;
- b) le courant de courte durée admissible assigné du système de conducteurs préfabriqués.

18.2.4 Les caractéristiques assignées de court-circuit déclarées d'un élément de dérivation n'intégrant pas un dispositif de protection contre les courts-circuits doivent être identiques à celles déclarées par le constructeur pour le système de conducteurs préfabriqués selon 18.2.2 ou 18.2.3.

18.2.5 Les caractéristiques assignées de court-circuit déclarées d'un élément de dérivation intégrant un dispositif de protection contre les courts-circuits doivent être déclarées par le constructeur. Elles peuvent être égales ou inférieures à la valeur déclarée pour le système de conducteurs préfabriqués selon 18.2.2 ou 18.2.3.

18.2.6 Les caractéristiques assignées de court-circuit déclarées d'un élément de dérivation sans dispositif de protection contre les courts-circuits mais comportant un socle qui n'accepte qu'une fiche avec fusible ne doivent pas être inférieures au pouvoir de coupure du fusible le plus grand qu'il est possible d'adapter à la fiche.

18.2.7 Les caractéristiques assignées de court-circuit déclarées d'un élément de dérivation sans dispositif de protection contre les courts-circuits mais comportant un socle qui n'accepte qu'une fiche sans fusible doivent être conformes aux valeurs déclarées par le constructeur pour le système de conducteurs préfabriqués selon 18.2.2 ou 18.2.3.

18.3 Valeurs de courant de court-circuit

18.3.1 Relation entre le courant de crête et le courant de court-circuit

Pour déterminer les contraintes électrodynamiques, la valeur du courant de crête doit être obtenue en multipliant le courant de court-circuit par le facteur n . Les valeurs normalisées du facteur n et le facteur de puissance correspondant sont données dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Valeurs normalisées du facteur n

I_{rms} Valeur du courant de court-circuit kA	$\cos \varphi$	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1

NOTE Les valeurs données dans ce tableau représentent la majorité des applications. Dans des emplacements particuliers, par exemple à proximité de transformateurs ou de générateurs, il est possible d'observer des valeurs inférieures du facteur de puissance, la valeur maximale du courant de crête présumé pouvant devenir la valeur limite au lieu de la valeur efficace du courant de court-circuit.

18.3.2 Valeur et durée du courant de court-circuit

- a) Pour les systèmes de conducteurs préfabriqués protégés par des dispositifs de protection contre les courts-circuits, que ces dispositifs soient situés dans le circuit d'entrée ou ailleurs, la tension d'essai doit être appliquée pendant une durée suffisante pour permettre aux dispositifs de protection contre les courts-circuits d'éliminer le défaut, et, dans tous les cas, pendant au moins 10 cycles complets de la fréquence d'alimentation.
- b) Le système de conducteurs préfabriqués qui n'intègre pas un dispositif de protection contre les courts-circuits dans le circuit d'entrée (voir 18.2.3).

18.4 Vérification de la résistance aux courts-circuits

18.4.1 Dispositif d'essai

Un système de conducteurs préfabriqués type comprenant au moins une jonction doit être installé comme en usage normal pour obtenir une longueur maximale de conducteur de 6 m. Les composants du système non inclus dans l'essai doivent être soumis à essai séparément et assemblés de manière à correspondre aux conditions de service.

18.4.2 Conditions d'essai – Généralités

Si le circuit d'essai comprend des dispositifs de protection contre les courts-circuits, leurs valeurs assignées doivent correspondre à la valeur maximale du courant du conducteur préfabriqué et/ou de l'élément de dérivation selon le cas, et ils doivent être du type spécifié par le constructeur.

Les conducteurs d'alimentation et les connexions de court-circuit nécessaires pour les essais du système de conducteurs préfabriqués doivent être tels que définis dans l'Article 17 et la Figure 7. Sauf spécification contraire, le circuit d'essai doit être connecté aux bornes du connecteur d'alimentation. Les systèmes de conducteurs préfabriqués triphasés doivent être connectés sur une base triphasée.

Pour la vérification des caractéristiques assignées de résistance aux courts-circuits, la valeur du courant de court-circuit présumé à une tension d'alimentation égale à 1,05 fois la tension de service assignée doit être déterminée à partir d'un oscillogramme d'étalonnage. Le court-circuit d'étalonnage doit être positionné au point 3 illustré à la Figure 7. L'oscillogramme doit indiquer l'existence d'un flux constant de courant tel qu'il puisse être mesuré à un moment au moins équivalent à l'actionnement du dispositif de protection intégré au système de conducteurs préfabriqués ou pendant une durée spécifiée.

La fréquence du circuit d'essai pendant les essais en court-circuit doit correspondre à la fréquence assignée faisant l'objet d'une tolérance de $\pm 25 \%$.

Toutes les parties du matériel destinées à être connectées au conducteur de protection en service, y compris l'enveloppe, doivent être connectées comme suit:

- 1) pour le système de conducteurs préfabriqués adapté à un usage sur des réseaux triphasés à quatre conducteurs (voir également la CEI 60038) avec point neutre mis à la terre et marqué en conséquence, connexion au point neutre de l'alimentation ou à un neutre artificiel sensiblement inductif permettant d'obtenir un courant de défaut présumé d'au moins 50 A;
- 2) pour le système de conducteurs préfabriqués également adapté à un usage sur des réseaux triphasés à trois conducteurs ainsi qu'à quatre conducteurs et marqué en conséquence, connexion au conducteur de phase le moins susceptible de produire un arc à la terre.

Le circuit d'essai doit comprendre un dispositif fiable (par exemple un fusible en fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et d'une longueur non inférieure à 50 mm) de détection du courant de défaut. Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être d'au moins 50 A.