

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Measuring relays and protection equipment –
Part 27: Product safety requirements**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –
Partie 27: Exigences de sécurité**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Measuring relays and protection equipment –
Part 27: Product safety requirements**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –
Partie 27: Exigences de sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XD

ICS 29.120.70

ISBN 978-2-8322-1161-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 General safety requirements.....	19
4.1 General	19
4.2 Earthing requirements	20
5 Protection against electric shock	20
5.1 General	20
5.1.1 Introductory remark	20
5.1.2 Protection from contact with hazardous live parts	20
5.1.3 Discharge of capacitors	21
5.1.4 Protective impedance	22
5.1.5 Accessible parts	22
5.1.6 Bonding to the protective conductor	25
5.1.7 Protective conductor connection	26
5.1.8 High leakage current	26
5.1.9 Solid insulation	26
5.1.10 Clearances and creepage distances	27
5.1.11 Functional earthing	29
5.2 Single-fault conditions	29
5.2.1 Testing in single-fault condition	29
5.2.2 Application of single-fault condition	30
5.2.3 Duration of tests	31
5.2.4 Compliance	32
6 Mechanical aspects	33
6.1 Protection against mechanical hazards.....	33
6.1.1 Stability	33
6.1.2 Moving parts.....	33
6.1.3 Edges and corners	33
6.2 Mechanical requirements.....	33
6.3 Mechanical security of terminations.....	33
7 Flammability and resistance to fire	33
7.1 General	33
7.2 Rationale.....	34
7.3 General hazards from overheating and fire	36
7.3.1 Equipment temperature limits	36
7.3.2 Hazardous gases and chemicals.....	36
7.4 Minimization of fire risk.....	37
7.4.1 General	37
7.4.2 Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment.....	37
7.5 Cabling and fusing.....	37
7.6 Flammability of materials and components	38
7.6.1 General	38
7.6.2 Materials for components and other parts inside fire enclosures	38

7.6.3	Materials for fire enclosures	39
7.6.4	Materials for components and other parts outside fire enclosures	39
7.7	Fire ignition sources	40
7.8	Conditions for a fire enclosure	40
7.8.1	General	40
7.8.2	Parts requiring a fire enclosure	40
7.8.3	Parts not requiring a fire enclosure	40
7.9	Requirements for primary circuits and circuits exceeding ELV limits	41
7.10	Fire enclosures and flame barriers	41
7.11	Assessment of the fire risk due to a single-fault condition	43
7.11.1	Guidelines for maximum acceptable temperatures when subjecting a circuit or component to a single-fault condition	43
7.11.2	Temperature of windings under a normal condition or a single-fault condition	43
7.11.3	Compliance of equipment with requirements for protection against the spread of fire	43
7.12	Limited-energy circuit	44
8	General and fundamental design requirements for safety	45
8.1	Climatic conditions for safety	45
8.2	Electrical connections	45
8.3	Components	45
8.3.1	General	45
8.3.2	High-integrity part or component	45
8.4	Connection to telecommunication networks	46
8.5	Connection to other equipment	46
8.6	Laser sources	46
8.7	Explosion	46
8.7.1	General	46
8.7.2	Components at risk of explosion	46
9	Marking, documentation and packaging	47
9.1	Marking	47
9.1.1	General	47
9.1.2	Identification	48
9.1.3	Auxiliary supplies, VT, CT, I/O (Input/Output)	48
9.1.4	Fuses	49
9.1.5	Measuring circuit terminals	50
9.1.6	Terminals and operating devices	50
9.1.7	Equipment protected by double or reinforced insulation	51
9.1.8	Batteries	51
9.1.9	Test voltage marking	53
9.1.10	Warning markings	53
9.1.11	Marking durability	54
9.2	Documentation	54
9.2.1	General	54
9.2.2	Equipment ratings	54
9.2.3	Equipment installation	55
9.2.4	Equipment commissioning and maintenance	55
9.2.5	Equipment operation	56
9.3	Packaging	56

10	Type tests and routine tests.....	56
10.1	General	56
10.2	Safety type tests	58
10.3	Routine testing or sample testing	58
10.4	Conditions for testing	58
10.5	Verification procedure	58
10.6	Tests	59
10.6.1	Climatic environmental tests	59
10.6.2	Mechanical tests.....	59
10.6.3	Clearances and creepage distances	60
10.6.4	Safety-related electrical tests	60
10.6.5	Electrical environment and flammability	66
10.6.6	Reverse polarity and slow ramp test	67
Annex A	(normative) Isolation class requirements and example diagrams.....	69
Annex B	(normative) Rated impulse voltages	77
Annex C	(normative) Guidance for the determination of clearance, creepage distance and withstand voltages	78
Annex D	(informative) Components.....	88
Annex E	(normative) External wiring terminations	92
Annex F	(informative) Examples of battery protection	94
	Bibliography.....	95
	Figure 1 – Flow chart showing requirements for protection against the spread of fire	35
	Figure 2 – Baffle	42
	Figure 3 – Location and extent of a flame barrier	42
	Figure 4 – Voltage ramp test.....	68
	Figure A.1 – Equipment with SELV input/output (I/O)	73
	Figure A.2 – Equipment with PELV input/output (I/O)	74
	Figure A.3 – Equipment with PEB input/output (I/O)	75
	Figure A.4 – Equipment with ELV input/output (I/O)	76
	Figure C.1 – Guidance for determination of clearances, creepage distances and withstand voltages	81
	Figure F.1 – Non-rechargeable battery protection	94
	Figure F.2 – Rechargeable battery protection	94
	Table 1 – Current levels under normal conditions.....	24
	Table 2 – Charge or energy of capacitance levels under normal conditions.....	24
	Table 3 – Altitude multiplication factor	28
	Table 4 – Current levels in single-fault condition	32
	Table 5 – Maximum temperature under normal conditions and at an ambient temperature of 40 °C	36
	Table 6 – Acceptable perforation in the bottom of an equipment case	42
	Table 7 – Insulation material of windings	43
	Table 8 – Limits of maximum available current.....	44
	Table 9 – Overcurrent protective device.....	44

Table 10 – Symbols	52
Table 11 – Symbols for marking of test voltage(s)	53
Table 12 – Overview of tests	57
Table 13 – Guidance for routine and sample dielectric voltage testing for safety – Informative	63
Table 14 – AC test voltages	64
Table A.1 – Circuit isolation class for product circuits/groups	69
Table A.2 – Insulation requirement between any two circuits	71
Table B.1 – Rated impulse voltages (waveform: 1,2/50 μ s)	77
Table C.1 – Functional insulation, pollution degree 1, overvoltage category I	82
Table C.2 – Functional insulation, pollution degree 2, overvoltage category I	83
Table C.3 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category II	83
Table C.4 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category II	84
Table C.5 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category III	84
Table C.6 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category III	85
Table C.7 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category II	85
Table C.8 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category II	86
Table C.9 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category III	86
Table C.10 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category III	87
Table C.11 – Test voltage multiplication factor for proving the clearance in air	87
Table C.12 – Reduction of the pollution degree of internal environment through the use of additional protection within the equipment	87
Table E.1 – Range of conductor sizes to be accepted by terminals	93
Table E.2 – Sizes of terminal studs or screws directly securing supply conductors	93

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

Part 27: Product safety 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 60255-27 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2005. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition.

- a) The removal of tables and diagrams which are from other standards and referring instead directly to the source standard.
- b) All aspects of IEC 60255-5 have been covered and this standard can be withdrawn.
- c) Ambiguity within the standard has been removed.

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

FDIS	Report on voting
95/316/FDIS	95/318/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60255 series, published under the general title *Measuring relays and protection equipment*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

INTRODUCTION

In order to demonstrate that the equipment is safe, it was previously necessary to refer to general safety standards such as IEC 61010-1 in addition to IEC 60664-1.

These general safety standards specify requirements for general product types or product families in order to reduce the risk of fire, electric shock or injury to the user. The product types do not include measuring relays and protection equipment. These standards also take into account single-fault conditions.

Reference to all these various standards created confusion due to conflicting requirements, for example, different clearances, creepage distances and test voltages etc., for the same rated voltages.

The aim of this standard is:

- to remove confusion due to conflicting requirements between existing standards;
- to achieve a uniform approach throughout the international industry for measuring relays and protection equipment.

This product safety standard for measuring relays and protection equipment takes the general product safety standards and IEC 60664-1 as the base, defining those issues specific to measuring relays and protection equipment.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

Part 27: Product safety requirements

1 Scope

This part of the IEC 60255 series describes the product safety requirements for measuring relays and protection equipment having a rated a.c. voltage up to 1 000 V with a rated frequency up to 65 Hz, or a rated d.c. voltage up to 1 500 V. Above these limits, IEC 60664-1 is applicable for the determination of clearance, creepage distance and withstand test voltage.

This standard details essential safety requirements to minimize the risk of fire and hazards caused by electric shock or injury to the user.

This standard does not cover the safety requirements of installations. It does cover all the ways in which the equipment may be mounted and used in cubicles, racks and panels, and also retesting. This standard also applies to auxiliary devices such as shunts, series resistors, transformers, etc., that are used in conjunction with measuring relays and protection equipment and are tested together.

Ancillary equipment used in conjunction with measuring relays and protection equipment may need to comply with additional safety requirements.

This standard is intended to describe only product safety requirements; therefore, functional performance of the equipment is not covered.

Functional safety requirements, including EMC functional safety, are not covered by this standard. Functional safety risk analysis is not within the scope of this product safety standard.

This standard does not specify the implementation of individual equipment, circuits and components.

The object of this standard is to have a comprehensive standard that covers all aspects of product safety and the related type and routine tests, for measuring relays and protection equipment.

This standard applies to equipment designed to be safe at least under the following environmental conditions:

- indoor use;
- altitude up to 2 000 m, in accordance with IEC 60255-1;
- external operating temperature range, in accordance with IEC 60255-1;
- maximum external relative humidity 95 %, non-condensing, in accordance with IEC 60255-1;
- supply fluctuations in accordance with IEC 60255-1;
- applicable supply overvoltage category;
- external pollution degree 1 and external pollution degree 2.

The equipment will normally be installed in a restricted access area within a power station, substation or industrial/retail environment. The environmental conditions specified for the equipment in IEC 60255-1 apply. This standard considers the normal environmental

conditions of corrosion caused by humidity but does not cover corrosion by atmospheric pollution.

It is assumed that access to the equipment during installation, maintenance, normal service and decommissioning is restricted to users aware of working procedures necessary to ensure safety.

This product safety standard takes precedence over general standards for matters of safety.

2 Normative references

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org>>)

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60255-1, *Measuring relays and protection equipment – Part 1: Common requirements*

IEC 60255-21-1, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section One: Vibration tests (sinusoidal)*

IEC 60255-21-2, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section Two: Shock and bump tests*

IEC 60255-21-3, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 3: Seismic tests*

IEC 60255-26:2013, *Measuring relays and protection equipment – Part 26: Electromagnetic compatibility requirements*

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

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

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

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1:1999¹

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

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*
Amendment 1:2010

¹ There exists a consolidated Edition 2.1 (2001) that includes Edition 2.0 and its Amendment 1.

IEC/TS 60695-2-20², *Fire hazard testing – Part 2-20: Glowing/hot-wire based test methods – Hot-wire coil ignitability – Apparatus, test method and guidance*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*

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

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

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

IEC 61180-2, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment*

IEC 62151, *Safety of equipment electrically connected to a telecommunication network*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*. Available at: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60664-1 and IEC 60050-151-448 as well as the following apply.

3.1

accessible part

part which can be touched under normal conditions with a standard rigid or jointed test finger as specified in 3.5.1 of IEC 61010-1:2010

Note 1 to entry: A communication circuit/network, which may be connected and taken outside the cubicle housing the equipment, or on the front of the panel without the need to open a cover or flap to access it, should be considered to be accessible, i.e. should it be PEB, PELV, SELV or equivalent.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 442.01.15, modified – More details about the test finger and the note to entry has been added.]

3.2

adjacent circuits

electric circuits which are separated from the considered circuit by the necessary basic or double/reinforced insulation

Note 1 to entry: Circuits which are separated by more than double or reinforced insulation are not considered to be adjacent.

3.3

ambient temperature

ambient air temperature

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete equipment

Note 1 to entry: For equipment installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

Note 2 to entry: The ambient temperature is measured at half the distance from any neighbouring equipment, but not more than 300 mm distance from the equipment case, at middle height of the equipment, protected from direct heat radiation from the equipment.

[SOURCE: IEC 60050:2000, 441.11.13, modified – "switching device or fuse" has been replaced by "equipment" and a second note to entry has been added.]

3.4

barrier

electrically protective barrier

part providing protection against direct contact from any usual direction of access

Note 1 to entry: Barriers may provide protection against the spread of fire (see Clause 7).

[SOURCE: IEC 60050:2004, 826.12.23]

3.5

basic insulation

insulation of hazardous live parts to provide basic protection

Note 1 to entry: This concept does not apply to insulation used exclusively for functional purposes.

[SOURCE: IEC 60050:2004, 826.12.14, modified – the word "which" is replaced by "to".]

3.6

bounding surface

outer surface of the equipment case, considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material

3.7

class I equipment

equipment with basic insulation as provision for basic protection against electric shock and protective bonding as provision for fault protection, such that conductive parts on the outside of the equipment case, cannot become live in the event of a failure of the basic insulation

3.8

class II equipment

equipment with

- basic insulation as provision for basic protection against electric shock, and
- supplementary insulation as provision for fault protection; or
- in which basic protection and fault protection are provided by reinforced insulation

Note 1 to entry: There should be no provision for a protective conductor or reliance upon installation conditions for safety purposes. It is, however, possible to connect an earth conductor to Class II equipment for functional (for example, EMC) purposes.

[SOURCE: IEC 60050:2008, 851.15.11, modified – The phrase "against electrical shock" and a note to entry have been added while the reference to IEC 61140:2001, 7.3 has been omitted.]

3.9**class III equipment**

equipment, or parts of equipment, in which protection against electric shock relies upon supply from SELV or PELV circuits and in which hazardous voltages are not generated

3.10**clearance**

shortest distance, measured in air, between two conductive parts, or between a conductive part and the outer bounding surface of the equipment, whether conductive or not

3.11**CTI****comparative tracking index**

numerical value of the maximum voltage in volts which a material can withstand without tracking and without a persistent flame occurring under specified test conditions

[SOURCE: IEC 60050:2010, 212.11.59]

3.12**communication circuit/network**

circuit/network for receiving and/or transmitting, digital or analogue signals

Note 1 to entry: It may communicate with other circuits via optical, magnetic or electromagnetic radiation means, or metallic connections.

3.13**creepage distance**

shortest distance along the surface of a solid insulating material between two conductive parts, or between a conductive part and the bounding surface (accessible part) of the equipment, measured along the surface of insulation

[SOURCE: IEC 60050:2001, 151.15.50, modified – The phrase "or between a conductive part and the bounding surface (accessible part) of the equipment, measured along the surface of insulation" has been added.]

3.14**direct contact**

electrical contact of persons with live parts

[SOURCE: IEC 60050:2004, 826.03.05, modified – The words "or animals" have been omitted.]

3.15**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

Note 1 to entry: Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.06.08, modified – The note to entry has been added.]

3.16**ELV****extra low voltage**

SEE: Table A.1

3.17**enclosure**

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

Note 1 to entry: Enclosures may provide protection against the spread of fire (see Clause 7).

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.02.35, modified – The note to entry has been added.]

3.18

accessible conductive part exposed conductive part

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

Note 1 to entry: For equipment which is not enclosed, the frame, the fixing devices, etc., may form the accessible conductive parts.

Note 2 to entry: For equipment which is enclosed, the conductive parts which are accessible when the equipment is mounted in its normal position of use, including those of its fixing surface, form the accessible conductive parts.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 422.01.21, modified – The notes to entry have been added.]

3.19

fire enclosure

part of the equipment intended to minimize the spread of fire or flames from within

3.20

functional earthing functional grounding, US

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment, for purposes other than electrical safety

[SOURCE: IEC 60050:2004, 826.13.10]

3.21

functional insulation

insulation between conductive parts, necessary for the proper functioning of the equipment

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.02.41]

3.22

hazardous energy level

available power level of 240 VA or more, having a duration of 60 s or more, or a stored energy level of 20 J or more (for example, from one or more capacitors), at a potential of 2 V or more

3.23

hazardous live part

live part at a voltage exceeding 33 V a.c. or 70 V d.c.

3.24

HLV

hazardous live voltage

normal condition voltage which exceeds 33 V a.c. or 70 V d.c.

3.25

HB40 class material

material tested in the thinnest significant thickness used and classified HB40 according to IEC 60695-11-10

3.26

HB75 class material

material tested in the thinnest significant thickness used and classified HB75 according to IEC 60695-11-10

3.27**high-integrity part****high-integrity component**

part or component that is considered not to become defective in such a manner as to cause a risk of hazard within the sense of this standard and not subject to failure when a single-fault condition is applied

3.28**limited-energy circuit**

circuit that meets all the criteria given in 7.12 of this standard

3.29**live part**

conductor or conductive part intended to be energized under normal conditions, including a neutral conductor

Note 1 to entry: This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.02.19, modified – The last part of the definition "but by convention not a PEN conductor or PEM conductor or PEL conductor" has been omitted.]

3.30**maintenance operative**

operative having appropriate technical training and experience necessary to be aware of hazards to which that operative may be exposed in performing installation/maintenance and of measures to minimize the risks to that person or other persons

3.31**micro-environment**

ambient conditions which immediately surround the clearance and creepage distance under consideration

Note 1 to entry: The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determine the effect on the insulation.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 442.01.29, modified – The latter part of the definition "excluding self produced pollution resulting from normal operation of the accessory" has been omitted.]

3.32**non-primary circuit**

circuit electrically isolated from the a.c. or d.c. supply and from external VTs and CTs

3.33**normal conditions**

equipment installed and operated under the normal operating conditions for the specified equipment as defined by the manufacturer (excluding maintenance)

3.34**overheating**

operating at a level such that the equipment's thermal limit is exceeded

3.35**overvoltage category**

number defining a transient overvoltage condition

Note 1 to entry: Overvoltage categories I, II, III are used.

Note 2 to entry: See Clause A.1 for overvoltage category details.

3.36

PEB-circuit

protective equipotential bonding circuit

SEE: Table A.1

3.37

PELV circuit

protective extra low voltage circuit

SEE: Table A.1

3.38

pollution

any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous that can produce a permanent reduction of dielectric strength or surface resistivity of the insulation

[SOURCE: IEC 60050:1998, 442.01.28, modified – The note to entry has been omitted.]

3.39

pollution degree

number characterizing the expected pollution of the micro-environment

3.40

pollution degree 1

normally no pollution or only dry, non-conductive pollution occurs.

Note 1 to entry: Pollution has no influence.

3.41

pollution degree 2

normally only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected

3.42

pollution degree 3

normally conductive pollution, or dry non-conductive pollution occurs, which becomes conductive, due to condensation which is to be expected

3.43

pollution degree 4

normally the pollution generates persistent conductivity caused by conductive dust or by rain or snow

3.44

primary circuit

circuit connected direct to the a.c. or d.c. supply input

Note 1 to entry: Equipment circuits connected to VTs (voltage transformers) or CTs (current transformers) are also classed as primary circuits.

Note 2 to entry: Measuring relay circuits supplied from an external a.c. or d.c. power supply, complying with ELV circuit requirements, as in Table A.1, may be treated as non-primary circuits, providing that any transients or impulse voltages on the supply output do not exceed the requirements of Figure 2 of IEC 61010-1:2010.

3.45

protective bonding

electrical connection of accessible conductive parts or of protective screening to provide electrical continuity by means of connection to an external protective conductor which is securely returned to earth

3.46**protective bonding resistance**

impedance between the protective conductor terminal and a conductive part required to be connected to the protective conductor

3.47**protective conductor**

conductor provided for purposes of safety, for example, protection against electric shock, by electrically connecting main earthing terminal, or accessible conductive parts, or earth electrode, or earthed point of the source or artificial neutral

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.02.09, modified – "by electrically connecting main earthing terminal, or accessible conductive parts, or earth electrode, or earthed point of the source or artificial neutral" has been added.]

3.48**protective earthing****protective grounding, US**

earthing of a point in equipment for protection against electric shock in case of a fault

3.49**protective impedance**

impedance connected between live parts and accessible conductive parts, of such value that the current, under normal conditions and under likely fault conditions in the equipment, is limited to a safe value, and which is so constructed that the reliability is maintained throughout the life of the equipment

Note 1 to entry: A protective impedance should withstand the dielectric voltage withstand test for double insulation, and its choice should take account of its predominated failure mode.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 442.04.24, modified – The term "electronic switch" has been replaced by "equipment" and a note to entry has been added]

3.50**protective screening****protective shielding, US**

separation of electric circuits and/or conductors from hazardous live parts by an electrically protective screen connected to the protective equipotential bonding system and intended to provide protection against electric shock

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.06.18]

3.51**protective separation**

separation of one electric circuit from another by means of double insulation, or basic insulation and electrically protective screening, or reinforced insulation

3.52**rated impulse voltage**

impulse voltage value assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against transient overvoltages and to which clearances are referred

3.53**rated insulation voltage****RIV**

voltage value assigned by the manufacturer to the equipment, or to a part of it, characterizing the specified (long-term) withstand capability of its insulation and to which dielectric voltage tests and creepage distances are referred

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

Note 2 to entry: The rated insulation voltage refers to the insulation between electric circuits.

Note 3 to entry: For clearances and solid insulation the peak value of the voltage occurring across the insulation or clearance is the determining value for the rated insulation voltage. For creepage distances, the r.m.s. or d.c. value is the determining value.

3.54

rated voltage

value of voltage assigned by the manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment

Note 1 to entry: Equipment may have more than one rated voltage value or may have a rated voltage range.

3.55

reinforced insulation

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

Note 1 to entry: Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic insulation or supplementary insulation.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.06.09]

3.56

restricted access area

area accessible only to electrically skilled persons and electrically instructed persons with the proper authorization and knowledge of any safety hazards

Note 1 to entry: These areas include closed switch plants, distribution plants, switchgear cells, transformer cells, distribution systems in metal-sheet enclosures or in other closed installations.

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.04.04, modified – "and knowledge of any safety hazards" and a note to entry have been added.]

3.57

routine test

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050:2001, 151.16.17]

3.58

safety critical component

component which is relied upon for the integrity of its electrical insulation, mechanical strength, thermal, or flame-retardant properties during normal operation and single fault conditions, to prevent the risk of electric shock, injury, or fire hazard

3.59

screen

shield, US

conductive part that encloses or separates electric circuits and/or conductors

3.60

SELV circuit

separated/safety extra low voltage circuit

SEE: Table A.1

3.61

single-fault conditions

conditions in which one fault is present which could cause a hazard

Note 1 to entry: If a single-fault condition results unavoidably in another fault condition, the two failures are considered as one single-fault.

3.62

supplementary insulation

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

[SOURCE: IEC 60050:1998, 195.06.07, modified – "for fault protection" has been replaced by "in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation".]

3.63

tracking

progressive formation of conductive paths, which are produced on the surface or within a solid insulating material, due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination

Note 1 to entry: Tracking usually occurs due to surface contamination.

[SOURCE: IEC 60050:2010, 212.11.56]

3.64

type test

test of one or more devices made to a given design, to check if these devices comply with the requirements of the standard concerned

[SOURCE: IEC 60050:2008, 851.12.05]

3.65

user

personnel with the appropriate training and experience necessary to be aware of hazards to which they are exposed when operating the equipment in a restricted access area and of measures to minimize the danger to themselves and other persons

Note 1 to entry: User can be classified as an operator accessing the equipment for routine purposes (considered to have access to the front of the unit only).

3.66

withstand

state of survival of the equipment to the related imposed environmental or test condition (for example, impulse voltage)

3.67

working voltage

highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage across any particular insulation which can occur when the equipment is supplied at rated voltage

Note 1 to entry: Transients are disregarded.

Note 2 to entry: Both open-circuit conditions and normal operating conditions are taken into account.

4 General safety requirements

4.1 General

The equipment shall not jeopardize the safety of people and property.

Protection against electric shock for class I, II or III equipment is applicable to those parts accessible under normal conditions.

ELV, PEB, PELV and SELV circuits provide protection from electric shock by hazardous live voltages, and are not necessarily related to class I, II or III equipment class.

4.2 Earthing requirements

Earthing in equipment may be required not only to reduce the effects of interference, but also, and more importantly, for reasons of personnel safety. Where there is any conflict between these two requirements, personnel safety shall always take precedence.

5 Protection against electric shock

5.1 General

5.1.1 Introductory remark

Users shall be protected against electric shock hazards by use of good constructional and engineering practice.

The testing of components and equipment with regard to protection against electric shock shall be conducted as type tests and routine tests as defined in Clause 10.

Protection against contact with accessible hazardous live parts shall be provided.

Any conductive part that is not separated from the hazardous live parts by at least basic insulation shall be considered to be a live part.

A metallic accessible part is considered to be conductive if its surface is bare or is covered by an insulating layer which does not comply with the requirements of basic insulation.

A single-fault condition applied to the equipment shall not cause an electric shock hazard.

Unearthed accessible conductive parts which may become hazardous live under a single-fault condition shall be separated from hazardous live parts by double or reinforced insulation or be connected to the protective conductor or meet the requirements of 5.1 to 5.1.11.

Annex A covers equipment isolation class.

Annex C is for the determination of clearance and creepage distance and withstand type test voltages.

5.1.2 Protection from contact with hazardous live parts

5.1.2.1 General

Protection against direct contact with accessible hazardous live parts shall be provided by adequate insulation, the equipment case or a barrier.

5.1.2.2 Insulation

The insulation requirements shall be determined after consideration of the following influencing factors:

- rated insulation voltage of the circuit under consideration (see 6.7 of IEC 61010-1:2010);
- overvoltage category (see Annex B and Annex C);
- pollution degree (see Annex C);
- isolation level, for example, ELV, SELV, PELV, or PEB (see Annex A);

- insulation prescription (see Annex A and Annex C).

5.1.2.3 Equipment case and barriers

Hazardous live parts shall be located within the equipment case or behind barriers that meet at least the requirements of the protective type IP2X (finger protection) according to 5.1 of IEC 60529:1989, Amendment 1:1999 such that they are not accessible under normal conditions. If a cover is removed without the use of a tool then warning symbol 12 from Table 10 shall then be visible.

The top surfaces of barriers that are accessible in normal use shall meet at least the requirements of the protective type IP4X (protection against 1mm diameter wire) according to 5.1 of IEC 60529:1989, Amendment 1:1999. Any such barriers shall have sufficient mechanical strength, stability and durability to maintain the specified degree of protection and be firmly secured in place in such a way that it may only be removed by the use of a tool.

Hazardous live parts which may be accidentally touched by a maintenance operative when manually changing settings etc., shall meet at least the requirements of protective type IP2X according to 5.1 of IEC 60529:1989, Amendment 1:1999.

Compliance with 5.1.2.3 is checked using a test finger as specified in 6.2 of IEC 61010-1:2010.

5.1.2.4 Hazardous live terminations using stranded wire

The end of a stranded wire shall not be consolidated by soft soldering at places where the wire is subject to contact pressure, unless the method of clamping is designed so as to reduce the likelihood of a bad contact due to cold flow of the solder. Spring terminals that compensate for the cold flow are deemed to satisfy this requirement. Preventing the clamping screws from rotating is not considered to be adequate.

Terminals shall be located, guarded or insulated so that, should a strand of a flexible wire escape when the wire is fitted, there is no likelihood of accidental contact between such a strand and:

- accessible conductive parts, or
- unearthed conductive parts separated from accessible conductive parts by supplementary insulation only.

A loose strand of 8 mm nominal length is normally considered for assessing this risk.

If the manufacturer determines that there is a risk, a recommendation shall be given in the documentation and a warning symbol 14 from Table 10 marked on the equipment. The risk can be eliminated, for example, by the use of an insulated crimp terminal or a single-strand wire.

Compliance with 5.1.2.4 is checked by inspection.

5.1.3 Discharge of capacitors

After switching off the equipment, capacitors shall be discharged within 5 s to a residual charge of 50 μC or to a voltage of 20 V. In the case of installed equipment, where the voltage at the plug-and-socket devices can be touched and these devices may be pulled out when live, without the use of tools, the capacitors shall be discharged within 1 s to a charge of 50 μC , or to a voltage of 20 V.

With respect to the above two discharge cases, testing shall be by calculation of the energy, or measurement of the voltage, 5 s or 1 s after switching off the equipment. Where several

capacitors are interconnected throughout the circuit, this shall be allowed for, in such calculations.

If the above parameters cannot be complied with, due to design constraints, there shall be an easily observable warning on the equipment that such capacitors should be safely discharged during decommissioning.

Compliance with 5.1.3 is checked by calculation or measurement.

5.1.4 Protective impedance

Protective impedance shall be one or more of the following so that unearthed accessible conductive parts cannot become hazardous live as a result of a single-fault condition.

- An appropriate high-integrity single component. Examples are high-voltage withstand capacitors and resistors rated at a minimum of 3 250 V r.m.s. for at least 1 min and shall meet the requirements of 5.1.5.3.2 under the normal conditions and 5.2.4.1.2 under a single-fault condition. The power rating, at maximum ambient temperature, of a high-integrity resistor, shall be at least twice that of the resistor dissipation, under normal use. If the predominant failure mode of the component is short circuit, then a single component shall not be used.
- A combination of components, for example, two Y rated capacitors in series, each rated for the total working voltage across the pair. Each capacitor shall have the same nominal capacitance value and a withstand voltage rating of at least 2 000 V r.m.s., 1 min. This provides basic protection against electric shock in the case of a single-fault condition.
- A combination of basic insulation and a current- or voltage-limiting device.

Compliance with protective impedance can be demonstrated by application of the appropriate voltage test for double/reinforced insulation in Table C.7 to Table C.10 for an altitude of 2 000 m. For test altitudes other than 2 000 m, the test voltage should be adjusted in accordance with Table C.11.

Components, wires and connections shall be rated according to the requirements for both normal conditions and appropriate single-fault conditions. It is permissible for double insulation or reinforced insulation to be bridged by components meeting the requirement for protective impedance. Compliance of components with 5.1.4 and any associated basic insulation shall be checked after a single-fault condition assessment or test according to 10.6.5.5. Any associated basic insulation shall be checked by assessment, measurement or testing in accordance with Annex C of this standard and 6.7 of IEC 61010-1:2010.

5.1.5 Accessible parts

5.1.5.1 General

Unless obvious, determination of whether a part is accessible, under normal use, shall be made as specified below and in 5.1.5.2.

Circuits intended to be connected to an external accessible circuit shall be considered as accessible conductive parts, for example communication circuits.

Appropriate test fingers, as specified in 5.1.5.2.2, shall be applied without force unless a force is specified. Parts are considered to be accessible if they can be touched with a finger or pin, or if the covering does not provide suitable protection when touched under normal use (see below).

Where accessible conductive parts or circuits are separated from other parts by double insulation or reinforced insulation that is bridged by components in accordance with 5.1.4, the accessible parts or circuits shall comply with current limits in 5.1.5.3.2 for the normal

condition and 5.2.4.1.2 for a single-fault condition. These requirements shall apply after dielectric voltage testing.

For hazardous live parts, a part is considered to be accessible if the test finger or pin reaches a point nearer to the hazardous live part than the applicable clearance for basic insulation at the working voltage determined from IEC 60664-1 (see 5.1.6.4 below).

For equipment accepting plug-in modules, parts are considered to be accessible if they can be touched with the jointed test finger (see 5.1.5.2.2) up to a depth of 180 mm from the opening in the equipment.

Materials which can easily be damaged are not considered to provide suitable insulation (for example, lacquer, enamel, oxides and anodic films). Non-impregnated hygroscopic materials, such as paper, fibres, fibrous material, are also not considered to provide suitable insulation.

5.1.5.2 Determination of accessible parts

5.1.5.2.1 General

If the user is intended to perform any actions in normal use, with or without the aid of a tool (for example, a screwdriver, a coin, a key, etc.), which will increase the accessibility of parts, such actions shall be taken before performing the examinations of 5.1.5.2.2 to 5.1.5.2.4. Examples include:

- removing covers;
- adjusting controls;
- replacing consumable material;
- removing parts.

5.1.5.2.2 General examination

The jointed test finger (see IEC 61032 and IEC 60529) shall be applied in every possible position. Where a part could become accessible by applying a force, the rigid test finger (see 6.2 of IEC 61010-1:2010,) shall be applied with a force of 10 N. The force shall be exerted by the tip of the test finger so as to avoid wedge and lever action. The test shall be applied to all outer surfaces, including the bottom.

5.1.5.2.3 Openings above parts, enclosed by the case, which are hazardous live

A metal test pin 100 mm long and 4 mm in diameter shall be inserted in all openings in the equipment case, above parts (the test pin shall be freely suspended) which are hazardous live. The test pin shall penetrate up to 100 mm. This test shall not be applied to terminals.

5.1.5.2.4 Openings for pre-set controls

A metal test pin 3 mm in diameter shall be inserted through holes, in the equipment case, intended to give access to pre-set controls which require the use of a screwdriver or other tool. The test pin shall be applied in every possible direction through the hole. Penetration shall not exceed three times the distance from the equipment case surface to the control shaft or 100 mm, whichever is smaller.

5.1.5.2.5 ELV rated or live parts accessible when cover removed

If ELV rated or live parts, such as replaceable batteries or electromechanical relay contacts, are accessible when the cover is removed without the aid of a tool, then a warning label is required, visible when the cover is removed. This warning shall comprise of symbols 14 and/or 12 in Table 10.

5.1.5.2.6 Wiring terminals

Wiring terminals which are behind a panel, or in a restricted access area, and cannot be touched in normal use shall be deemed non-accessible. However, a protection of at least type IP1X according to 5.1 of IEC 60529:1989, Amendment 1:1999 should be provided to prevent electric shock due to accidental contact.

If at least a protection of type IP1X, according to 5.1 of IEC 60529: 1989, Amendment 1:1999, is not provided then warning symbol 12 in Table 10, shall be used in the vicinity of accessible hazardous live wiring terminals.

Compliance with 5.1.5 to 5.1.5.2.6 shall be demonstrated by visual inspection or test.

5.1.5.3 Permissible limits for accessible parts

5.1.5.3.1 General

The voltage, current, charge or energy between an accessible part and reference test earth, or between any two accessible parts on the same piece of equipment within a distance of 1,8 m (over a surface or through air), shall not exceed the values of 5.1.5.3.2 in normal condition, nor those of 5.2.4.1.2 in single-fault condition.

5.1.5.3.2 Values under normal conditions

Values under normal conditions are listed below. Values exceeding the levels/limits of items a) to c) below, in normal conditions, are deemed to be hazardous live. The limits of items b) and c) below apply only if the voltage exceeds the values of item a).

a) Voltage levels: 33 V a.c. or 70 V d.c.

For equipment rated for use in wet locations, the voltage levels are 25 V a.c. or 37,5 V d.c.

b) Current levels under normal conditions: indicated in Table 1.

Table 1 – Current levels under normal conditions

Installation location	Figure 3/Figure 4 of IEC 60990:1999 Measurement circuit to be used	Sinusoidal waveforms	Non-sinusoidal or mixed frequency waveforms	mA d.c.
		mA r.m.s.	mA peak	
Dry	Figure 4	0,5	0,7	2
Wet	Figure 3 with $R_S = 375 \Omega$ (instead of 1 500 Ω)	0,5	0,7	2
Dry	Figure 3 with $R_B = 75 \Omega$ Relates to possible burns in the frequency range 30 kHz to 500 kHz	70	-----	-----

c) Charge or energy of capacitance levels under normal conditions: indicated in Table 2.

Table 2 – Charge or energy of capacitance levels under normal conditions

Maximum level	For peak or d.c. voltages
45 μC	Up to 15 kV
350 mJ	$\geq 15 \text{ kV}$
NOTE Figure 3 of IEC 61010-1:2010 shows the maximum acceptable voltage for the capacitance value for both normal use and single-fault condition.	

5.1.6 Bonding to the protective conductor

5.1.6.1 Insulation between live parts and accessible conductive parts

Accessible conductive parts shall be bonded to the protective conductor terminal if they could become hazardous live in the case of a single fault of the primary protective means specified in 5.1.2. Alternatively, such accessible parts shall be separated from parts which are hazardous live by a conductive protective screen or barrier bonded to the protective conductor terminal. For measuring and test equipment, indirect bonding is permitted as an alternative to direct bonding.

Unearthed accessible conductive parts such as equipment doors or flaps, handles, etc. shall meet one of the following criteria.

- Unearthed accessible conductive parts need not be bonded to the protective conductor if they are separated from all hazardous live parts by double insulation or reinforced insulation.
- Equipment of class I protection. A minimum of basic insulation between the unearthed accessible conductive part and live parts, provided that the insulation cannot be reduced to less than basic insulation by any single fault including mechanical impact, loose wires and terminals etc. Mechanical retention can be used to ensure maintenance of basic insulation under a single-fault condition. Screws or nuts with lock washers are not regarded as liable to become loose, nor are wires which are mechanically secured by more than soldering alone.

Verification of clearance shall be made by measurement, where there is any doubt of compliance.

5.1.6.2 Protective bonding

Accessible conductive parts shall be bonded to the protective conductor; it is not, however, essential when one of the following applies.

- When unearthed accessible conductive parts are exclusively related to electrical circuits with protection in case of direct contact according to 5.1.5, and the voltage does not exceed ELV limits (see Annex A).
- When magnetic cores are used, for example transformers, chokes and contactors.
- The unearthed accessible conductive parts are of small dimensions which in normal use are not intended to be grasped and which have a low probability of contact and are separated from hazardous live parts by at least basic insulation.

5.1.6.3 Bonding of parts connected to the protective conductor

See 10.6.4.5 for protective bonding test requirements.

The equipment design should ensure that any painting or coating of surfaces within the protective earth bonding circuit shall not affect the protective bonding resistance of that circuit.

5.1.6.4 Protection against corrosion

Conductive parts in contact at protective earthing terminals and connections shall not be subject to significant corrosion due to electrochemical action in any working, storage or transport environment conditions as specified in the instructions supplied with the equipment.

Corrosion resistance can be achieved by suitable plating or coating process.

Compliance with 5.1.6.4 is checked by determination of the electrochemical potential difference between the dissimilar metals, also by inspection after the normally conducted damp heat type test.

5.1.6.5 Interruption of protective bonding

Where the protective connection to a subassembly of equipment is made by a plug-and-socket device when it is live or conducting, the protective connection shall not be broken before the live conductors. On re-connection, the protective conductor shall re-connect before the live connection or, at the latest, together with the live conductors.

5.1.7 Protective conductor connection

Equipment with internal protective bonding shall have means of connection for the external protective conductor, preferably near to the terminals for the respective live conductors.

The protective conductor terminal shall be corrosion-resistant. It shall be capable of accommodating cables of at least the same cross-sectional area as the equipment circuit with the highest current/protection element rating, which may cause an earth fault.

The means of connection for the protective conductor shall not be used as a part of the mechanical assembly of the equipment.

5.1.8 High leakage current

Where equipment has a continuous leakage current of more than 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c. in normal use, the supply input shall be connected as for a permanently connected equipment (see Clause E.2); this shall be stated in the equipment documentation.

Any current measurements shall be performed using the measuring circuit in Figure 4 of IEC 60990:1999. The equipment shall be isolated from earth and the measuring circuit connected between the protective conductor terminal and the protective conductor.

5.1.9 Solid insulation

5.1.9.1 General

Solid insulation shall be designed to resist the stresses which occur, especially mechanical, electrical, thermal and climatic stresses that are to be expected under normal conditions, and it shall have a sufficient resistance to ageing throughout the life of the equipment.

Solid insulation shall be designed to withstand mechanical vibration or shock which can be expected during transportation, storage, installation and use.

Wire insulation shall be considered as solid insulation.

Thin, easily damageable, materials such as coating with lacquer or oxides and anode coatings are considered insufficient to satisfy these requirements.

5.1.9.2 Requirements

The maximum temperature of the solid insulation, under normal conditions at maximum ambient temperature, shall be less than the temperature given for the appropriate class in Table 7, 7.11.2.

Compliance of solid insulation shall be verified by performing dielectric voltage and impulse withstand type tests, according to the relevant rated working voltage and overvoltage category, determined from the appropriate Table C.1 to Table C.10, and Table C.11. The term solid insulation refers to material that provides electrical insulation between two opposite

surfaces, not along an outer surface. Its required properties are specified either as the actual minimum distance through the insulation, or by other requirements and tests in this standard instead of a minimum distance. Any test therefore only proves the minimum distance through the insulation, not the creepage distance across the surface of the insulation.

Compliance with 5.1.9 is checked by inspection, measurement and test.

5.1.10 Clearances and creepage distances

5.1.10.1 General

Clearance and creepage distances shall be determined from the appropriate Table C.1 to Table C.10.

NOTE The clearance and creepage distances in Table C.1 to Table C.10 can be interpolated for voltages above 300 V.

The minimum creepage distance shall not be less than the minimum clearance in air. These clearance and creepage distances are minimum values; manufacturing tolerances shall additionally be taken into account.

Examples for design and measurement of clearances and creepage distances are given in 6.2 of IEC 60664-1:2007.

Inhomogeneous fields generally apply to equipment.

For the functional insulation of pulsating voltage waveforms, the r.m.s. voltage of the waveform shall be calculated and used as the working voltage in the determination of the required clearances and creepage distances. The amplitude of repetitive peak voltages of short duration (defined as being less than 2 % of the waveform cycle duration) should not exceed 175 % of the rated r.m.s. working voltage used to determine the minimum creepage distance.

Where there is any doubt that the required clearance and creepage distances are compliant, measurements shall be made.

If appropriate, type tests and routine testing or sample testing of clearances shall be carried out to determine compliance with 5.1.10, in accordance with Clause 10.

5.1.10.2 Clearances

5.1.10.2.1 General

Clearances are specified to withstand the maximum transient overvoltage that can be present on the circuit, either as a result of an external event (such as a lightning strike, or a switching transient), or as the result of the operation of the equipment. Clearances shall be determined with reference to Annex A and Annex C. For clearances in primary circuits, Table B.1 should also be referred to.

The design of the clearance between any two circuits shall conform to the greater clearance of the two.

In order to maintain a fixed withstand test voltage, the clearances for equipment at altitudes greater than 2 000 m shall be multiplied by the factor given in Table 3 below.

Table 3 – Altitude multiplication factor

Altitude metres	Clearance multiplying factor
2 000	1,00
3 000	1,14
4 000	1,29
5 000	1,48

For installations above 2 000 m, refer to Table C.11. If necessary, take appropriate measures to limit the impulse voltages the equipment is subjected to, for example, use spark gaps or transient suppressors etc.

5.1.10.2.2 Clearances for primary circuits

The clearances in air relating to primary circuits are determined by the rated impulse voltage (refer to C.1.4).

Basic insulation is the minimum requirement between primary circuits and other circuits, (primary or non-primary circuits) including accessible parts and earthed parts. Additional insulation (for example, functional or supplementary insulation) may be required, depending upon the isolation class (see Annex A). To minimize the risk of fire, it is necessary to correctly design functional insulation, such as that across a primary circuit.

Where the clearance does not comply with the relevant Table C.3 to Table C.10, this may be proven by testing using a test voltage determined by the multiplication of the withstand voltage, by the appropriate multiplication factor for altitude from Table C.11. The preferred method to prove the product is safe, where the clearance is below the minimum specified value, is to use the a.c. or d.c. value given in the table, rather than the impulse voltage, unless the impulse voltage generator characteristics and impulse voltage amplitude are according to 10.6.4.2.3.

NOTE The withstand voltages in Table C.1 to Table C.10 are for inhomogeneous fields. In many cases, the clearance in air between two parts of the equipment is between inhomogeneous and homogeneous; hence, clearances can be proven by testing.

The clearance values are stated in Annex C, for impulse voltages other than those given in Annex C tables refer to IEC 60664-1:2007, Annex A.

5.1.10.2.3 Clearances for non-primary circuits

Clearances for non-primary circuits shall withstand the maximum transient overvoltage that can be present on the circuit. If transient overvoltages cannot occur, clearances are based on the nominal working voltage.

The clearance values are stated in Annex C; for impulse or working voltages other than those given in Annex C tables refer to Annex A of IEC 60664-1:2007.

5.1.10.2.4 Creepage distances

It shall be assumed that the equipment within the scope of this standard is subject to continuous voltage stress over a long period, requiring the design of appropriate creepage distances.

Creepage distances shall be determined with reference to Annex A and Annex C.

Examples for design and measurement of creepage distances are given in 5.2 and 6.2 of IEC 60664-1:2007.

The design of creepage distance between any two circuits shall conform to the greater creepage distance of the two.

If pollution degree 3 or 4 causes persistent conductivity, for example, due to carbon or metal dust, the dimensions for creepage distances cannot be specified. Instead, the surface of insulation has to be designed to avoid a continuous path of conductive pollution (for example, by means of ribs or grooves, as determined by 5.2.2.5 and 5.2.5 of IEC 60664-1:2007).

Table C.12 indicates additional protection which may be used to reduce the pollution degree within the equipment. If Table C.12 is used to determine reduced creepage distance, it should be ensured that this is not less than the minimum allowed clearance.

Compliance of creepage distances with 5.1.10.2.4 shall be verified by measurement in the case of doubt. It cannot be verified by voltage withstand testing.

Interpolation of creepage distances in Annex C tables is permitted, for both primary and non-primary circuits.

5.1.11 Functional earthing

If functional earthing of accessible or other conductive parts is necessary, the following apply.

- It is permitted to connect the functional earthing circuit to a protective conductor terminal or to a protective bonding conductor.
- The functional (or protective) earthing circuit shall be separated from ELV, PEB, PELV and SELV circuits by at least functional insulation.
- The functional earthing circuit shall be separated from parts at hazardous voltage in the equipment by either:
 - double insulation or reinforced insulation; or
 - a protectively earthed screen or another protectively earthed conductive part, separated from parts at hazardous voltages by at least basic insulation.

Compliance with 5.1.11 is checked by inspection.

5.2 Single-fault conditions

5.2.1 Testing in single-fault condition

The equipment shall not present a risk of electric shock or fire after a single-fault test. It does not have to be functional after the test.

The following requirements apply.

- Examination of the equipment and its circuit diagram will generally show the fault conditions which are liable to result in electric shock or fire hazards and which therefore shall be applied.
- Fault tests shall be made except where it can be demonstrated that it is improbable that a hazard will arise from a particular single-fault condition.
- It is not required that a single-fault condition is applied to double or reinforced insulation.
- The equipment shall be operated under the least favourable combination of reference test conditions.

These conditions include worst-case tolerance of rated voltage and current, worst-case equipment orientation, whether covers or other removable parts may not be fitted during normal conditions, maximum specified external fuse rating.

NOTE Small parts, such as screws and rivets which are not accessible and are isolated from HLV circuits by at least basic insulation, are not taken into consideration.

7.11 provides an alternative to testing for protection against spread of fire under a single-fault condition but is not applicable to electric shock hazards.

5.2.2 Application of single-fault condition

5.2.2.1 General

A single-fault condition shall be applied one at a time and shall be applied in turn in the most convenient order. Multiple simultaneous faults shall not be applied; they may, however, result from the application of a single-fault. The application of a single fault may result in the equipment being in a hazardous state and the test personnel should take appropriate precautions such as safety screens, etc.

After the application of a single-fault condition, the equipment or relevant part shall meet the requirements of 5.2.4.

Single-fault condition assessment shall include the following.

5.2.2.2 Protective impedance

The following requirements apply.

- If protective impedance is formed by a combination of components, each component shall in turn be short-circuited or disconnected.
- If protective impedance is formed by a combination of basic insulation and a voltage- or current-limiting device, both the basic insulation and the voltage or current-limiting device shall be subjected to single faults, applied one at a time. Basic insulation shall be short-circuited. The voltage- or current-limiting device shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favourable.

Parts of a protective impedance which are high-integrity components need not be short circuited or disconnected.

5.2.2.3 Transformers

Transformer non-primary windings and sections of tapped windings, which are loaded under normal conditions shall be tested in turn, one at a time, to simulate short circuits in the load. All other windings are loaded or not loaded, whichever load condition is less favourable.

The primary and non-primary windings of the transformer shall have a short circuit applied between them unless separated by reinforced or double insulation. The reinforced or double insulation shall be tested where thermal damage to the insulation may create a risk of electric shock.

Short circuits shall also be made on the load side of any current-limiting impedance or over-current protective device which is connected directly to the winding.

5.2.2.4 Outputs

Outputs shall be short-circuited one at a time.

5.2.2.5 Insulation between circuits and parts

Functional insulation between circuits and parts shall be short-circuited where this could cause overheating of any material creating a risk of fire, unless that material is of flammability class V-1 or better of IEC 60695-11-10.

Basic insulation in primary circuits with less than the specified clearance distance shall be bridged to check against the spread of fire.

Supplementary, reinforced and double insulation need not be short-circuited. The exception to this is where thermal damage to the insulation may create a risk of electric shock.

5.2.2.6 Primary circuits and hazardous voltage non-primary circuits

Single-fault conditions shall be applied by open-circuiting or short-circuiting components in primary circuits and hazardous voltage non-primary circuits, within the equipment, where these may create a risk of electric shock or fire.

5.2.2.7 Overloads

Single-fault conditions shall be applied where a circuit or component overload may create a fire or electric shock hazard. This includes connection of the most unfavourable load impedances to terminals and connectors which deliver power or signal outputs from the equipment.

It is permitted to use fusible links, overcurrent protection devices and the like to provide adequate protection.

Where there are multiple outlets with the same internal circuitry, the single-fault test can be limited to one outlet only.

5.2.2.8 Intermittently rated resistors

Continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation shall be considered under the single-fault condition assessment.

5.2.2.9 DC inputs

DC inputs shall be assessed for effects of reverse polarity under worst case conditions.

It is permitted to use fusible links, overcurrent protection devices and the like to provide adequate protection.

Where there are multiple inlets with the same internal circuitry, the test can be limited to one inlet only.

5.2.3 Duration of tests

The equipment shall be operated until further change as a result of the applied fault is unlikely. Each test is normally limited to 1 h since a secondary fault arising from a single-fault condition will usually manifest itself within that time. If there is an indication that a risk of electric shock, spread of fire or injury to persons may eventually occur, for example if the temperature has not stabilized, the test shall be continued until one of these hazards does occur or for a maximum period of 4 h, unless a hazard occurs before then.

5.2.4 Compliance

5.2.4.1 Compliance with requirements for electric shock protection

5.2.4.1.1 General

A dielectric voltage withstand test according to 10.6.4.3 may be necessary to demonstrate that the equipment does not present an electric shock hazard following the application of a single-fault condition.

PEB, PELV and SELV circuits shall remain safe to touch after the application of a single-fault condition.

Following a single-fault condition; accessible parts shall not be hazardous live, as defined in 5.2.4.1.2.

5.2.4.1.2 Values in single-fault condition

Values in single-fault conditions are given below. Values exceeding the levels/limits of items a) to c) due to a single-fault condition are deemed to be hazardous live. The limits of items b) and c) apply only if the voltage exceeds the values of item a).

a) Voltage levels are 55 V r.m.s. or 140 V d.c.

For temporary voltages, the levels are those of 6.3 of IEC 61010-1:2010, measured across a 50 k Ω resistor.

For equipment rated for use in wet locations, the voltage levels are 33 V r.m.s. or 70 V d.c.

b) Current levels as shown in Table 4.

Table 4 – Current levels in single-fault condition

Installation location	Figure 3/Figure 4 of IEC 60990:1999 Measurement circuit to be used	Sinusoidal waveforms	Non-sinusoidal or mixed frequency waveforms	
		mA r.m.s.	mA peak	mA d.c.
Dry	Figure 4	3,5	5	15
Wet	Figure 3 with $R_S = 375 \Omega$ (instead of 1 500 Ω)	3,5	5	15
Dry	Figure with $R_B = 75 \Omega$ Relates to possible burns in the frequency range 30 kHz to 500 kHz	500	-----	-----

c) The capacitance level is that defined in Figure 3. in IEC 61010-1:2010.

5.2.4.2 Compliance with requirements for temperature protection

Refer to 7.3.1.

5.2.4.3 Compliance with requirements for protection against the spread of fire

Refer to 7.11.3.

5.2.4.4 Compliance with requirements for hazardous gases and chemicals

Refer to 7.3.2.

5.2.4.5 Compliance with requirements for mechanical protection

Compliance with 5.2.4.5 is checked by inspection to ensure that no parts are expelled from the equipment due to parts exploding or imploding and that no mechanical hazard is caused by the application of a single-fault condition.

The means of protection against expelled parts should not be removable without the aid of a tool. If the protection is removable without the use of a tool, then Table 10, symbol 14 shall be used, and an appropriate warning provided in the documentation.

6 Mechanical aspects

6.1 Protection against mechanical hazards

6.1.1 Stability

Under conditions of normal use, equipment shall not become physically unstable to the degree that it could become a hazard to the user.

6.1.2 Moving parts

Moving parts shall not be able to crush, cut or pierce parts of the body of the user likely to come into contact with them, nor severely pinch the user's skin under normal conditions and maintenance. This requirement does not apply to easily touched moving parts which are obviously intended to operate on parts of materials external to the equipment, for example tripping mechanism. Such equipment should be designed to minimize inadvertent touching of such moving parts (for example, by fitting of guards, handles, etc.).

Compliance with 6.1.2 is checked by inspection.

6.1.3 Edges and corners

All easily touched edges, projections, corners, openings, guards, handles and the like of the equipment case should be smooth and rounded so as not to cause injury during normal conditions

Compliance with 6.1.3 is checked by inspection.

6.2 Mechanical requirements

The equipment should comply with the mechanical tests in 10.6.2.1 to 10.6.2.4.

Where higher severity levels are required, they shall be agreed between the manufacturer and the user.

6.3 Mechanical security of terminations

Refer to Annex E.

7 Flammability and resistance to fire

7.1 General

This clause provides methods and procedures to reduce the risk of fire associated with the equipment to a safe level, by one of the following means.

- Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment.
- Reducing the amount of combustible (or flammable) materials within the equipment.

- Containment of a fire within the equipment, should it occur.

7.2 Rationale

Equipment or parts of equipment may cause excessive temperatures, under normal condition or single-fault condition, which could lead to a risk of fire within the equipment or to its surroundings.

In order for a risk of fire within the equipment to exist, all three of the following basic elements shall exist.

- The equipment circuits shall have sufficient power or energy to be an ignition source.
- There shall be oxygen present (air is about 21 % oxygen).
- There shall be combustible materials present to support the combustion process.

The use of the methods and procedures within this clause offers the following benefits.

- Compliance with fire-protection requirements without tests.
- Reduction of single-fault condition testing.
- Specification of construction methods which allow verification of fire protection by inspection.
- Reduction of interpretation differences and testing variables between inspection authorities.

This clause also details requirements for protection against the spread of fire, maximum temperature limits and limited energy circuits.

The flow chart in Figure 1 shows requirements for protection against the spread of fire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

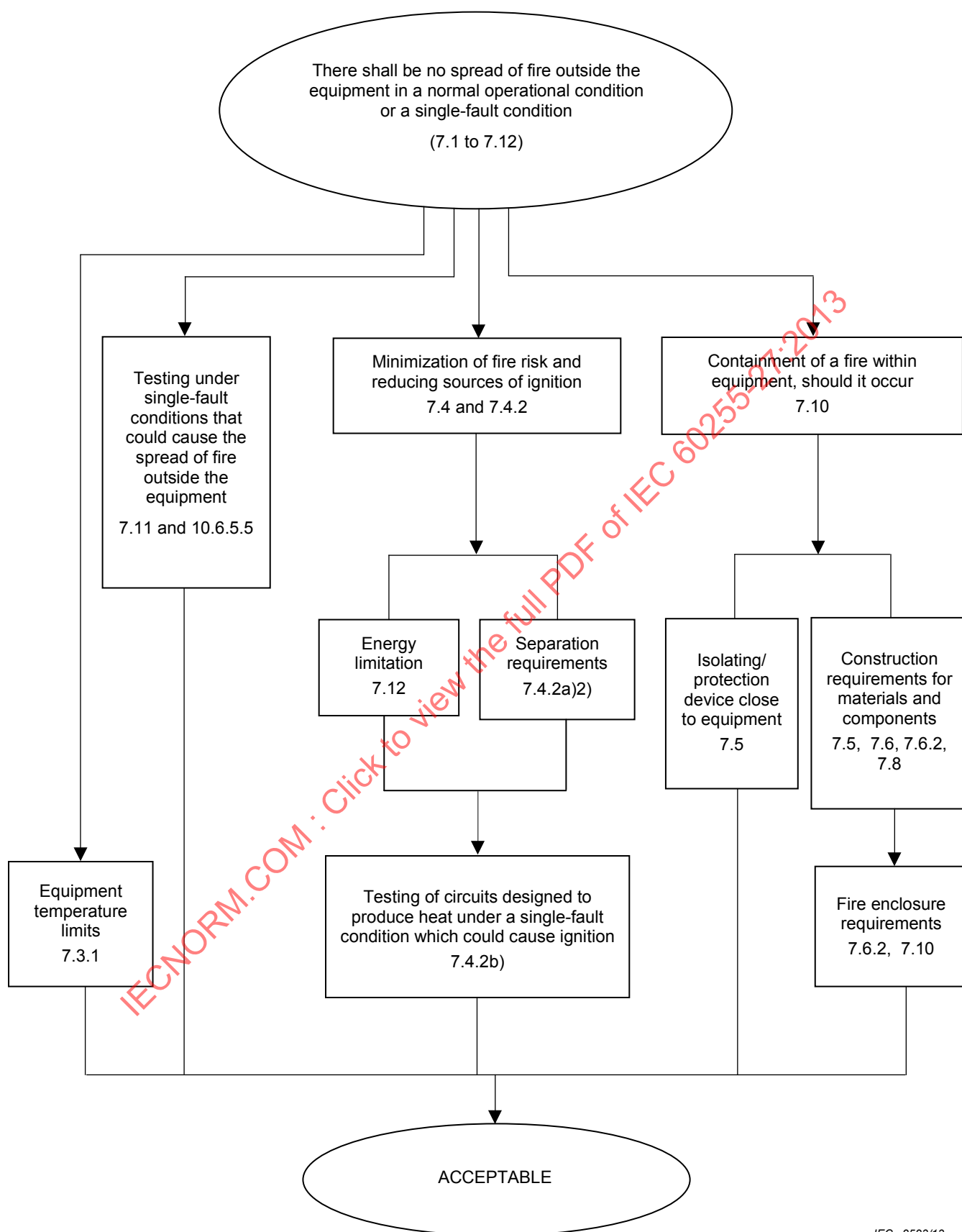


Figure 1 – Flow chart showing requirements for protection against the spread of fire

7.3 General hazards from overheating and fire

7.3.1 Equipment temperature limits

Heating shall not cause a hazard under normal conditions or single-fault conditions, nor shall it cause spread of fire outside the equipment. Table 5 specifies the maximum acceptable temperatures under normal conditions at maximum ambient temperature. The temperatures in Table 5 can be exceeded under the following conditions.

- a) For areas unlikely to be touched, with no dimension exceeding 50 mm, 100 °C is allowable.
- b) Temperatures exceeding the limits, which are for an ambient temperature of 40 °C, are permitted provided that unintentional contact is unlikely and the part has a warning indicating that it is hot, for example, symbol 13 (or 14) of Table 10.

Refer to 7.11 for the maximum acceptable temperatures under a single-fault condition.

If easily touched heated surfaces are necessary for functional reasons, they are permitted to exceed the values in Table 5, but shall be recognizable as such by appearance or function or shall be marked. Symbol 13 of Table 10 should be used to indicate that a surface or part is hot.

Consideration should be given to the fact that, on a long-term basis, the electrical and mechanical properties of some insulating materials may be adversely affected, for example, by softeners evaporating at temperatures below the normal softening temperature of the material.

The relative thermal index (RTI), where specified for the material, provides the maximum continuous operating temperature at which its electrical and mechanical properties may reduce by up to 50 % over a period of 7 years.

**Table 5 – Maximum temperature under normal conditions
and at an ambient temperature of 40 °C**

Accessible parts under normal conditions	Maximum temperature °C	
	Metal	Non-metallic
Handles, knobs, grips etc. held or touched for short periods only	60	85
Handles, knobs, grips etc. continuously held under normal conditions	55	70
External surfaces of equipment which may be touched	70	80
Parts inside the equipment which may be touched	70	80

Compliance with 7.3.1 is checked by measurement and by inspection of guards and covers, to check that they protect against accidentally touching surfaces that are at temperatures above the values in Table 5. All guards and covers shall be in place when conducting the test. If the guards or covers can be removed without the aid of a tool, symbol 13 or symbol 14 of Table 10 shall be used.

7.3.2 Hazardous gases and chemicals

The equipment shall not liberate dangerous amounts of poisonous or injurious gases under normal operation.

The manufacturer's documentation shall state which potentially poisonous or injurious gases may be liberated, and the quantities.

Conformity is checked by inspection of the manufacturer's documentation. The wide variety of gases makes it impossible to specify conformity tests based on limit values, so reference should be made to tables of occupational threshold limit values.

7.4 Minimization of fire risk

7.4.1 General

The minimization of fire risk, both within the equipment and to cabling and wiring, shall be a major consideration. Protection consistent with reliability and operational requirements shall be provided.

In the event of a single-fault condition, any damage shall be contained within the equipment (see 7.11).

Components and materials shall be chosen and used so that there is negligible risk of a fire being caused due to component failure or possible short circuit.

Safety critical components of primary circuits and circuits exceeding ELV voltage limits should comply with Annex D. The equipment and its circuit diagrams shall be examined to determine if single-fault condition tests are necessary to demonstrate that there is a negligible risk of fire.

7.4.2 Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment

The risk of ignition and occurrence of fire is considered to be reduced to a tolerable level if the following requirements are met for each source of ignition hazard.

a) Either 1) or 2)

- 1) The voltage, current and power available to the circuit or part of equipment is limited as specified in 7.12.

Conformity is checked by measurement of limited-energy values as specified in 7.12.

- 2) Insulation between parts at different potentials meets the requirements for basic insulation, or it can be demonstrated that bridging the insulation will not cause ignition.

Conformity is checked by inspection and in case of doubt by test, applying the criteria of 7.11.

b) In circuits designed to produce heat, no ignition occurs when tested in any single-fault condition (see 5.2) which could cause ignition.

All circuits of the equipment which cannot be classified as limited-energy circuits (see 7.12) are considered to be an ignition source of fire, in which case either method i) or ii) below shall be used.

- i) Testing in the single-fault conditions (see 5.2) which could cause the spread of fire outside the equipment.
- ii) Verifying as in 7.11 that if a fire occurs it will be contained within the equipment.

Conformity is checked by the relevant tests of 5.2, applying the criteria of 7.11.

7.5 Cabling and fusing

The manufacturer shall recommend the following to minimize the risk of fire and thermal overload of the a.c. or d.c. supply and protective conductors or other equipment fed by the product, taking into account worst-case single-fault conditions.

- Connection cables: minimum cross-section and voltage rating.

- Protection devices: fuse or circuit-breaker rating; this should include the protection device characteristic, voltage rating and that it should be close to the equipment.

Failures or faults can be due to short circuits within the equipment or to accessible conductive parts, earth faults, short circuit in the output circuits, or control circuit failure.

NOTE Cabling and fusing is of importance when:

- under use as intended, a fault in the equipment can cause the rated output current of the equipment to be exceeded, resulting in thermal overload of the protective conductor or other equipment fed by the equipment; and
- the equipment fault does not automatically cause a disconnection to its a.c. or d.c. supply.

7.6 Flammability of materials and components

7.6.1 General

See Table 12 for the test overview, including flammability.

Conformity is checked by inspection of data on materials, or by performing the flammability tests specified in IEC 60695-11-10 on three samples of the relevant parts (see Table 12 and 10.6.5 of this standard). The samples may be any of the following:

- complete parts;
- sections of a part, including the area with the least wall thickness and any ventilation openings;
- specimens in accordance with IEC 60695-11-10.

Where safety is involved, components shall meet one of the following:

- the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- where no relevant IEC standard exists, the flammability requirements of this standard;
- applicable flammability requirements of a non-IEC standard where these are at least as high as those of the relevant IEC standard, provided that the component has been approved to the non-IEC standard by a recognized testing authority.

7.6.2 Materials for components and other parts inside fire enclosures

Materials for use within fire enclosures shall comply with any of the following.

- Electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions when tested according to 5.2.
- Materials and components within an equipment case of volume 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings, or within a sealed unit containing an inert gas.
- One or more layers of thin insulating material, such as adhesive tape, used directly on any surface within the fire enclosure, including the surface of current-carrying parts, provided that the combination of the thin insulating material and the surface of application comply with the requirements of flammability class V-2, or better, of IEC 60695-11-10. Where the thin insulating material is on the inner surface of the fire enclosure itself, the requirements for fire enclosure construction in 7.10 apply.
- Electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- Wiring, cables and connectors insulated with PVC, TFE, PTFE, FEP or neoprene or polyimide or insulated wire with a flammability class equivalent V-1, or better, of IEC 60695-11-10.

- Individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties used with wiring harnesses.

Compliance with 7.6.1 and 7.6.2 is checked by inspection of the equipment and material data sheets.

7.6.3 Materials for fire enclosures

Materials for components which fill an opening in a fire enclosure, and which are intended to be mounted in that opening shall:

- be of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10; or
- pass the flammability test of IEC 60695-11-10; or
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard.

NOTE Examples of these components are fuse-holders, switches, connectors and appliance inlets.

Plastic materials of a fire enclosure shall be located more than 13 mm through air from arcing parts such as unenclosed switch contacts.

Plastic materials of a fire enclosure located less than 13 mm through air from non-arcing parts which, under any condition of normal or abnormal operation, could attain a temperature sufficient to ignite the material, shall be capable of passing the test of IEC 60695-2-20. The average time to ignition of the samples shall be not less than 15 s. If a sample melts through without igniting, the time at which this occurs is not considered to be the time to ignition.

Compliance with 7.6.3 is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, the appropriate flammability test.

7.6.4 Materials for components and other parts outside fire enclosures

Except as otherwise noted below, materials for components and other parts (including mechanical enclosures, electrical enclosures and decorative parts), located outside fire enclosures, shall have a minimum flammability class HB75 if the thinnest significant thickness of this material is <3 mm, or flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥3 mm, or flammability class HBF. Where a mechanical or an electrical enclosure also serves as a fire enclosure, the requirements for fire enclosures apply (see 7.6.3 and 7.10).

The above flammability requirements do not apply to any of the following:

- electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions when tested according to 5.2;
- materials and components within an enclosure of 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings or within a sealed unit containing an inert gas;
- components meeting the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts that are:
 - mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10;
 - supplied from a power source of no more than 15 VA, or complies with limited-energy circuit requirements (see 7.12), under normal operating conditions or after a single fault in the equipment and mounted on material of flammability class HB75 if the thinnest significant thickness of this material is <3 mm;
 - flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥ 3 mm.

Connectors shall comply with one of the following:

- be made of material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10;
- pass the tests of IEC 60695-11-10;
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard;
- be located in a secondary circuit supplied by a power source that is limited to a maximum of 15 VA or complies with limited-energy circuit requirements (see 7.12) under normal operating conditions and after a single fault in the equipment (see 5.2).

7.7 Fire ignition sources

All circuits of equipment which can be classified as including primary circuits or circuits exceeding ELV voltage limits (see above) shall be considered to be an ignition source of fire. All electrical components of such circuits are considered likely to be an ignition source of fire.

7.8 Conditions for a fire enclosure

7.8.1 General

A fire enclosure is required when temperatures of parts under fault conditions could be sufficient for ignition.

7.8.2 Parts requiring a fire enclosure

The following are considered to have a risk of ignition and therefore require a fire enclosure.

- Components in primary circuits. Except where equipment has had all the applicable single-fault tests of 5.2 applied.
- Components in non-primary circuits supplied by power sources which exceed the limits specified in 7.12.
- Components in non-primary circuits supplied by a source complying with limited-energy circuits as specified in 7.12, but not mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- Components within a power supply unit or assembly having an output complying with a limited-energy circuit, as specified in 7.12, including overcurrent protective devices, limiting impedances, regulating networks and wiring (see 7.8.3 for exceptions), up to the point where the source output criteria for a limited-energy circuit are met.
- Components having unenclosed arcing parts, such as open switch and relay contacts in a circuit at hazardous voltage or at a hazardous energy level.
- Insulated wiring, except as permitted in 7.8.3.

7.8.3 Parts not requiring a fire enclosure

The following do not require a fire enclosure:

- motors;
- transformers;
- electromechanical components complying with 7.6;
- components, including connectors, meeting the requirements of 7.10, which fill an opening in a fire enclosure;
- wiring and cables insulated with PVC, PTFE, TFE, FEP, neoprene or polyimide;
- plugs and connectors forming part of a power supply cord or interconnecting cable;
- connectors in non-primary circuits supplied by power sources which are limited to a maximum of 15 VA under normal operating conditions and after a single-fault in the equipment;
- connectors in non-primary circuits supplied by limited-energy circuits complying with 7.12;

- other components in non-primary circuits:
 - supplied by a limited-energy circuit complying with 7.12 and mounted on materials of flammability class V-1 or better, of IEC 60695-11-10;
 - supplied by internal or external power sources which are limited to a maximum of 15 VA under normal operating conditions and after a single-fault in the equipment and mounted on material having a minimum flammability class HB75, if the thinnest significant thickness of this material is <3 mm or flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥3 mm;
- equipment which has had all the applicable single-fault tests of 5.2 applied to both the primary and non- primary circuits;
- small parts, such as paper labels, up to 1 500 mm².

If the components become excessively hot under a single-fault condition and are mounted within 13 mm of non-metallic materials of V-2 rating or worse, then a hot wire ignition (HWI) test to IEC 60695-2-12 can be carried out on the non-metallic material, of minimum thickness, to determine if there is a risk of fire.

Compliance with 7.8.2 and 7.8.3 is checked by inspection and by evaluation of the data provided by the manufacturer. In the case where no data is provided, compliance is determined by tests.

7.9 Requirements for primary circuits and circuits exceeding ELV limits

The risk of fire in primary circuits and circuits exceeding ELV limits shall be considered to be reduced to a tolerable level if such circuits of the equipment, and the equipment case, comply with the constructional requirements of 7.10 or the transformers etc., have overcurrent or over-temperature protection which complies with the relevant IEC standard.

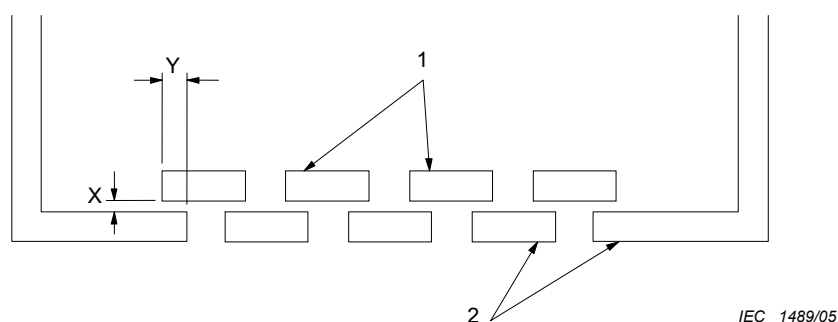
7.10 Fire enclosures and flame barriers

The fire enclosure shall meet the following requirements.

- The bottom shall have no openings or, to the extent in Figure 3, shall be constructed with baffles as specified in Figure 2 or be made of metal, perforated as specified in Table 6 or be a metal screen with a mesh not exceeding 2 mm × 2 mm centre to centre and a wire diameter of at least 0.45 mm.
- The sides shall have no openings within the area that is included within the inclined line C in Figure 3.
- The equipment case, and any baffle or flame barrier, shall be made of metal (except magnesium) or of non-metallic materials having a flammability class of V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- The equipment case, and any baffle or flame barrier, shall have adequate rigidity.

A flame barrier and the bottom of a fire enclosure are considered to comply without test, if in the smallest thickness used, the material is of flammability class V-1 of IEC 60695-11-10 or better.

Compliance with 7.10 is checked by inspection. In case of doubt the flammability class of V-1, or better, is checked on three samples according to IEC 60695-11-10.

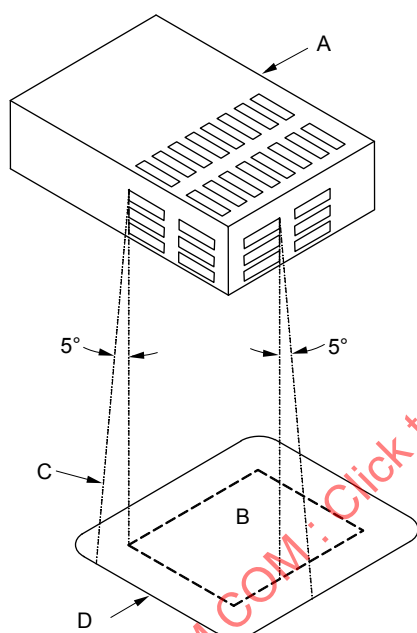


Y = twice X but never less than 25 mm

Key

- 1 Baffle plates (may be below the bottom of the enclosure)
- 2 Bottom of enclosure

Figure 2 – Baffle



- A Part or component of the equipment that is considered to be a source of fire hazard. This consists of an entire component or part of the equipment if it is not otherwise shielded, or the unshielded portion of a component that is partially shielded by its casing.
- B Projection of the outline of A on the horizontal plane.
- C Inclined line that traces out the minimum area of the bottom and sides to be constructed as specified in 7.10. This line projects at a 5° angle from the vertical at every point around the perimeter of A and is orientated so as to trace out the maximum area.
- D Minimum area of the bottom to be constructed as specified in 7.10.

IEC 2524/13

Figure 3 – Location and extent of a flame barrier

Table 6 – Acceptable perforation in the bottom of an equipment case

Minimum thickness mm	Maximum dimension of holes (see note) mm	Minimum spacing of holes centre to centre mm
0,76	1,15	1,70
0,76	1,19	2,36
0,81	1,91	3,18 (72 holes/645 mm ²)
0,89	1,90	3,18
0,91	1,60	2,77
0,91	1,98	3,18
1,00	1,60	2,77
1,00	2,00	3,00

NOTE The diagonal is the maximum dimension for a square hole.

7.11 Assessment of the fire risk due to a single-fault condition

7.11.1 Guidelines for maximum acceptable temperatures when subjecting a circuit or component to a single-fault condition

Where it is not practical to protect components against overheating, under a single-fault condition, the components shall be mounted on materials of flammability class V-1 or better, of IEC 60695-11-10. Additionally, such components shall be separated from material of a class lower than flammability class V-1 by at least 13 mm of air or by a solid barrier of material of flammability class V-1, or better.

The temperatures specified shall be at the hottest point on the surface of a component or material or within it.

Where it is not possible to meet the above criteria for components/circuits subject to overheating under fault conditions, these should be effectively shielded or separated to prevent overheating of their surrounding materials and components (see 7.10). Alternatively, the equipment, mounted under normal conditions may be subjected to the compliance test in 7.11.3.

7.11.2 Temperature of windings under a normal condition or a single-fault condition

If a hazard could be caused by excessive temperature, the temperature of the insulating material of windings shall not exceed the values of Table 7 in normal condition or single-fault condition. The values in Table 7 are not applicable for short term overloads and if the temperature of a winding is determined using thermocouples, the values in the table are reduced by 10 °C, except in the case of a motor, or a winding with embedded thermocouples.

Compliance with 7.11.2 is checked by measurement in the normal condition and in the applicable single-fault condition.

Table 7 – Insulation material of windings

Class of insulation (see IEC 60085)	Normal conditions °C	Single-fault condition °C
Class A	105	150
Class B	130	175
Class E	120	165
Class F	155	190
Class H	180	210

7.11.3 Compliance of equipment with requirements for protection against the spread of fire

Refer to 10.6.5.5 for single-fault testing.

Compliance of equipment to 7.11.3 with requirements for protection against the spread of fire is checked, as a safety type test, by placing the equipment on wrapping tissue (wrapping paper of between 12 g/m² and 30 g/m²), covering a softwood surface and covering the equipment with a single layer of cheesecloth (bleached cotton of approximately 40 g/m²). No molten metal, burning insulation, flaming particles, etc., shall fall on the surface on which the equipment stands, and there shall be no charring, glowing, or flaming of the tissue paper or cheesecloth. Melting of insulation material which is not of importance according to the requirements of this standard shall be ignored.

7.12 Limited-energy circuit

A limited-energy circuit is a circuit that meets all the following criteria.

- a) The potential appearing in the circuit is not more than 33 V r.m.s. or 70 V d.c.
- b) The current that can appear in the circuit is limited by one of the following means:
 - 1) the maximum available current is limited inherently or by impedance so that it cannot exceed the relevant value of Table 8;
 - 2) current is limited by an overcurrent protective device according to Table 9;
 - 3) a regulating network limits the maximum available current so that it cannot exceed the relevant value of Table 8 under normal conditions or as a result of one fault in the regulating network.
- c) It is separated by at least basic insulation from other circuits that would result in energy values exceeding criteria a) and b) above.

If an overcurrent protective device is used, it shall be a fuse or a non-adjustable non-self-resetting electromechanical device.

Conformity to 7.12 is checked by inspection and by measuring the potentials appearing in the circuit, the maximum available current, under the following conditions.

- The potentials appearing in the circuit are measured in the load condition that maximizes the voltage.
- Output current is measured after 60 s of operation, with the resistive load (including short circuit) which produces the highest value of current.

Table 8 – Limits of maximum available current

Open-circuit output voltage, U V			Maximum available current A
AC r.m.s.	DC	Peak*	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	8
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 30$	$28,3 < U \leq 42,4$	8
–	$30 < U \leq 60$	–	$150/U$

* The peak value applies to non-sinusoidal a.c. and to d.c. with ripple exceeding 10 %.

Table 9 – Overcurrent protective device

Potential appearing in the circuit, U V			Current that the protection device breaks after not more than 120 s ^b A
AC r.m.s.	DC	Peak ^a	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	10
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 60$	$28,3 < U \leq 42,4$	$200/U$

^a The peak value applies to non-sinusoidal a.c. and to d.c. with ripple exceeding 10 %.

^b The evaluation should be based on the specified time-current breaking characteristics of the protection device which is different from the rated breaking current. (For example, an IEC 60127-1, 4 A, T-type fuse is specified to break at 8,4 A or less at 120 s.) The breaking current of fuses is dependent on temperature and this should be taken into account if the ambient temperature of a fuse is significantly higher than the room ambient temperature.

8 General and fundamental design requirements for safety

8.1 Climatic conditions for safety

Climatic conditions of equipment denote the conditions in the immediate environment.

The equipment safety shall not be impaired by the environmental ranges declared by the manufacturer. These conditions include:

- temperature, operation and storage;
- humidity, non-condensing;
- atmospheric pressure.

8.2 Electrical connections

The design of electrical terminations and connection points shall be such that the expected reliability will be maintained throughout the life of the equipment. Allowance shall be made for the conditions normally encountered in service, for example, corrosion due to humidity, shocks, heat and creep.

Compliance of protective bonding, with 8.2, shall be verified by test.

Wires and cables shall be in accordance with IEC standards.

Conductors and their cross-sections shall comply with the electrical, mechanical and climatic requirements of this standard. Furthermore, the structure of the conductors and their cross-sections shall be matched to the connection method used (for example, connection method without screws or soldering shall be according to IEC 60352-1 or IEC 60352-2).

Current-carrying parts should have the necessary mechanical strength and current-carrying capacity for their intended use.

For electrical connections, no contact pressure should be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulation material.

8.3 Components

8.3.1 General

Refer to Annex D for safety-related guidance on the design and application of components for use in equipment within the scope of this standard.

8.3.2 High-integrity part or component

High-integrity parts or components shall be used in positions (see 5.1.4 and 5.2.2.2) where if short-circuiting or disconnection occurred, an infringement of the requirements in a single-fault condition would be caused. High-integrity parts and components shall be constructed, dimensioned and tested to IEC publications (where applicable) so that safety and reliability for the expected application is assured. They may be regarded as fault-free in relation to this standard.

Examples of such requirements and tests are:

- dielectric voltage tests appropriate to double or reinforced insulation;
- dimensioning of at least twice the dissipation (resistor);

- climatic tests and endurance tests to ensure reliability throughout the life of the equipment;
- withstand test for resistors, i.e. either an impulse voltage withstand test to IEC 61180-1, source impedance $2\ \Omega$, or a dielectric voltage test. The withstand test voltage shall be determined from Table C.9 or Table C.10.

A single electronic device which employs electron conduction in a vacuum, gas or semiconductor is not regarded as a high integrity part.

Compliance with 8.3 is checked by inspection of component manufacturers data or, by performing the relevant tests.

8.4 Connection to telecommunication networks

IEC 62151 shall be used for ports intended to be connected to telecommunication networks.

8.5 Connection to other equipment

Where equipment is intended to be electrically connected to another product, to an accessory, or to a communication circuit/network, interconnection circuits shall be selected to provide continued performance to the requirements of Table A.1. This is normally achieved by connecting ELV circuits to ELV circuits, SELV circuits to SELV circuits, PELV circuits to PELV circuits, PEB circuits to PEB circuits and TNV circuits to TNV circuits (For definitions and information on TNV circuits, refer to IEC 62151.) Interconnecting cables can carry more than one type of circuit (SELV circuit, TNV circuit, ELV circuit, hazardous voltage circuit, etc.) provided that they are separated as required by this standard. HLV circuits may be connected to other HLV circuits of other equipment which have compatible electrical ratings.

Compliance with 8.5 is checked by inspection.

Where additional products are specifically complementary to the host (first) equipment (for example, a separate control interface for the equipment) ELV circuits are permitted as interconnection circuits between these items, provided that these continue to meet the requirements of this standard when connected together.

8.6 Laser sources

The equipment shall be designed in accordance with IEC 60825-1.

8.7 Explosion

8.7.1 General

For information on components not covered by 8.7, see 8.3 and Annex D.

8.7.2 Components at risk of explosion

8.7.2.1 General

When components liable to explode if overheated or overcharged are not provided with a pressure-release device, protection for the user shall be incorporated in the equipment (see 5.2.4.5).

Pressure-release devices shall be located such that a discharge will not cause danger to the user. The construction shall be such that any pressure-release device shall not be obstructed.

8.7.2.2 Batteries

Batteries shall not cause explosion or produce a fire hazard as a result of excessive charge or discharge or if installed with incorrect polarity. Where necessary, protection shall be incorporated in the equipment, unless the manufacturer's instructions specify that it is for use only with batteries which have built-in protection. See Annex F for examples of battery protection circuits.

If an explosion or fire hazard could occur through fitting a battery of the wrong type (for example, where a battery with built-in protection is specified), there shall be a warning marking (see 9.1.10) on or near the battery compartment or mounting and a warning in the manufacturer's instructions. An acceptable marking is symbol 14 of Table 10 (refer to documentation from the manufacturer).

If the equipment has means for charging rechargeable batteries, and if non-rechargeable cells could be fitted and connected in the battery compartment, there shall be a warning marking in or near the compartment (see 9.1.8 and 9.1.10).

The battery compartment shall be designed so that there is no possibility of explosion or fire caused by build-up of flammable gases. Batteries shall be so mounted that safety cannot be impaired by leakage of their electrolyte.

For batteries intended to be replaced by the user, if an attempt is made to install a battery with its polarity reversed, no hazard shall arise.

Conformity is checked by inspection, including inspection of battery data, to establish that failure of a single component cannot lead to an explosion or fire hazard. If necessary, a short circuit and an open circuit are made on any single component (except the battery itself) whose failure could lead to such a hazard.

9 Marking, documentation and packaging

9.1 Marking

9.1.1 General

When mounted in its normal operating position, the equipment should carry, where possible, markings in accordance with 9.1.2 to 9.1.11 inclusive. These markings shall, where possible, be visible from the exterior of the equipment or be visible by removing a cover or the opening of an aperture without the aid of a tool, if the cover or aperture is intended to be removed by the user.

Where, because of space limitations, it is not possible for these markings to be visible in the normal operating position or are found elsewhere on the equipment, an explanation of these symbols shall be included in the equipment documentation (see Table 10 for the description of the symbols).

For rack or panel equipment, markings are permitted to be on any surface that becomes visible after removal of the equipment from the rack or panel.

Markings that apply to the whole equipment shall not be placed on parts that can be removed by the user without the use of a tool.

For the values of preferred voltages, currents, frequency and their tolerances, IEC 60255-1 should be referred to.

The markings listed in Clause 9 shall be considered to be safety-related.

Safety marking shall wherever possible take precedence over any functional markings.

9.1.2 Identification

The equipment shall, as a minimum, be marked with:

- the name or trade mark of the manufacturer or supplier;
- the model or type reference;
- if equipment bearing the same distinctive designation (model number) is manufactured at more than one location, the manufacturing location (factory location can be in code).

The above are the minimum mandatory requirements that shall be marked on the equipment. If the equipment consists of two parts, the part accessible under normal conditions shall be marked with type and manufacturer. The other part should have all markings in accordance with 9.1.

Compliance with 9.1 shall be checked by inspection.

9.1.3 Auxiliary supplies, VT, CT, I/O (Input/Output)

9.1.3.1 General requirements for marking

For marking the following shall be taken into account:

- a.c. – with symbol 2 of Table 10 and rated frequency or frequency range;
- d.c. – with symbol 1 of Table 10;
- symbol 3 of Table 10 on equipment for a.c. and d.c. supply;
- symbol 4 of Table 10 on equipment for 3 phase a.c. supply;
- a hyphen (-) shall be used to separate the lower and upper nominal voltages / measurands, for example, 125 V-230 V;
- for selectable voltage or current markings:
 - the lower and upper selectable values shall be separated by means of a solidus, i.e. forward slash (/), for example, 125 V/230 V, 1 A/5 A;
 - when equipment uses voltages or frequencies where switching is automatic then the markings shall be according to symbol 15 of Table 10 or the word “AUTO” (see the examples in Table 10);
 - where an operating voltage is achieved using an external, separate device, for example, an additional series resistor, then the equipment shall be marked with this operating voltage followed by the legend +EXT.R. (in capital letters), for example, 125 V+EXT.R;
- the burden in watts (active power) or volt-amperes (apparent power) or the rated input current, with all accessories or plug-in modules connected;
- the documentation shall specify the burden of individual digital inputs, output relays and other I/O ports of significant burden in order for the user to calculate the worst-case burden for the equipment application;
- the values shall be measured with the equipment powered at nominal voltage, but without being operational; the measured value shall not exceed the marked value by more than 10 %;
- the rated supply voltage(s) or the rated supply voltage range.

If the equipment can be used on more than one voltage range then the separate voltage ranges shall be marked unless their maximum and minimum values do not differ by more than 20 % of the mean value.

If a user can set different rated supply voltages on the equipment then a means of indication for the set voltage shall be provided on the equipment. If a.c. or d.c. supply

setting alteration can be achieved without the use of a tool, then the action of changing the setting shall also change the indication.

9.1.3.2 Auxiliary supply

The following information shall be provided:

- on the equipment and in the documentation:
 - a.c. and/or d.c. supply;
 - the rated values;
- in the documentation:
 - the burden;
 - the operating voltage range (in accordance with IEC 60255-1).

9.1.3.3 Measurands

The following information shall be provided:

- on the equipment and in the documentation:
 - the nominal values, for example, voltage, current, frequency;
- in the documentation:
 - the burden;
 - the operating voltage range (in accordance with IEC 60255-1);
 - the overload withstand.

9.1.3.4 Inputs

The following information shall be provided:

- in the documentation:
 - a.c. and/or d.c. supply;
 - the rated values;
 - the burden.

9.1.3.5 Outputs

The following information shall be provided:

- in the documentation:
 - the kind of output, for example, relay, optocoupler etc;
 - burden on the supply input;
 - the characteristics of the contact in accordance with IEC 60255-1.

Compliance with 9.1.3.1 to 9.1.3.5 is checked by inspection or by measurement.

9.1.4 Fuses

Where a replaceable equipment fuse is used, the fuse rating and type (for example, the indication of rupturing speed) shall be marked adjacent to the fuse and details provided in the user manual. If the fuse is soldered into the printed circuit board, or there is not sufficient space on the board, then fusing details may be provided in the user manual only.

Rupturing speed codes of IEC 60127-1 should be used, as follows:

- very quick-acting: FF or black;

- quick-acting: F or red;
- medium time lag: M or yellow;
- time lag: T or blue;
- long time lag: TT or grey.

The recommended ratings of protective fuses or other external protective devices necessary to ensure that the equipment is safe under single-fault conditions shall be detailed in the equipment installation and technical documentation.

Compliance with 9.1.4 shall be checked by inspection.

9.1.5 Measuring circuit terminals

Marking shall be adjacent to the measuring terminals. Where there is insufficient space (as in multi-port equipment), it is permissible for the marking to be on the rating plate or for the terminal to be marked with symbol 14 of Table 10.

Where space permits, voltage and current terminals of measuring circuits shall be marked with the rated maximum working voltage or current as applicable, otherwise symbol 14 of Table 10 shall be used.

If there is a direct risk of electric shock due to accidental contact i.e. terminal access does not comply with protective type IP1X according to 5.1 of IEC 60529:1989, Amendment 1:1999, then symbol 14 and/or 12 of Table 10 shall be used.

Unless the equipment is clearly marked that it is not intended to be connected to voltages above 33 V a.c. or 70 V d.c. with respect to earth, then the voltage and current input circuit terminals accessible to the user shall be marked with the rated voltage to earth.

A permitted exception is where circuit terminals are dedicated to specific terminals of other equipment, which are provided with a means of identity. An example is a measuring circuit interconnection between two protective equipments.

Compliance with 9.1.5 shall be checked by inspection.

9.1.6 Terminals and operating devices

Where necessary for safety, an indication using words, numbers or symbols shall be given of the purpose of all terminals, connectors, controls and indicators, including any operating sequences. Where there is insufficient space, it is permissible to use symbol 14 of Table 10. In such cases, the relevant information shall be provided in the equipment documentation.

AC or d.c. supply input connection terminals shall be identifiable.

Other terminal and operating device markings should be adjacent to or on the terminal but preferably should not be on a part, which can be removed without the aid of a tool. The markings apply to the following.

- Functional earth terminals with symbol 5 of Table 10.
- Protective conductor terminals with symbol 6 of Table 10.

If the protective conductor terminal is part of a component (for example, terminal block) or subassembly and there is insufficient space, then it may be marked with symbol 5 of Table 10.

Marking should not be indicated on easily changeable fixtures such as screws. Where the power and earth connections are provided by a plug/socket device, there is no requirement to mark the earth connection adjacent to such a device.

Circuit terminals designed to be accessible, floating at a voltage which is not hazardous live, are permitted to be connected to a common functional earth terminal or system (for example, a co-axial screening system). This terminal shall be marked with symbol 7 of Table 10, if this connection is not self-evident.

If the equipment contains lasers or high-intensity infra-red diodes of class 2 rating or higher, and the output of these can be viewed under normal conditions or maintenance conditions, then the equipment shall be marked in accordance with IEC 60825-1.

Compliance with 9.1.6 shall be checked by inspection.

9.1.7 Equipment protected by double or reinforced insulation

Equipment protected throughout by double or reinforced insulation shall be marked with symbol 11 of Table 10, unless this equipment is provided with a protective conductor terminal or if a functional earth connection (for example, via cable screen) can be made to the equipment, under normal conditions.

Equipment which is only partially protected by double or reinforced insulation shall not bear symbol 11 of Table 10. Basic insulation is acceptable in the terminal area of insulation class II equipment if it is accessed only under maintenance conditions.

Compliance with 9.1.7 shall be checked by inspection.

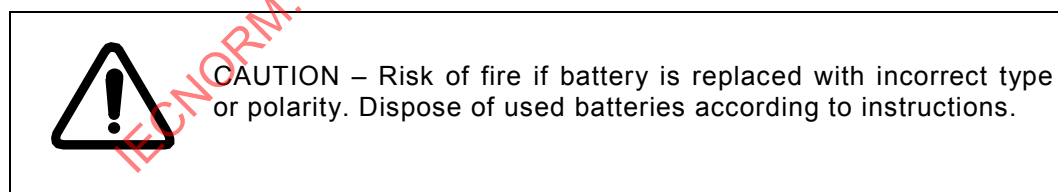
9.1.8 Batteries

9.1.8.1 Replaceable batteries

If the equipment has replaceable batteries and the replacement of these by an incorrect type of battery could result in an explosion (for example, in the case of certain types of Lithium batteries) then:

- if a user can access the battery, there shall be a marking close to the battery or a statement in both the operating instructions and servicing instructions;
- if the battery is elsewhere in the equipment, marking is required; this shall be close to the battery or in a statement included in the servicing instructions.

The marking or statement shall be similar to the following.



It is permissible, where space is limited on the equipment, to use symbol 14 of Table 10.

The polarity of the battery shall be marked on the equipment unless it is not possible to insert the battery with incorrect polarity.

9.1.8.2 Charging

Equipment which has facilities for the re-charging of internal batteries where non-rechargeable cells could be fitted and connected in the battery compartment shall be marked in or near to this compartment, warning against the charging of non-rechargeable batteries. This warning shall also indicate the type of rechargeable battery that shall be used within the recharging circuit.

Where space does not permit, this information shall be provided in the equipment documentation. In such cases, it is preferred that symbol 14 of Table 10 be adjacent to the battery.

Compliance with 9.1.8.1 and 9.1.8.2 is checked by inspection.

Table 10 – Symbols

Number	Symbol ^a	Publication	Description
1		IEC 60417, No. 5031	Direct current
2		IEC 60417, No. 5032	Alternating current
3		IEC 60417, No. 5033	Both direct and alternating current
4		IEC 60417, No. 5032-1	Three-phase alternating current
5		IEC 60417, No. 5017	Earth terminal
6		IEC 60417, No. 5019	Protective conductor terminal
7		IEC 60417, No. 5020	Frame or chassis terminal
8		IEC 60417, No. 5021	Equipotentiality
9A		IEC 60417, No. 5007	On (Supply)
9B		IEC 60417, No. 5008	Off (Supply)
10		IEC 60417, No. 5010	On/Off (Supply)
11		IEC 60417, No. 5172	Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation (equivalent to class II of IEC 61140)
12 ^b		IEC 60417, No. 6042	Caution, risk of electric shock
13 ^b		IEC 60417, No. 5041	Caution, hot surface
14 ^b		ISO 7000-0434B	Caution, refer to documentation
15		ISO 7000-0017	230/110 V AUTO or 230/110 V

^a IEC 60417 should be referred to for warning symbol dimensions.

^b Colour requirements for symbols 12, 13 and 14 do not apply to markings on equipment provided that the symbol is moulded or engraved to a depth or raised height of 0,5 mm or that the symbol and outline are contrasting in colour with the background.

9.1.9 Test voltage marking

The symbols indicated in Table 11 shall be used for marking of the test voltage(s) if the manufacturer chooses to mark the equipment.

Table 11 – Symbols for marking of test voltage(s)

Dielectric test voltage	Symbol
Test voltage 500 V	
Test voltage above 500 V (for example, 2 kV)	
Impulse test voltage	Symbol
Test voltage 1 kV	
Test voltage 5 kV	

9.1.10 Warning markings

In general, for rack- or panel-mounted equipment, markings are permitted on any surface that becomes visible after removal of the equipment from the rack or panel. Markings should not be on the bottom of the equipment, except on hand-held equipment or where space is limited.

This is also applicable to the rear plate of rack- or panel-mounted equipment where there is insufficient space for warning markings. Symbols 14 and/or 12 of Table 10 shall be used in this case, as close as possible to the rear plate.

Where access in normal use presents a risk of electric shock, the warning marking symbol 12 of Table 10 shall be used; this shall be visible either from the front panel or be visible after removing a cover or opening a door or flap without the aid of a tool.

If the user needs to refer to equipment documentation or instruction literature then the equipment shall be marked with symbol 14 of Table 10.

The equipment documentation shall state that the equipment shall be isolated or disconnected from hazardous live voltage before access to potentially hazardous live parts is affected.

Equipment having batteries shall be marked according to the requirements of 9.1.8.

The size of warning markings shall be as follows.

- Symbols shall be at least 2,75 mm high. Text shall be at least 1,5 mm high and contrast in colour with the background.
- Symbols or text moulded, stamped or engraved in a material shall be at least 2,0 mm high. If not contrasting in colour, they shall have a depth or raised height of at least 0,5 mm.

Compliance with 9.1.9 and 9.1.10 shall be checked by inspection.

9.1.11 Marking durability

All markings shall remain clear and legible under conditions of normal use and shall resist the effects of cleaning agents as specified by the manufacturer. This shall also include the effect of natural or artificial light.

An adhesive that is permanent shall be used to secure adhesive labels

After compliance testing these labels shall not have become loose nor shall the edges and corners curl.

Compliance shall be checked by inspection and by rubbing, by hand, without undue pressure:

- for 15 s with a cloth soaked with a cleaning agent(s) as specified by the manufacturer;
- if no agent is specified then with water.

9.2 Documentation

9.2.1 General

The equipment documentation shall clearly identify the equipment and include the name and address of the manufacturer or its agent. Information for safety shall be delivered with the equipment as a printed document.

The manufacturer shall provide, on request, documentation that includes the technical specification, instructions for commissioning and for the use of the equipment. Where relevant, the documentation shall cover any calibration, maintenance and subsequent safe disposal and decommissioning of the equipment and any of its replaceable parts.

Manufacturers shall supply, on request, documentation relating to equipment type tests and routine testing.

Where applicable, warning statements and a clear explanation of warning symbols marked on the equipment shall be included in the documentation. In particular, wherever Symbol 14 of Table 10 is used, there shall be a statement to the effect that the documentation shall be consulted to establish the nature of any potential hazard and any actions which need to be taken to eliminate or minimize this hazard.

The documentation shall include the following:

- a statement that the integrity of any protective conductor connections shall be checked before carrying out any other actions;
- a statement that the equipment ratings, operating instructions and installation instructions shall be checked before commissioning or maintenance;
- the information specified in 9.2.2 to 9.2.5;
- the intended use of the equipment.

9.2.2 Equipment ratings

9.2.2.1 General

The equipment documentation shall include the following:

- the installation category (overvoltage category) for which the equipment is intended (this is related to the ability of the equipment to withstand transient overvoltages);
- the supply voltage or voltage range, frequency or frequency range and power or current rating of the equipment;

- the permitted fluctuation from the nominal functional value should also be stated, for example, the lower and upper functional voltages;
- a description of all input and output connections.

9.2.2.2 Fuses and external protective devices

The type, current rating and voltage rating of any internal fuse shall be stated according to 9.1.4. This shall include fuses that may or may not be accessed by a user for replacement.

The recommended fuse type or other protective means shall take into account the switching capacity and interrupting speed.

The type, current rating and voltage rating of any external fuse or protective device required for safe operation of the equipment shall be given in the product documentation.

Where it is recommended that an external switch, circuit breaker or other protective device be connected near to the equipment, this shall be stated.

9.2.2.3 Environmental requirement

The equipment documentation shall state the following.

- The IP rating at the front of the equipment when it is mounted in its normal position of use.
- The pollution degree for the equipment for example, pollution degree 2 when mounted in its normal position of use.

The insulation class of the equipment for example, Class I equipment when mounted in its normal position of use.

Compliance with 9.2.1 to 9.2.2.3 is checked by inspection.

9.2.3 Equipment installation

For installation purposes, the equipment documentation shall include, as appropriate.

- Instructions relating to the safe mounting of the equipment shall be stated including any specific location and assembly requirements.
- Instructions relating to the protective earthing of the equipment shall be stated. This shall include a recommendation of the size of wire to be used and a statement indicating that protective earth connections should not be removed when the equipment is energized.
- Any special ventilation requirements shall be stated. This is related to the heat dissipated by the equipment.
- The manufacturer shall also indicate the maximum number or percentage of digital input circuits and output relays, which may be energized simultaneously at the maximum ambient temperature.
- Wire type, size and rating necessary for correct installation of the equipment shall be indicated.
- Information regarding the requirement for and the specification of any external devices required for the safe operation of the equipment, as in 9.2.2.2 shall be included.

Compliance with 9.2.3 is checked by inspection.

9.2.4 Equipment commissioning and maintenance

Equipment instructions concerning preventative maintenance and inspection shall be given in sufficient detail to ensure the safety of these procedures. Instructions shall include

recommendations relating to safety earthing and de-energization of the equipment, where applicable.

The following shall also be included, where applicable.

- Instructions for fault-finding and repair, where applicable, shall be given to the extent that is relevant for operation and maintenance.
- The manufacturer shall specify any parts, which shall only be examined or supplied by the manufacturer or his agent.
- The manufacturer shall specify the safe methods for changing and disposal of:
 - any accessible fuses including type and ratings as per 9.1.4;
 - any replaceable batteries, for example, Lithium, and/or suitable replacements where applicable;
 - the method of safe re-charging and/or replacement for re-chargeable batteries with recommendation of suitable replacements where applicable;
 - where fibre-optic communication output devices are fitted, warnings shall be given that these should not be viewed directly.

Compliance with 9.2.4 is checked by inspection.

9.2.5 Equipment operation

Operating instructions for the equipment shall include the following.

- Before working on CT circuits, these shall be short-circuited.
- A statement indicating that it is the responsibility of the user to ensure that the equipment is installed, operated and used for its intended function in the manner specified by the manufacturer. Also that, if this is not the case, then any safety protection provided by the equipment may be impaired.
- An explanation of, and where possible pictures of, symbols used on the equipment according to 9.1.

9.3 Packaging

The scope of this standard does not cover the transportation of equipment between the manufacturer and the customer. However, the manufacturer shall, ensure that the equipment is suitably packaged to withstand, without damage, reasonable handling and environmental conditions appropriate to the method(s) of transportation to the customer's delivery address.

A visual inspection should be made by the customer to check that the equipment has not been damaged during transportation.

10 Type tests and routine tests

10.1 General

Testing, as defined in this clause, is required to demonstrate that the equipment is fully in accordance with the safety requirements specified in this standard and also the manufacturer's claims.

Table 12 – Overview of tests

Test	Reference	Type tests ^b		Routine test ^c
		Validation ^a (informative)	Safety (normative)	
Environmental tests				
Dry-heat test – operational	10.6.1.1	X	---	---
Cold test – operational	10.6.1.2	X	---	---
Dry-heat test at maximum storage temperature	10.6.1.3	X	---	---
Cold test at minimum storage temperature	10.6.1.4	X	---	---
Damp-heat test	10.6.1.5	X	---	---
Cyclic temperature with humidity	10.6.1.6	X	---	---
Vibration	10.6.2.1	X	---	---
Shock	10.6.2.2	X	---	---
Bump	10.6.2.3	X	---	---
Seismic	10.6.2.4	X	---	---
Reverse polarity and slow ramp	10.6.6	X	---	---
Safety-related tests				
Clearances and creepage distances	10.6.3	---	X	---
Accessible parts test	10.6.2.5	---	X	---
IP rating	10.6.2.6	---	X	---
Impulse voltage	10.6.4.2	---	X	---
AC or d.c. dielectric voltage	10.6.4.3	---	X	X
Insulation resistance	10.6.4.4	X	---	---
Protective bonding resistance	10.6.4.5	---	X	---
Protective bonding continuity	10.6.4.5.2	---	---	X
Flammability of insulating materials, components and fire enclosures ^d	10.6.5.2	---	X ^d	---
Single-fault condition	10.6.5.5	---	X	---
Electrical environment tests				
Maximum temperature of parts and materials	10.6.5.1	X	---	---
Thermal short time	10.6.5.3	X	---	---
Output relay, make and carry	10.6.5.4	X	---	---
^a Validation tests are normally carried out as type tests during product development but they may have an impact on product safety. After validation testing, the equipment under test should be checked for compliance with safety requirements, for example, due to cracking or distortion of parts providing insulation.				
^b Compliance with type-test requirements may be carried out by testing, measurement, visual inspection or assessment, as appropriate, for example, clearance and creepage distance measurement (or visual inspection where the distances are obviously large) or technical argument such as assessment of single-fault conditions where the result would be known. There shall be no electrical shock or fire hazard during or after conducting the normally applied type tests to demonstrate claimed compliance.				
^c For sample test guidance, refer to 10.6.4.3.2.3.				
^d Testing of plastic parts may be necessary where the material does not meet the minimum flammability specified in Clause 7, or its thickness is below the minimum specified for that material to achieve the required minimum flammability.				
X: applicable				
---: not applicable				

Single-fault testing shall be carried out unless it can be demonstrated that it is improbable that a hazard may arise from a particular single-fault condition (see 5.2).

10.2 Safety type tests

Safety type tests are normative and carried out in order to verify that the equipment complies with the safety requirements of this standard. Unless otherwise specified, safety type tests may be carried out in any appropriate sequence. A safety type test may be carried out on a pre-production sample or on different samples of the same type.

Unless otherwise agreed, safety type tests shall be performed on all equipment which has not previously been the subject of satisfactory safety type testing or which has been the subject of modifications which could affect the performance of the equipment.

Where certain details of the equipment are altered, the particular safety type test(s) whose results could be affected by the alterations shall be repeated.

The safety type test may be carried out by the manufacturer or an independent test house. The manufacturer shall provide the customer with access to documentary evidence of satisfactory results when required to do so.

10.3 Routine testing or sample testing

It is normative to conduct either a routine test or a sample test to confirm that the equipment's design features for protection against electric shock have been maintained. Unless otherwise specified, these tests may be carried out in any sequence. (See 10.6.4.3.2.2 for further detail on routine testing and 10.6.4.3.2.3 for the necessary requirements for sample testing.)

10.4 Conditions for testing

The tests shall be performed under the common test conditions given in IEC 60255-1.

The following data for each test to be conducted shall be accessible from the manufacturer on request:

- the cross-sectional area and length of connecting cables, if these can affect the type test results for example, temperature rise;
- for vibration testing, details of cable terminations and looming, including the position of wire loom supports;
- measurement accuracy and tolerance permitted for all measurements.

Where applicable, the data shall include:

- initial measurement;
- measurement during the individual test;
- final measurement.

10.5 Verification procedure

The verification procedure shall ensure that the equipment is in accordance with its specification and that it functions correctly during the initial measurement at the beginning of the test sequence and maintains its design characteristics throughout all the following individual tests where this has been specified.

The order for testing is initial measurement, measurement during the individual test and final measurement.

The exception to this is after single-fault condition testing where the only verification required is that the equipment does not pose a fire or electric shock hazard.

In a test sequence where the final measurement of the previous test corresponds to the initial measurement of the succeeding individual test, it is not necessary to do these measurements twice, i.e. once is sufficient.

The above measurements comprise a visual inspection and a functional test to ensure that the equipment is in accordance with its specification.

10.6 Tests

10.6.1 Climatic environmental tests

10.6.1.1 Dry-heat test – operational

The dry-heat operational test shall be performed according to IEC 60255-1 to prove the resistance of the equipment to heat, whilst operational.

10.6.1.2 Cold test – operational

The operational cold test shall be performed according to IEC 60255-1 to prove the resistance of the equipment to cold, whilst operational.

10.6.1.3 Dry heat test at maximum storage temperature

The dry heat storage test shall be performed according to IEC 60255-1 to prove the resistance of the equipment to storage heat.

10.6.1.4 Cold test at minimum storage temperature

The cold storage test shall be performed according to IEC 60255-1 to prove the resistance of the equipment to cold storage.

10.6.1.5 Damp-heat test

To prove the resistance to humidity, the equipment shall be subjected to a damp-heat test according to IEC 60255-1. The requirements of the test are also regarded as fulfilled if the equipment is composed of sub-assemblies, components and parts which have already passed this test in a comparable test combination. If necessary, a test of those sub-assemblies which have not yet been tested is sufficient.

10.6.1.6 Cyclic temperature with humidity test

To prove the resistance to cyclic temperature with humidity, the equipment shall be subjected to a cyclic temperature with humidity test according to IEC 60255-1.

10.6.2 Mechanical tests

10.6.2.1 Vibration

To prove the robustness of the hardware design the equipment shall be subjected to vibration response and vibration endurance testing according to IEC 60255-21-1.

10.6.2.2 Shock

To prove the robustness of the hardware design the equipment shall be subjected to shock response and shock withstand testing according to IEC 60255-21-2.

10.6.2.3 Bump

To prove the robustness of the hardware design the equipment shall be subjected to bump testing according to IEC 60255-21-2.

10.6.2.4 Seismic

To prove the robustness of the hardware design the equipment shall be subjected to seismic testing according to IEC 60255-21-3.

Compliance: there shall be no electrical shock or fire hazard during or after conducting the normally applied type tests to demonstrate claimed compliance with 10.6.2.1 to 10.6.2.4.

10.6.2.5 Accessible parts test

This test is to verify that equipment cases, barriers or mounting panels prevent hazardous live parts being accessible in normal use.

This test shall be carried out as a type test for the equipment to verify that hazardous live parts cannot be accessed by the standard jointed test finger in 6.2 of IEC 61010-1:2010 and that the test finger voltage or energy does not exceed the safe limits for normal use, defined in 5.1.5.3.2.

10.6.2.6 Dust/water ingress protection

Unless otherwise agreed, tests shall be carried out to confirm that the equipment case meets the manufacturer's claimed IP class in normal use. The tests shall be in accordance with those specified in IEC 60529 for the equipment case class.

10.6.3 Clearances and creepage distances

Where there is any doubt that the required clearance and creepage distances are compliant with the values in the appropriate Annex C table, measurements shall be made. Where the minimum clearance value is not met, then the clearance may be proven by testing (see 5.1.10.2.2). Testing to prove the clearance in air cannot be used to demonstrate compliance of the associated creepage distance.

Where a transient suppressor is used to reduce the overvoltage, the circuit shall be tested to show that it withstands the application of 5 positive and 5 negative impulses from a source impedance of 2 Ω . Surge test generator characteristics and impulse voltage amplitude for a differential and/or common mode supply input according to IEC 60255-26 shall be used.

10.6.4 Safety-related electrical tests

10.6.4.1 General

The purpose of the voltage tests in this clause is to prove clearances and solid insulation.

The test voltage level shall be the open-circuit voltage of the generator before connection to the equipment.

10.6.4.2 Impulse voltage test

10.6.4.2.1 General

The impulse voltage type test is carried out with a voltage having a 1,2/50 μ s waveform (see Figure 1 of IEC 61180-1:1992), and is intended to simulate overvoltages of atmospheric origin. It also covers overvoltages due to switching of low-voltage equipment.

10.6.4.2.2 Test procedures

The impulse voltage test shall be carried out in accordance with the following.

The impulse voltage shall be applied to the appropriate points accessible from the outside of the equipment, the other circuits and the accessible conductive parts shall be connected together and to earth.

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

The same test procedure also applies for proving the capability of solid insulation; however, five impulses of each polarity shall be applied in this case, and the wave shape of each impulse shall be recorded.

Both tests, for proving clearances and solid insulation, may be combined in one common test procedure.

10.6.4.2.3 Waveform and generator characteristics

A standard impulse voltage in accordance with IEC 61180-1 shall be used. The generator characteristics shall be verified according to IEC 61180-2.

The parameters are:

- open circuit voltage: 1 or 5 kV $\pm$ 10 %;
- front time: 1,2 μ s $\pm$ 30 %;
- time to half-value: 50 μ s $\pm$ 20 %;
- output impedance: 500 Ω $\pm$ 10 %;
- output energy: 0,5 J $\pm$ 10 %.

The length of each test lead shall not exceed 2 m.

10.6.4.2.4 Selection of impulse test voltage

10.6.4.2.4.1 General

The applicable rated impulse test voltage shall be selected from one of the following nominal values: 0, 1, 5 kV peak.

When zero-rated impulse test is specified for particular equipment circuits, these shall be exempt from the impulse voltage test.

The specified impulse test of 5 kV peak applies to altitudes up to 200 m. For altitudes above 200 m, Table C.11 shall be used to reduce the test voltage.

When the test is between two independent equipment circuits, the higher of the two rated impulse voltages shall be used for the test.

10.6.4.2.4.2 Equipment to be tested at 5 kV peak nominal

An equipment circuit, classed as a primary circuit, according to Clause 3, shall be tested at 5 kV peak nominal, in accordance with 10.6.4.2.4.

10.6.4.2.4.3 Equipment to be tested at 1 kV peak nominal

Equipment circuits may be tested at 1 kV peak nominal, in accordance with 10.6.4.2.4, if the following apply.

- The auxiliary (power supply) circuits are connected to a battery used exclusively for the power supply of equipment covered by this standard. This battery shall not be used for switching inductive loads.
- The equipment is not powered via current or voltage transformers.
- I/O circuits required to be tested are not subjected to induced or inductive load transients in excess of 1 kV peak.

10.6.4.2.5 Performing of tests

The impulse voltage type test is applicable whether or not the equipment under test is fitted with surge suppression. If surge suppression devices are fitted these shall not be removed for the test.

Unless otherwise specified, the impulse voltage test shall be performed:

- between each circuit (or each group of circuits) specified for the same impulse voltage and the accessible conductive parts at the impulse voltage specified for this circuit (or this group of circuits);
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together;
- across the terminals of a given circuit to validate the manufacturer's claim.

Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Unless obvious, the independent circuits are those which are so described by the manufacturer.

For equipment with an insulated case, the accessible conductive parts shall be represented by a metal foil covering the whole equipment case except the terminals around which a suitable gap shall be left so as to avoid flashover to the terminals. The test between two independent circuits shall be carried out, unless otherwise specified, at the higher impulse voltage specified for the two circuits.

10.6.4.2.6 Test acceptance criteria

There shall be no disruptive discharge (spark-over, flashover or puncture) during test. Partial discharges in clearances which do not result in breakdown are disregarded. After this type test, the equipment shall comply with all relevant performance requirements.

It is permissible for an impulse voltage waveform applied across test points connected to surge suppression, inductive devices or potential dividers, to be attenuated or distorted if this is not due to electrical breakdown.

The waveform applied to test points not connected to such devices, will not be noticeably distorted or attenuated unless the insulation does not withstand the impulse voltage test.

10.6.4.2.7 Repetition of the impulse voltage test

For equipment in a new condition, impulse voltage tests may be repeated, if necessary, to verify performance. The test voltage value shall be equal to 0,75 times the value originally specified or indicated by the manufacturer.

10.6.4.3 AC or d.c. dielectric voltage test

10.6.4.3.1 General

Guidance for routine and sample dielectric voltage testing for safety is provided in Table 13; see 10.6.4.3.2.3 for testing to a sampling plan.

Table 13 – Guidance for routine and sample dielectric voltage testing for safety – Informative

Risk	Probability	Routine test		Sample test Assembled equipment
		Assembled board or module	Assembled equipment	
Manufacturing/design related issues typically due to: • solder bridging between PCB tracks/pads; • component leads either not cropped to the specified length or bent in the wrong direction; • component insulation failure; • solder resist or conformal coating badly applied to the PCB; • handling.	Medium	X ^{a c}	X ^{a c}	-----
Assembly issues – clearance reduced typically due to errors such as: • conductive component (heat sink, etc.) not correctly fitted; • fixing screw too long; • conductive instead of non-conductive parts used; • extraneous parts such as screws, nuts and wire offcuts.	Low	-----	X ^{b c}	X ^{b c}
^a Routine tests can be carried out on an assembled board/module, or on assembled equipment, or on both. ^b Routine or sample test as appropriate. ^c All tests are 1 min at rated dielectric test voltage or for 1 s at 110 % rated dielectric test voltage.				

10.6.4.3.2 Performing the dielectric voltage test

10.6.4.3.2.1 Type tests

Type tests shall be applied:

- between each circuit and the accessible conductive parts, the terminals of each independent circuit being connected together;
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together.

Unless obvious, the independent circuits are those which are so described by the manufacturer.

If applicable, the manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand, for open metallic contacts and verify this by type testing. No test should be applied across contacts when transient suppression devices are fitted. Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Circuits specified for the same rated insulation voltage may be connected together when being tested to the accessible conductive parts.

The test voltages shall be applied directly to the terminals.

For equipment with an insulating case, the accessible conductive parts shall be represented by a metal foil covering the whole equipment case except the terminals around which a suitable gap shall be left so as to avoid flashover to the terminals. Insulation tests requiring this metal foil shall be performed as type tests only.

10.6.4.3.2.2 Routine tests

Routine dielectric voltage tests shall be applied:

- between all independent circuits and the accessible conductive parts, the terminals of all independent circuits being connected together;
- between independent circuits, the terminals of all other independent circuits being connected together. If a risk assessment indicates that testing between particular independent circuits is not necessary, then the tests for those circuits may be omitted.

10.6.4.3.2.3 Routine tests by sampling

Sample testing of the assembled equipment may be carried out if the following points are met.

- The fully assembled printed circuit cards or modules are 100 % routine tested.
- The manufacturer has carried out a risk analysis and documented that, due to the design and build of the equipment, for all build variations, there is a very low probability of safety risks due to any build and handling problems when the routine tested items are assembled into the equipment.
- Any sample testing is carried out to a documented sampling plan.

Sample tests on the assembled equipment shall be performed between the same circuits specified in 10.6.4.3.2.2.

The minimum number of samples, randomly chosen from the batch to be tested, shall be two.

The acceptance criteria for this safety test shall be: accept on zero failures, reject on one failure.

In the case of a batch rejection, the batch shall either be 100 % tested, or after investigation and rectification of the cause of failure, the batch may be retested to the documented sampling plan.

10.6.4.3.3 Value of the dielectric test voltage

Dielectric voltage tests shall be made by applying the appropriate voltages in Table 14. The test voltage should be declared by the manufacturer.

Table 14 – AC test voltages

Rated insulation voltage V	AC test voltage, 1 min. kV
Up to 63	0,5
125 to 500	2,0
630	2,3
800	2,6
1 000	3,0

For circuits directly energized via instrument transformers (VTs and standard CTs), or connected to a station battery, the test voltage shall not be less than 2,0 kV r.m.s., 1 min. Where this is not the case, Table 14 may be used to determine the appropriate test voltage. (See C.1.3 for the determination of the rated insulation voltage for circuits energized from various supplies.)

A higher test voltage of 2,5 kV r.m.s. 1 min for CT circuits may be claimed by the manufacturer. Higher test voltages shall be specified for pilot wire circuits where short-circuit current induced overvoltages on the pilot wires are to be expected. The applicable test voltage shall, in this case, be declared by the manufacturer.

For commoned circuits such as CTs, VTs and digital inputs connected by a common connection to earth or neutral, a test voltage of 500 V may be used. If applicable, the manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand for open metallic contacts and verify this by type testing. No test shall be applied across contacts when transient suppression devices are fitted.

10.6.4.3.4 Test voltage source

The test voltage source shall be such that, when applying half the specified value to the equipment under test, the voltage drop observed is less than 10 %.

The source voltage value shall be verified with accuracy better than 5 %.

The test voltage shall be substantially sinusoidal and at a frequency between 45 Hz and 65 Hz. However, tests may alternatively be performed with a d.c. voltage (positive and negative polarity) the value of which shall be 1,4 times that given in Table 14. Capacitors to earth for EMC compliance will lead to increased test current and thus make detection of a breakdown condition difficult. This problem can be overcome by using a d.c. test voltage ($\sqrt{2} \times$ r.m.s.) or by measuring a.c. resistive current only.

10.6.4.3.5 Test method

For type tests the open-circuit voltage of the test generator is applied to the equipment at zero volts. The test voltage shall be raised smoothly to the specified value in such a manner that no appreciable transients occur and shall be maintained for 1 min minimum. It shall then be reduced smoothly to zero as rapidly as possible.

For routine tests, the test voltage may be maintained for 1 s minimum. In this case, the test voltage shall be 10 % higher than the specified 1 min type test voltage.

10.6.4.3.6 Test acceptance criteria

During the dielectric voltage test, no breakdown or flashover shall occur. Partial discharges which do not cause the maximum test current level set by the manufacturer to be exceeded, shall be disregarded.

10.6.4.3.7 Repetition of the dielectric voltage test

For equipment in a new condition, dielectric voltage tests may be repeated, if necessary, to verify their performance. The test voltage value shall be equal to 0,75 times the value claimed by the manufacturer.

10.6.4.4 Insulation resistance

The measurement may be performed as a test following environmental testing to ensure that the insulation has not been over-stressed and weakened by the applied tests.

The measuring voltage shall be applied directly to the equipment terminals.

The insulation resistance shall be determined when a steady value has been reached and at least 5 s after applying a d.c. voltage of $500\text{ V} \pm 10\%$.

For equipment in a new condition, the insulation resistance shall not be less than $100\text{ M}\Omega$ at 500 V d.c. (A lower value may be used where EMC suppression or other functional components connected in parallel with the circuit under test may reduce the insulation resistance). After the damp-heat type test, the insulation resistance shall not be less than $10\text{ M}\Omega$ at 500 V d.c. , after a recovery time of between 1 h and 2 h, at reference ambient conditions.

10.6.4.5 Protective bonding tests

10.6.4.5.1 Protective bonding resistance – Type test

Accessible conductive parts and terminations connected to the protective conductor for protection against any electric shock hazard shall not have excessive resistance.

For equipment where the protective conductor connection is by means of one core of a multi-cored cable, the cable is not included in the measurement, provided that the cable is supplied by a suitably rated protective device which takes into account the size of the conductor.

The compliance of such parts with protective bonding resistance type test requirements shall be determined using the following test parameters:

- the test current shall be twice that of the maximum current rating of the overcurrent protection means, specified in the user documentation, but not less than 20 A;
- the test voltage shall not exceed 12 V r.m.s. a.c. or 12 V d.c.;
- the test duration shall be 60 s;
- the resistance between the protective conductor terminal and the part under test shall not exceed $0,1\ \Omega$.

10.6.4.5.2 Protective bonding continuity – Routine test

Accessible conductive parts which may become live in the event of a single-fault condition shall be subject to a low current continuity test to verify their bonding to the protective conductor terminal.

It is recommended that the continuity tester open-circuit voltage and short-circuit current should be chosen to avoid any circuit damage.

10.6.5 Electrical environment and flammability

10.6.5.1 Maximum temperature of parts and materials

Tests may be required to determine the maximum temperature of parts and materials under normal use (see 7.3) and under a single-fault condition (see 7.11).

10.6.5.2 Flammability of insulating materials, components and fire enclosures

Testing of parts may be necessary where either the material does not meet the minimum flammability requirements specified in Clause 7, or its thickness is below the minimum specified for that material to achieve the required minimum flammability.

Tests shall not be required to determine the flammability of insulating materials and components providing they meet the requirements of 7.6.2 to 7.6.4 and fire enclosures 7.10.

10.6.5.3 Thermal short-time test

The maximum temperature of the insulating materials, during the following tests, shall be within the limits given for the appropriate insulation class in Table 7.

Overvoltage:

The equipment VT input circuits shall withstand overvoltages declared by the manufacturer, without damage, both continuously and for 10 s duration.

Overcurrent:

The equipment CT input circuits shall withstand overcurrents declared by the manufacturer, both continuously and for 1 s duration, without creating a fire or electric shock risk.

However, the manufacturer shall only state safe withstand values.

Safety requirements for protection equipment, with CTs rated between 0,5 A and 5 A are as follows:

- minimum 1 s overcurrent withstand should be $100 I_n$;
- continuous withstand should be at least $4 I_n$.

For protection equipment and measuring relays which do not meet these requirements, the manufacturer shall declare the overcurrent withstand and continuous withstand.

For CTs with no declared rated current value, for example, sensitive earth fault, the continuous and 1 s overcurrent withstand for safety shall be declared by the manufacturer.

10.6.5.4 Output relay parameters

The manufacturer shall test the output trip relay parameters to ensure performance is in accordance with IEC 60255-1.

10.6.5.5 Single-fault condition

Refer to 5.2 for single-fault condition assessment and 7.11.3 for compliance with the requirements for protection against the spread of fire when conducting a single-fault type test on fully assembled equipment. It is sufficient to carry out a single-fault test(s) on a particular module variation, once only, where the common module is used throughout a platform range.

The need for any single-fault testing will depend on the result of the single-fault condition assessment.

10.6.6 Reverse polarity and slow ramp test

The manufacturer shall test the power supply inputs to ensure that reverse application of the supply voltage does not cause excessive internal temperatures, spread of fire or risk of electrical shock. The supply voltage shall be applied reverse polarity for sufficient time to enable equilibrium to be achieved. This test is applicable for d.c. powered products only.

The manufacturer shall test the power supply inputs to ensure that slow variations in supply voltage do not cause excessive internal temperatures or damage of the product. The supply voltage shall be varied in accordance with Figure 4, the internal temperatures of the power supply shall be monitored to ensure that excessive temperatures are not seen. During the testing, the equipment under test shall be in a quiescent state with half the binary inputs/outputs energized and communications ports exercised (where fitted). The supply

voltage shall be varied with a defined gradient for ramp down/up of 1 V/min in accordance with Figure 4. This test is applicable for d.c. powered products only.

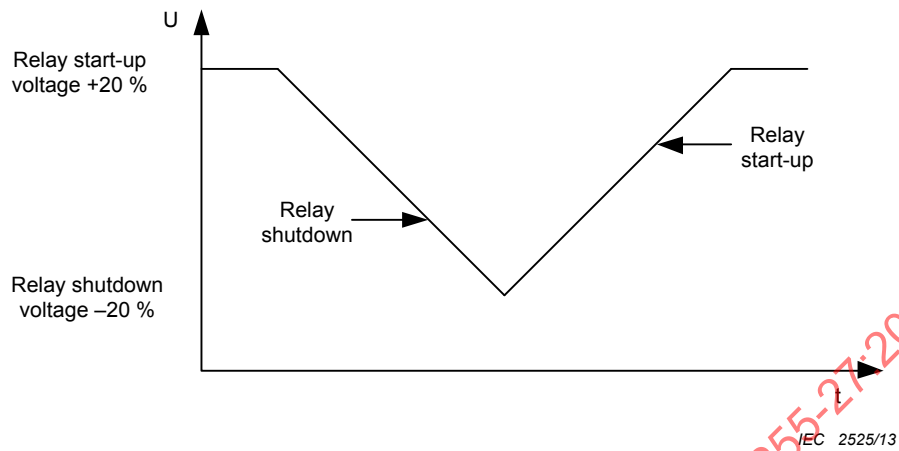


Figure 4 – Voltage ramp test

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

Annex A (normative)

Isolation class requirements and example diagrams

A.1 Introduction

A.1.1 General

This annex provides guidance on the isolation class and insulation requirements for different circuit types, with typical insulation examples. The isolation requirements, in conjunction with reference to 6.7 and Annex B of IEC 61010-1:2010, should be used to determine the required clearances and creepage distances from Annex C.

A.1.2 Hazardous live voltage (HLV)

Hazardous live voltage applies to the following:

- voltage transformers, current transformers, output relays;
- connection to the a.c. or d.c. supply;
- analogue and digital inputs/outputs exceeding 33 V r.m.s. a.c. or 70 V d.c.

Table A.1 – Circuit isolation class for product circuits/groups (1 of 2)

Circuit isolation class	Product circuits/groups
ELV Extra low voltage	Non-primary circuits complying with the following under normal conditions: • not exceeding 33 V r.m.s. a.c. or 70 V d.c. i.e. ELV voltage limits; • separated from HLV by at least basic insulation. See Figure A.4. ELV circuits should not be accessible under normal conditions. Examples are: • non-primary circuits; • analogue/digital inputs and outputs, complying with ELV voltage limits; • connections to ELV terminations of other products.
SELV Safety extra low voltage	Non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions: • separated from HLV by reinforced/double insulation; • there shall be no provision for an earth connection. See Figure A.1. SELV circuits may be accessible and are safe to touch under both normal and single-fault conditions. Connection of an earth to an SELV circuit is not permitted; for example, connection to an earthed cable screen or earthed communication circuit is not permitted. Where this is required, the circuit definition should change in accordance with Figure A.2 (PELV). An exception could be for a PELV system earthed at one end of a cable run, it would be permissible to connect an SELV system at the other end. Examples are: • analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to unearthed communication networks or circuits; • SELV ports which are suitable for connection to SELV ports of other products.

Table A.1 (2 of 2)

Circuit isolation class	Product circuits/groups
PELV Protective extra low voltage	Non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions: • PELV circuits shall be separated from HLV by reinforced/double insulation; • PELV circuits may be connected to functional earth, the protective (earth) conductor, or have provision for an earth connection. See Figure A.2. PELV circuits may be accessible and are safe to touch under both normal and single-fault conditions. Examples are: • analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to communication networks or circuits; • PELV ports which are suitable for connection to PELV ports of other products.
PEB Protection by equipotential bonding	Non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions: • basic protection against electric shock is provided by basic insulation separating HLV from PEB circuits; • for fault protection, PEB circuits and accessible conductive parts, shall be bonded to the protective conductor terminal and shall comply with 10.6.4.5.1, which will prevent hazardous live voltages in PEB circuits. See Figure A.3. PEB circuits may be accessible and are safe to touch under both normal and single-fault conditions. PEB circuits may be considered as protective earthed circuits or earthed accessible parts for the purposes of Table A.2. Examples are: • analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to communication networks or circuits; • PEB ports which are suitable for connection to PEB ports of other products.
The symbols of this table are explained in A.1.3.	

A.1.3 Symbols

The following symbols are used in Table A.1 and Figure A.1 to Figure A.4.

a) Requirements

- B: Basic insulation or supplementary insulation
- D: Double insulation or reinforced insulation
- F: Functional insulation

b) Circuits and parts

- A: Accessible part, not bonded to the protective conductor terminal
- C: Equipment case
- ELV: Circuit or part for which, under normal conditions, the ELV voltage limits in Table A.1 are not exceeded
- HLV: Circuit or part that is hazardous live under normal conditions, as defined in 3.24
- PEB, PELV, SELV: Circuits that are safe to touch under both normal and single-fault conditions, as defined in Table A.1
- Z: Impedance of secondary circuit.

Table A.2 – Insulation requirement between any two circuits

See Clause A.2 for typical circuit insulation requirements.

	HLV primary circuit^a	ELV circuit	SELV circuit	PELV circuit	PEB circuit^b	Protective earthed HLV non-primary circuit^{b,c}	Unearthed HLV non-primary circuit^c
HLV primary circuit^a	F/B ^{a,f} (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	D (Table C.7 to Table C.10)	D (Table C.7 to Table C.10)	B ^e (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)
ELV circuit	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^{e,f} (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)
SELV circuit	D (Table C.7 to Table C.10)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^h (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	D (Table C.7 to Table C.10)	D (Table C.7 to Table C.10)
PELV circuit^b	D (Table C.7 to Table C.10)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^h (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	D (Table C.7 to Table C.10)	D (Table C.7 to Table C.10)
PEB circuit^b	B ^e (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^{e,f} (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^e (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)
Protective earthed HLV non-primary circuit^{b,c}	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	D (Table C.7 to Table C.10)	D (Table C.7 to Table C.10)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)
Unearthed HLV non-primary circuit^c	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	D (Table C.7 to Table C.10)	D (Table C.7 to Table C.10)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)
Unearthed accessible parts^g	D (Table C.7 to Table C.10)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	D (Table C.7 to Table C.10)	B/D ^d (Table C.3 to Table C.6) / (Table C.7 to Table C.10)
Protective earth^{b,g} / Protective earthed accessible parts^{b,g}	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	F/B ^f (Table C.1 to Table C.6) / (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)	B (Table C.3 to Table C.6)

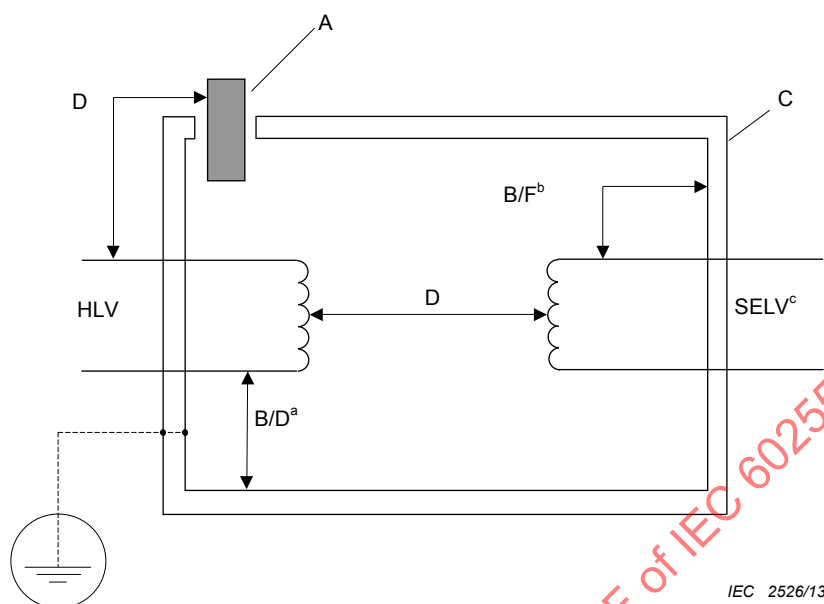
Table C.1 to Table C.10 are shown in brackets in Table A.2. The choice of these tables depends on the overvoltage category and the pollution degree.

B = Basic insulation; D = Double or reinforced insulation; F = Functional insulation; S = Supplementary insulation

- a If the functional voltage (not relative to earth) is greater than the rated insulation voltage, the creepage distance for the functional insulation may be greater than that of the basic insulation. One example is a terminal block where the functional phase to phase voltage is 400 V r.m.s. For a comparative tracking index (CTI) of 100 to 399, the creepage distance for 400 V functional insulation is 4,0 mm (Table C.2) compared with 3,0 mm (Table C.6) for 230 V r.m.s. phase to ground (300 V basic insulation).
 - b Connections to the protective conductor shall comply with 10.6.4.5.1; otherwise, this shall be considered to be an unearthed circuit.
 - c There shall be at least basic insulation between HLV non-primary circuits and HLV primary circuits.
 - d Insulation between an unearthed non-primary circuit at hazardous voltage and an unearthed accessible conductive part (B/D in Table A.2) shall satisfy the more onerous of the following:
 - double/reinforced insulation, the working voltage of which is equal to the hazardous voltage; or
 - supplementary insulation, the working voltage of which is equal to the voltage between the non-primary circuit at hazardous voltage; and
 - another non-primary circuit at hazardous voltage; or
 - a primary circuit.
 - e See Figure A.3 for the conditional use of basic insulation for PEB.
 - f Supplementary or basic insulation shall be used if one of the circuits is an independent circuit or is adjacent to a conductive part which may be earthed when the equipment is installed. The insulation requirement will depend on the overvoltage category. The normal overvoltage category for equipment is overvoltage category III (Table C.5 or Table C.6); however, in some applications, where transients are limited to overvoltage category II, Table C.3 or Table C.4 may be applied if the equipment is supplied from one of the following:
 - a battery* with no protective relays or measuring equipment connected; or
 - the a.c.* supply of an office environment.
- * The maximum transient voltage amplitude on the supply shall be $2\,500\,V_{peak}$.
- g A functional earthed circuit shall be treated as an unearthed accessible part. The exception is where the functional earth is bonded to the protective conductor and this meets protective bonding resistance requirements, then it may be treated as an earthed accessible part.
 - h For a PELV system earthed at one end of a cable run, it would be permissible to connect an SELV system at the other end.

A.2 Typical insulation examples complying with the requirements of Table A.2

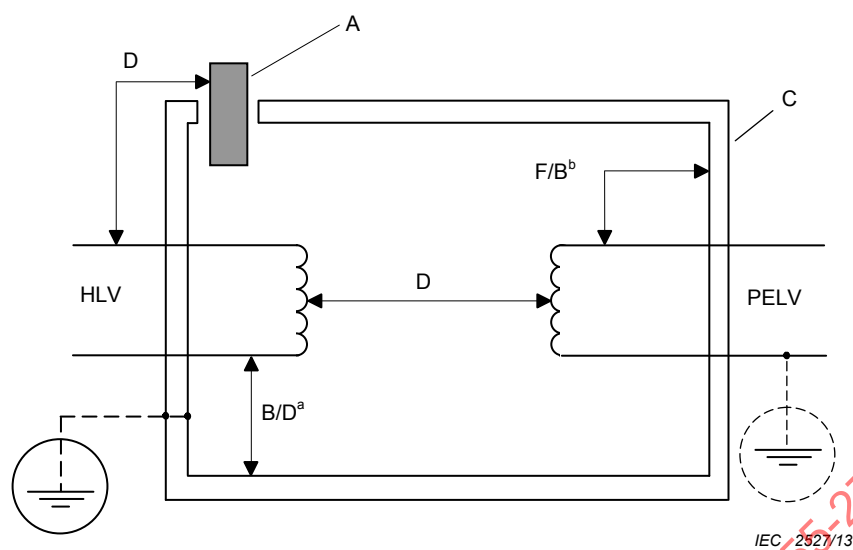
Refer to Table A.2 for the insulation requirements between different circuits/parts.



The symbols are explained in A.1.3.

- ^a If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation (B) is required between these and HLV. Otherwise, double insulation (D) is required between case/accessible parts and HLV.
- ^b If the case is conductive, basic insulation (B) shall be used between it and the SELV circuit; otherwise, functional insulation (F) may be used.
- ^c Connection of an earth to a SELV circuit is not permitted.

Figure A.1 – Equipment with SELV input/output (I/O)

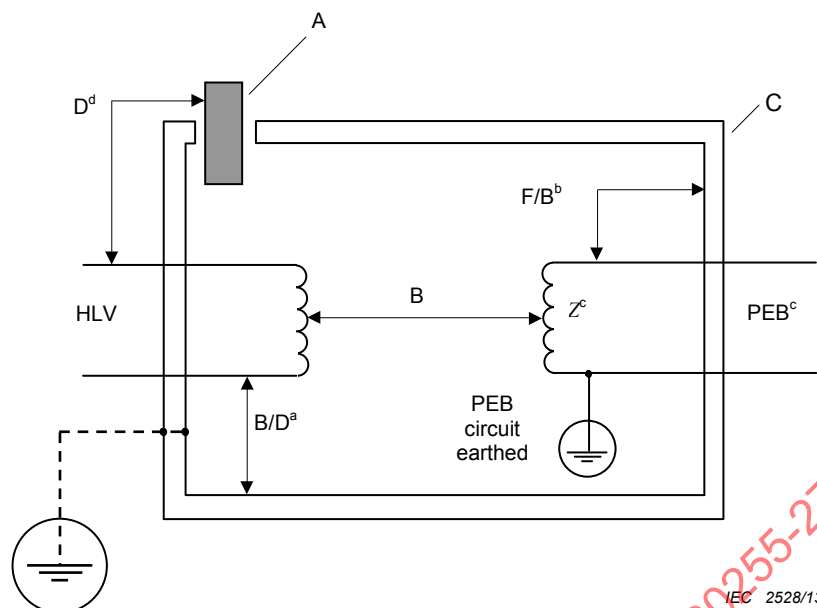


The symbols are explained in A.1.3.

It is only permissible to connect an earth conductor to class II equipment for functional/EMC purposes, for example, an earthed cable screen; however, this screen shall be protected from adjacent circuits by basic insulation, rated for the adjacent circuit voltage.

- ^a If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation (B) is required between these and HLV parts. Otherwise, double insulation (D) is required between case/accessible parts and HLV parts.
- ^b If the case is conductive and unearthed, basic insulation (B) shall be used between it and the PELV circuit; otherwise, functional insulation (F) may be used.

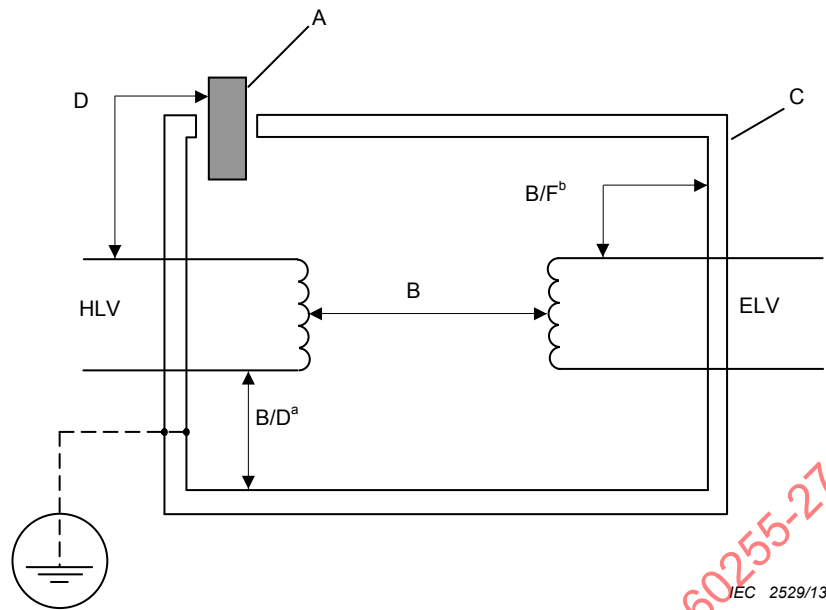
Figure A.2 – Equipment with PELV input/output (I/O)



The symbols are explained in A.1.3.

- ^a If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation (B) is required between these and HLV parts. Otherwise, double insulation (D) is required between case/accessible parts and HLV parts.
- ^b If the case is conductive and unearthed, basic insulation (B) shall be used between it and the PELV circuit; otherwise, functional insulation (F) may be used.
- ^c The connection path of the PEB circuit to the protective conductor terminal, including impedance Z, shall comply with 10.6.4.5.1. Then, if under a single-fault condition, an HLV conductor was shorted to the PEB circuit, the PEB circuit would not become hazardous live.
- ^d If the case/accessible parts are non-conductive there shall be double insulation (D) between HLV circuits/parts and the applied rigid test finger (IEC 61010-1:2010, Figure B.1).

Figure A.3 – Equipment with PEB input/output (I/O)



The symbols are explained in A.1.3.

- ^a If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation (B) is required between these and HLV parts. Otherwise, double insulation (D) is required between case/accessible parts and HLV parts.
- ^b If the case is conductive, basic insulation (B) shall be used between it and the ELV circuit; otherwise, functional insulation (F) may be used.

Figure A.4 – Equipment with ELV input/output (I/O)

Annex B (normative)

Rated impulse voltages

The purpose of this annex is to provide information on the withstand requirements for voltage impulses, which may appear on the supply lines, relative to neutral/earth. The nominal rated supply or working voltages can be determined using 6.7 of IEC 61010-1:2010.

The relevant rated voltage and overvoltage category are used, together with the pollution degree, to select the appropriate table in Annex C for the determination of clearances and creepage distances, for safety reasons. For most applications 300 V and overvoltage category III are applicable (see C.1.2).

The rated impulse voltage determines the clearance in air.

Table B.1 – Rated impulse voltages (waveform: 1,2/50 μ s)

Voltage line to neutral derived from nominal rated or working voltages a.c. r.m.s. or d.c. up to and including ^{a b} V	Rated impulse voltage ^c V		
	Overvoltage category		
	I	II	III ^d
50	330	500	800
100	500	800	1 500
150	800	1 500	2 500
300	1 500	2 500	4 000
600	2 500	4 000	6 000
1 000	4 000	6 000	8 000
^a The line to neutral voltages are preferred values (see IEC 61010-1:2010, Annex K) for application to existing different low-voltage supplies and their nominal voltages. ^b The rated impulse voltages are given for an altitude of 2 000 m; see Table C.11 for the multiplication factor for the test voltage at higher altitudes. ^c Interpolation of the rated impulse voltage is not permissible for circuits connected to primary circuits. ^d For overvoltage category IV values, refer to IEC 60664-1:2007 (Annex B).			

Annex C

(normative)

Guidance for the determination of clearance, creepage distance and withstand voltages

C.1 General

C.1.1 Introductory remark

This annex provides guidance for the determination of the minimum clearances, creepage distances and withstand voltages for equipment insulation, including the effect of altitude.

Clearances and creepage distances shall be selected after consideration of the following influences:

- pollution degree;
- overvoltage category;
- rated insulation voltage;
- insulation requirement (functional, basic, double and reinforced);
- location of insulation (for example, subject to mechanical stresses etc.).

Basic insulation provides basic protection against electric shock and is normally determined for the working voltage relative to earth, for the appropriate overvoltage category, which determines the impulse voltage rating.

Functional insulation is required for the functioning of the equipment and does not provide protection against electric shock. The impulse voltage generally has little influence in the determination of functional insulation; Table C.2 or Table C.1 is normally appropriate. However, other tables, for example, Table C.3 to Table C.6, may be appropriate according to the transient or impulse voltages which may be seen across the functional circuit. Therefore, Table C.3 to Table C.6 may be applicable to functional insulation or basic insulation or supplementary insulation.

There are no clearance or creepage distance requirements for the interior solid insulation of void-free moulded parts, including the inner layers of multi-layer printed circuit boards. Solid insulation shall be proven by dielectric voltage testing in accordance with 10.6.4.3.

C.1.2 Rated insulation voltages

The rated insulation voltage of one or all of the equipment's circuits can be determined from the tables in this annex. However, for equipment energized direct from instrument transformers and for circuits to be connected direct to the station battery supply, the rated insulation voltage shall not be less than 250 V; this is applicable for energizing voltages between 0 V and 250 V. (If a 24 V or 48 V battery was used for communication purposes only, i.e. with no measuring relays or protection equipment connected to the battery supply, then according to Table C.1, 50 V is the appropriate working voltage and the associated impulse voltage for overvoltage category III is 800 V_{peak}. However, IEC 62151 shall be used to determine if a higher overvoltage relevant to connection to a communication network is applicable.)

The rated impulse voltage of equipment energized direct from the low-voltage a.c. supply shall be selected from Table B.1 corresponding to the overvoltage category (normally III) specified and the nominal voltage of the equipment.

For basic, supplementary, reinforced and double insulation, the voltage values in column 1 of Table C.3 to Table C.10 are relative to earth/neutral (Table C.1 and Table C.2 are specifically for the working voltage of functional insulation and may not be relative to earth/neutral).

C.1.3 Determination of rated insulation voltage

The rated insulation voltage shall be determined as follows:

- a) for insulation between live parts and accessible conductive parts, not less than the rated voltage of the circuit under consideration;
- b) for insulation between the parts of one circuit, except as provided in item e), not less than the rated voltage of the circuit under consideration;
- c) for insulation between parts of two independent circuits, the rated insulation voltage should be at least equal to the higher rated voltage of these circuits;
- d) for gaps between open contacts, unless otherwise agreed between manufacturer and user, no rated insulation voltage is specified;
- e) for circuits of an equipment having rated voltages exceeding 1 000 V, Annex A of IEC 60664-1:2007 shall be used for determining clearances, creepage distances and withstand voltages.

The rated insulation voltage shall be determined from 6.7 of IEC 61010-1:2010, with reference to C.1.2 of this standard for the minimum applicable rating for some circuits.

C.1.4 Determination of rated impulse voltage

C.1.4.1 General

Transient overvoltages as expected during operation are taken as the basis for determining the rated impulse voltage (see 5.1.10.2.2 for primary circuits and 5.1.10.2.3 for non-primary circuits, and for the test reference).

Firstly the rated insulation voltage shall be determined, see C.1.3.

The rated insulation voltage and applicable overvoltage category shall then be used in Table B.1 to determine the rated impulse voltage.

C.1.4.2 Selection of rated impulse voltage

The rated impulse voltage of equipment shall be determined using 6.7 of IEC 61010-1:2010 and Table B.1 of this standard corresponding to the overvoltage category specified and to the nominal voltage of the equipment.

C.1.4.3 Impulse voltage insulation coordination within the equipment

For parts or circuits within the equipment which are significantly influenced by external transient overvoltages, the rated impulse voltage of the equipment applies. Transient overvoltages which can be generated by the operation of the equipment shall not influence external circuit conditions beyond that specified in C.1.5.

For other parts or circuits within the equipment which are specifically protected against transient overvoltages, by transient suppression, so that they are not significantly influenced by external transient overvoltages, the impulse voltage withstand required for insulation is not related to the rated impulse voltage of the equipment but to the actual conditions for that part or circuit and the clearance shall be determined from the appropriate Table C.1 to Table C.10. The transient protected circuit shall however comply with the test requirements in 10.6.3. However, the overall overvoltage category of the circuit cannot be reduced unless suitable transient suppression is employed for both differential and common modes.

C.1.5 Switching overvoltages generated by equipment

For equipment capable of generating an overvoltage at its terminals, for example switching devices, the rated impulse voltage implies that the equipment shall not generate overvoltages in excess of this value when used in accordance with the relevant standard and instructions of the manufacturer. Otherwise, the user shall provide measures to limit the impact of the switching overvoltages.

C.1.6 Insulation material

Comparative tracking index (CTI) values are used to categorize insulation materials as follows.

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

For inorganic insulating materials, for example, glass or ceramics which do not track, creepage distances need not be greater than their associated clearances. However, the risk of disruptive discharge should be considered.

C.1.7 Overvoltage categories

The applicable overvoltage category shall be determined on the basis of the following criteria.

Category I

This applies to equipment where special measures are taken to limit transient voltages to appropriate values, for example, well-protected electronic circuits. To claim category I, the special voltage measures should apply to both common and differentially connected circuits.

Category II

Where all of the following apply.

- The auxiliary circuits (power supply circuits) of the equipment are connected to a voltage supply used only for the power supply of static equipment. This is only if the leads are short, and in the absence of switching of other circuits connected to the a.c. or d.c. supply, the levels of transient voltage on the supply leads will be lower than specified in overvoltage category III.
- The input energizing circuits of the equipment are not connected direct to voltage or current transformers and where good screening and earthing is employed on the connection leads.
- The output circuits are connected to a load by short lead lengths.

Category III

This category applies to most practical cases of the application of equipment and shall, in particular, be used where:

- the auxiliary energizing circuits (power-supply circuits) of the equipment are connected to a common battery and/or, due to long lead lengths, common mode transient overvoltages of a relatively high value may appear on the supply leads, and differential mode voltages may arise from switching in other circuits connected to the same battery or supply source;
- the input energizing circuits of the equipment are connected to current and voltage transformers;

- c) the output circuits are connected to a load by long leads with the result that common mode transient voltages of a relatively high value may appear at the output terminals.

C.2 Determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

C.2.1 Guidance for determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

See Figure C.1.

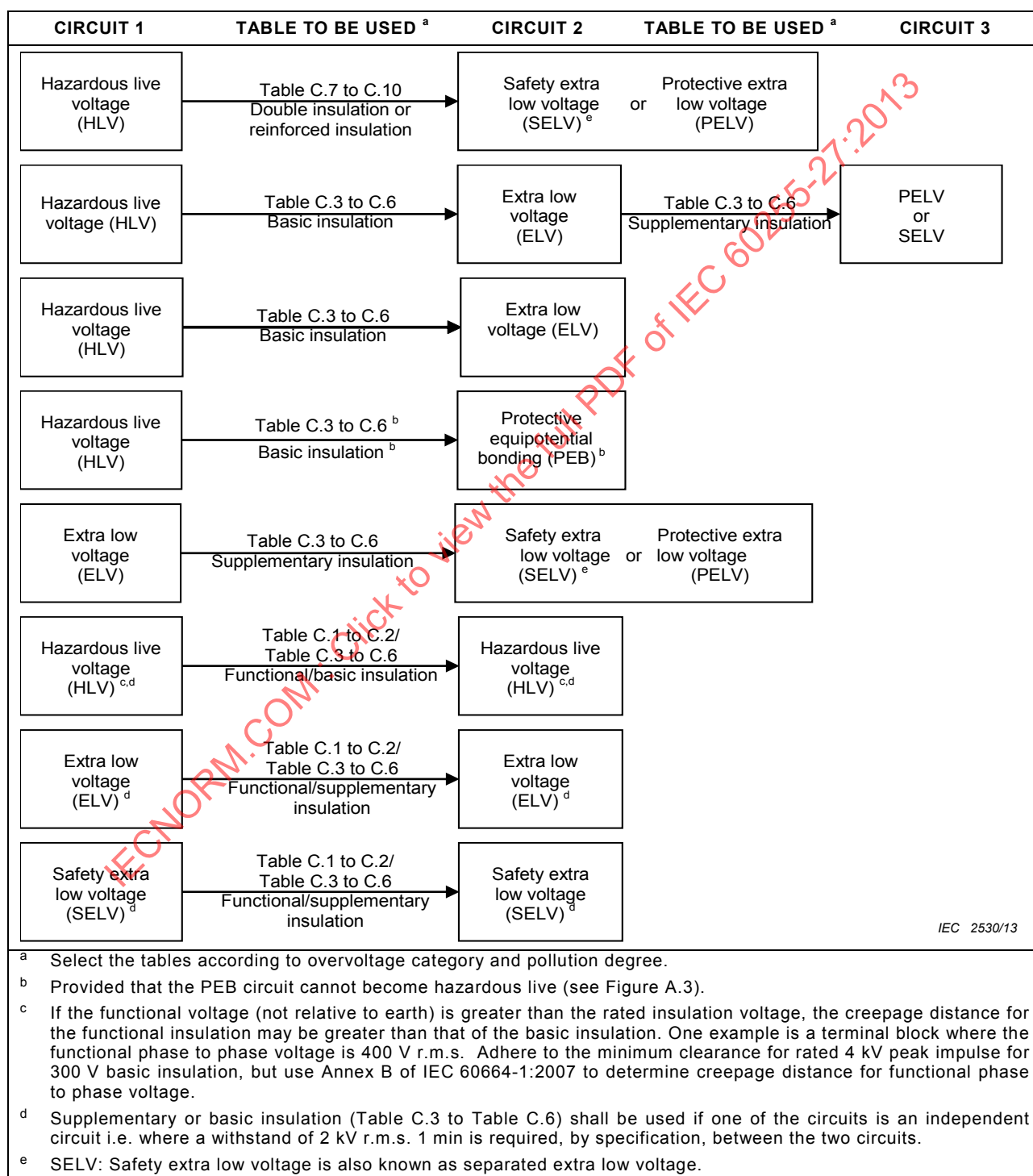


Figure C.1 – Guidance for determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

C.2.2 Determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

C.2.2.1 General

Where the equipment is intended for a pollution degree 3 or pollution degree 4 environments, Annex F of IEC 60664-1:2007 shall be used to determine clearance and creepage distance requirements. A suitable enclosure in which to house the equipment may be required to ensure compliance with pollution degree 3 or pollution degree 4 requirements.

C.2.2.2 Reduction of the pollution degree of the internal environment

For reduction of the pollution degree of the internal equipment environment, for external equipment environments of pollution degree 2 and pollution degree 3, see Table C.12.

C.2.2.3 Printed circuit board (PCB) coatings

The creepage distance values in Table C.2 to Table C.10 for coated (solder resist) PCBs shall only be used where the coating between the conductors covers one or both conductors and at least 80 % of the distance over the surface between them. The coating shall meet the requirements for type A coatings given in IEC 60664-3.

Table C.1 – Functional insulation, pollution degree 1, overvoltage category I

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category I					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ^b V		
		In equipment CTI ≥ 100	On printed wiring board ^a CTI ≤ 100	Peak impulse 1,2/50 µs	RMS. 50/60 Hz 1 min	DC. 1 min
50	0,05	0,18	0,05	330	230	330
100	0,10	0,25	0,10	500	350	500
150	0,15	0,30	0,25	800	490	700
300	0,50	0,70	0,70	1 500	820	1 150
600	1,50	1,70	1,70	2 500	1 350	1 900
1 000	3,00	3,20	3,20	4 000	2 200	3 100

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.2 – Functional insulation, pollution degree 2, overvoltage category I

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 2 – Overvoltage category I								
	Clearance mm	Creepage distance mm					Withstand voltage ^c V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse 1,2/50 μs	RMS 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
		Material group			Not coated	Coated ^{a b}			
		I CTI ≥ 600	II CTI ≥ 400	III CTI ≥ 100	CTI ≥ 175	CTI ≥ 100			
50	0,05	0,60	0,85	1,20	0,10	0,05	330	230	330
100	0,10	0,70	1,00	1,40	0,16	0,10	500	350	500
150	0,15	0,75	1,05	1,50	0,40	0,25	800	490	700
300	0,50	1,50	2,10	3,00	1,50	0,70	1 500	820	1 150
600	1,50	3,00	4,30	6,00	3,00	1,70	2 500	1 350	1 900
1 000	3,00	5,00	7,00	10,00	5,00	3,20	4 000	2 200	3 100

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b See C.2.2 for minimum coating requirements.

^c For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.3 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category II					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ^b V		
		In equipment CTI ≥ 100	On printed ^a wiring board CTI ≥ 100	Peak impulse 1,2/50 µs	RMS. 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
50	0,10	0,18	0,10	500	350	500
100	0,15	0,25	0,15	800	490	700
150	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
300	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
600	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
1 000	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600

^a Also applies to PCB mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.4 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 2 – Overvoltage category II								
	Clearance mm	Creepage distance mm					Withstand voltage ^c V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse 1,2/50 μs	RMS. 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
		Material group			Not coated	Coated ^{a, b}			
		I CTI ≥ 600	II CTI ≥ 400	III CTI ≥ 100					
50	0,10	0,60	0,85	1,20	0,10	0,10	500	350	500
100	0,15	0,70	1,00	1,40	0,16	0,15	800	490	700
150	0,50	0,75	1,05	1,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
300	1,50	1,50	2,10	3,00	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
600	3,00	3,00	4,30	6,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
1 000	5,50	5,50	7,00	10,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b See C.2.2 for minimum coating requirements.

^c For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.5 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category III					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ^b V		
		In equipment	On printed ^a wiring board	Peak impulse 1,2/50 µs	RMS 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
		CTI ≥ 100	CTI ≥ 100			
50	0,15	0,18	0,15	800	490	700
100	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.6 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to	Pollution degree 2 – Overvoltage category III								
	Clear- ance	Creepage distance mm					Withstand voltage ^c V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse	RMS. 50/60 Hz	DC
		Material group			Not coated	Coated ^{a b}			
		I	II	III					
V	mm	CTI ≥ 600	CTI ≥ 400	CTI ≥ 100	CTI ≥ 175	CTI ≥ 100	1,2/50 μs	1 min	1 min
50	0,15	0,60	0,85	1,20	0,15	0,10	800	490	700
100	0,50	0,70	1,00	1,40	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	8,00	8,00	10,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b See C.2.2 for minimum coating requirements.

^c For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.7 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category II					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ^b V		
		In equipment CTI ≥ 100	On printed ^a wiring board CTI ≥ 100	Peak impulse 1,2/50 µs	RMS 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
50	0,15	0,36	0,15	800	490	700
100	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.8 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 2 – Overvoltage category II								
	Clearance mm	Creepage distance mm					Withstand voltage ^c V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse 1,2/50 μs	RMS 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
		Material group			Not coated	Coated ^{a b}			
		I CTI ≥ 600	II CTI ≥ 400	III CTI ≥ 100	CTI ≥ 175	CTI ≥ 100			
50	0,15	1,20	1,70	2,40	0,15	0,15	800	490	700
100	0,50	1,40	2,00	2,80	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	2,10	3,00	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	4,20	6,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	6,00	8,60	12,00	6,00	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	10,00	14,00	20,00	10,00	8,00	8 000	4 350	6 150

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b See C.2.2 for minimum coating requirements.

^c For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.9 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category III					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ^b V		
		In equipment	On printed ^a wiring board	Peak impulse 1,2/50 µs	RMS 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
		CTI ≥ 100	CTI ≥ 100			
50	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
100	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
150	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
300	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
600	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150
1 000	14,00	14,00	14,00	12 000	6 500	9 200

^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

^b For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.

Table C.10 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 2 – Overvoltage category III								
	Clearance mm	Creepage distance mm					Withstand voltage ^c V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse 1,2/50 μs	RMS 50/60 Hz 1 min	DC 1 min
		Material group			Not coated	Coated ^{a b}			
		I CTI ≥ 600	II CTI ≥ 400	III CTI ≥ 100	CTI ≥ 175	CTI ≥ 100			
50	0,50	1,20	1,70	2,40	0,50	0,50	1 500	820	1 150
100	1,50	1,50	2,00	2,80	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
150	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
300	5,50	5,50	5,50	6,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
600	8,00	8,00	11,00	12,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150
1 000	14,00	14,00	14,00	20,00	14,00	14,00	12 000	6 500	9 200
^a Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.									
^b See C.2.2 for minimum coating requirements.									
^c For proving the clearance in air, see 10.6.3 and Table C.11.									

Table C.11 – Test voltage multiplication factor for proving the clearance in air

Test altitude in metres	0 to 200	500	1 000	1 500	2 000	3 000	4 000	5 000
Test voltage multiplication factor	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,87	0,77	0,67

Table C.12 – Reduction of the pollution degree of internal environment through the use of additional protection within the equipment

Additional protection within the equipment	From pollution degree 2 of external environment to ^d	From pollution degree 3 of external environment to ^d
Constantly heated ^a	1	1
Encapsulated ^b	1	1
Coated ^c	1	2
Case hermetically sealed	1	1
Case protection meets IPx4 of IEC 60529	2	2
^a This can be applied if the internal ambient temperature rise within the equipment is at least 5 °C. ^b Encapsulated: these are parts, including tracks and pads on the inner layers of printed circuit boards, which have been totally covered in an encapsulation material such as epoxy resin, and this is considered as solid insulation. This encapsulation provides a barrier between any condensation on the surface of the encapsulant and the surfaces of components and conductors which are encapsulated. ^c Coated: applies to printed circuit conductors covered by solder resist or to conductors or components which have been covered by a conformal coating. ^d If Table C.12 is used to determine reduced creepage distance, it should be ensured that this is not less than the minimum allowed clearance.		

Annex D (informative)

Components

D.1 General

This annex provides guidance for components which could cause safety risks if not adequately designed and constructed.

D.2 Introductory remark

For safety reasons, components shall comply either with the requirements of this standard or with the safety aspects of the relevant IEC component standards.

NOTE 1 An IEC component standard is considered relevant only if the component in question clearly falls within its scope.

A component which is to be connected to a PEB, PELV or SELV circuit and also to an ELV circuit or to a part at hazardous voltage shall comply with the requirements below for a PEB, PELV or SELV circuit.

PEB, PELV and SELV circuits shall exhibit voltages safe to touch both under normal operating conditions and after a single-fault, such as breakdown of a layer of basic insulation or failure of a single component.

NOTE 2 An example of such a component is a relay with different supplies connected to different elements (coils and contacts).

The manufacturer shall ensure that all safety-related components meet the safety requirements of this standard.

For batteries, see 8.7.2.2.

Specific safety-related components are as follows.

D.3 Transformers

Transformers shall be of a type suitable for their intended application and shall comply with the relevant requirements of this standard for example, clearance and creepage distance according to Annex C, solid insulation if appropriate to 5.1.9 and protection against fire to Clause 7.

D.4 Equipment primary circuit capacitors

Capacitors used in primary circuits should be of the self-healing type to avoid short circuits when these are subjected to transient voltages which may be present on the a.c. or d.c. supply.

A capacitor connected between a supply conductor and the protective conductor circuit, for EMC decoupling to earth shall be Y rated complying with IEC 60384-14. For basic insulation these shall be rated to withstand 2 000 V r.m.s. for 1 min or 2 200 V r.m.s. for 1 s. For any double insulation requirement, the rated withstand shall be 3 250 V r.m.s. for 1 min or 3 575 V r.m.s. for 1 s.

A capacitor connected between two supply conductors shall be one of the following:

- a) an X1 capacitor complying with IEC 60384-14;
- b) an X2 capacitor which passes the impulse test of IEC 60384-14, as applied to X1 capacitors, with the test voltage reduced to 2,5 kV;
- c) an X2 capacitor which passes the endurance test of IEC 60384-14, with the 220 Ω resistor short-circuited (Annex B of IEC 60384-14:2013).

D.5 Coil devices – transformers, instrument transformers and transducers, reactors, and operating coils of relays and contactors with multiple windings/screen

D.5.1 Coil windings

To maintain the minimum required separation distances between windings, measures which prevent the following should be implemented:

- a) undesirable shifting of the windings or of their turns, especially at the edge of the winding layers;
- b) undesirable shifting of turns or of the inner wiring, in the case of breakage near connections or of unfastening or detachment of connections.

Measures taken against undesirable shifting of windings or wires can include the following:

- a) windings with or without coil form, on different limbs of the core;
- b) windings in different chambers of the coil form; in the event that the partition walls of the chambers are merely inserted into place, sufficient coverage of the intervening joint should be ensured;
- c) intermediate layers made of stiff insulation material which extend sufficiently beyond the windings when used with flangeless windings, or which completely fill the clearance width between flanges when used with coil forms with flanges; in the latter case, the intervening joint space up to the flange should also be sufficiently covered;
- d) filling out of incompletely wound winding layers by means of insulation material;
- e) intermediate layer consisting of several thicknesses of feathered sheeting of such a width that the feathering lies flush against the flange of the coil form and thereby prevents individual edge windings from slipping through; for feathered edge tape to act as an insulation barrier between windings, insulation barrier impregnation or casting of the windings is required as per item h) below;
- f) layer-by-layer winding with insulating intermediate layers, for example, with feathered sheeting;
- g) securing of the edge windings by means of adhesive tape or other suitable means of fastening;
- h) impregnation or casting of the windings with material which hardens and completely fills out the intermediate spaces and which securely holds the edge windings; vacuum impregnation or casting is recommended, in order to extensively exclude the formation of gas bubbles (the presence of which could promote partial discharge).

Such impregnation or casting fulfils the purpose required, but only if sufficient care is taken to ensure that undesirable shifting of a winding does not occur before hardening. Production faults, mechanical action, or thermal effects can cause such undesired shifting.

Care should be taken that any clearances or creepage distances (which may develop over gaps and separating joints of the coil forms, or over intermediate layers, and which may not be able to be reliably eliminated by impregnation or casting) comply at least with the values stipulated in 5.1.10 and Annex C.

D.5.2 Insulating foil

If insulating foil is to be used for insulation, then this foil should consist of at least two layers for basic insulation purposes. For purposes of reinforced insulation, it should consist of at least three layers. Varnish or enamel insulation of the wires should not be considered as insulation with respect to another circuit or to an accessible conductive part.

D.5.3 Interposing protective screen

The protective screen between concentrically configured windings should cover the adjacent windings over the entire width and the entire extent and/or there shall be adequate clearance and creepage distance between the windings. The protective screen may also consist of an appropriately designed shielding winding.

D.5.4 Safety isolation transformers

Safety insulation transformers in accordance with IEC 61558 may be employed (with observance of the restrictions of the scope of application of IEC 61558, for example, rated frequency < 500 Hz) under the condition that the double or reinforced insulation between the protectively separated circuits, does not produce partial discharges which may reduce the insulation withstand.

Safety isolation transformers above 500 Hz are under consideration.

NOTE When conducting the voltage test of safety isolating transformers in accordance with IEC 61558, there is the danger that the test will damage the insulation between the input and output side as a result of the partial discharge which occurs. The stipulated partial-discharge test mentioned above serves to identify unsuitable transformers.

D.6 Electromechanical components

Electromechanical components which form an interface between different circuits (switches, all-or-nothing relays, contactors, circuit breakers) shall comply with the points below.

- a) It is especially important in cases of encapsulated electromechanical components (for example, all-or-nothing relays, see IEC 61810-1) to ensure that the unfastening or detachment of a movable part (for example, contact pieces, contact springs and the like) will not result in damage of the insulation provided for purposes of protective separation.
- b) In the case of strong electrical arcs due to external connection, the creepage distances which serve for protective separation should be configured in such a manner that they maintain their long-term insulation function. Protection can be afforded, for example, by ensuring sufficient physical separation or by encapsulation.

D.7 Semiconductor components and semiconductor configurations

Semiconductor junctions for use as protective separation of circuits are not permitted.

Semiconductor configurations, also including hybrids, for example, semiconductor contactors, electronic transformers and convertors, optical couplers, isolation amplifiers, and compact power supplies are permitted for basic insulation and reinforced insulation if they are designed and implemented to withstand the appropriate voltage tests without tracking. The insulation resistance test can be used to determine if there has been any detrimental tracking.

The energy or information transfer interfaces for protective separation should then satisfy the requirement for coil devices (according to D.5) or for optical coupler elements.

Laser components shall be in accordance with IEC 60825-1.

D.8 Connectors and terminal blocks

Insulation may be provided within connectors for connecting leads, or for electrical connection for sub-assemblies by omitting or not connecting contact tips or points (for example, creating space). A bent or broken-off contact tip/point should not impair the insulation to the extent that it no longer fulfils the requirements for basic insulation.

The requirements 5.2.8.5 and 7.1.9 of IEC 62103:2003, apply for the non-interchangeability and for protection against polarity reversal of connectors.

In the case of terminal blocks for the connection of sub-assemblies and devices, additional measures are required (in addition to those for sufficient clearances and creepage distances) to effectively prevent the unintentional false connection of such equipment. These measures should be implemented by at least one of the following:

- a) a separation interval of at least the width of one terminal clamp;
- b) one terminal clamp which is not connected;
- c) one terminal clamp connected to the protective conductor;
- d) one intermediate insulating piece which extends above the terminals on the connection sides;
- e) one protective screen which extends above the terminals on the connection sides;
- f) employment of terminals of different sizes for these circuits;
- g) employment of highly obvious designation, for example, by apparent colour coding.

See also 8.2.

When breaking the connection of connectors and terminal blocks and when there is a danger through mechanical action of breaking a lead or unfastening or detaching a lead, the insulation could be damaged to the extent that the requirements for basic insulation are no longer satisfied, then effective measures should be taken to prevent such damage.

Annex E (normative)

External wiring terminations

E.1 General

This annex provides guidance for external wiring terminations of equipment in the scope of this standard.

E.2 Permanently connected equipment

Permanently connected equipment shall be provided with either:

- a) a set of terminals; or
- b) a non-detachable power supply cable.

Equipment designed for permanent connection and equipment with ordinary non-detachable power supply cables shall be provided with terminals in which connection is made by means of screws (screws or nuts with lock washers are not regarded as liable to become loose, nor are wires which are mechanically secured by more than soldering alone), nuts or equally effective devices (i.e. not removable without the use of a tool), to provide mechanical security.

This applies to CT and VT connections in addition to those for the a.c. or d.c. supply and protective conductors. It also applies to input and output connections for which the voltage is in excess of ELV voltage levels.

Screws and nuts which clamp external power supply conductors shall have a thread conforming to international standards (for example, unified threads).

The screws and nuts shall not be used to secure components. They are, however, permitted to clamp internal conductors, provided that these are arranged in such a way that it is unlikely that they will be displaced by insertion or removal of the supply or protective conductors.

For the purpose of applying the requirements for power supply cables:

- a) it is assumed that two independent fixings will not become loose at the same time;
- b) crimped conductors shall be mechanically retained, for example, by an insulation clamp or additional fixing close to the terminal.

Compliance with E.2 is checked by inspection.

E.3 Conductors

Terminals shall allow the connection of conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table E.1.

Where heavier gauge conductors are used, the terminals shall be sized accordingly.

Compliance with Clause E.3 is checked by inspection and by fitting cables of the smallest and largest cross-sectional areas of the appropriate range shown in Table E.1.

Table E.1 – Range of conductor sizes to be accepted by terminals

Cable termination application	Recommended cable size mm ²
CT circuits	2,5 to 6,0
Alarm and signalling for example, SCADA	0,5 min.
Communication circuits for example, RS232	As recommended by the manufacturer
Other circuits for example, VT, auxiliary, etc	1,0 to 2,5

E.4 Terminals

Terminals shall have minimum sizes as shown in Table E.2. Stud terminals shall be provided with washers.

Table E.2 – Sizes of terminal studs or screws directly securing supply conductors

Rated current of equipment	Minimum nominal thread diameter mm	
	Pillar or stud size	Screw size ^{a b}
Up to and including 10 A	3,0	3,5
Over 10 A up to and including 16 A	3,5	4,0

^a Screw size refers to a terminal that clamps the conductor under the head of a screw, with or without a washer. This does not exclude the indirect securing of conductors by other means, for example, a 'moving cage clamp', using smaller screw sizes.

^b If the screw size does not meet these requirements, the manufacturer shall demonstrate conformity by type testing. The resultant temperature at maximum current and at maximum ambient temperature, shall not exceed the ratings of the materials used. The terminations shall remain mechanically secure.

Terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure and without damage to the conductor.

Terminals shall be so designed or located that the conductor cannot slip out when the clamping screws or nuts are tightened.

Terminals shall be so fixed that when the means of clamping the conductor is tightened or loosened:

- a) the terminal itself does not work loose;
- b) internal wiring is not subjected to stress;
- c) creepage distances and clearances are not reduced below the values specified in Annex C.

Compliance with the requirements of Clause E.4 is checked by inspection and measurement.

For ordinary non-detachable power supply cables, each terminal shall be located in proximity to its corresponding terminal or terminals of different potential.

Compliance of non-detachable power supply cables is checked by inspection.

Annex F (informative)

Examples of battery protection

This annex gives typical examples of battery protection to reduce overheating or explosion risk under a single-fault condition. See Figures F.1 and F.2.

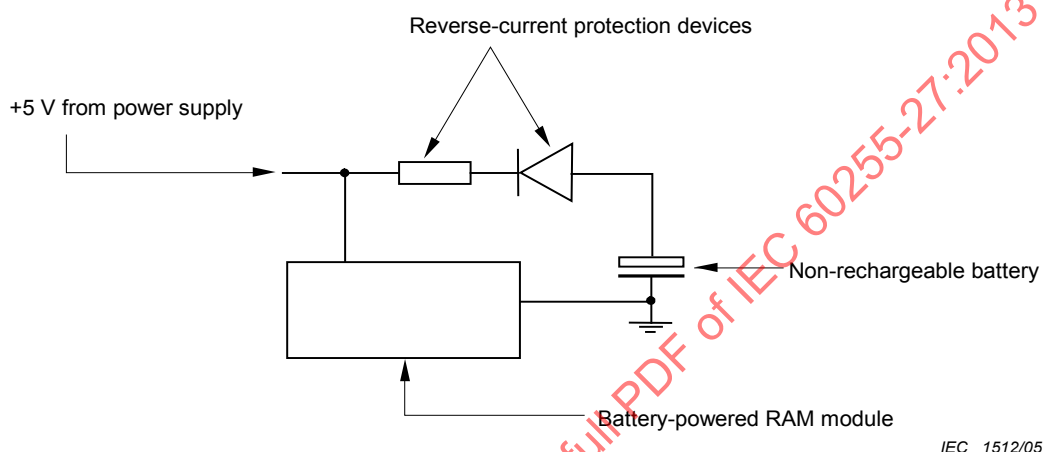


Figure F.1 – Non-rechargeable battery protection

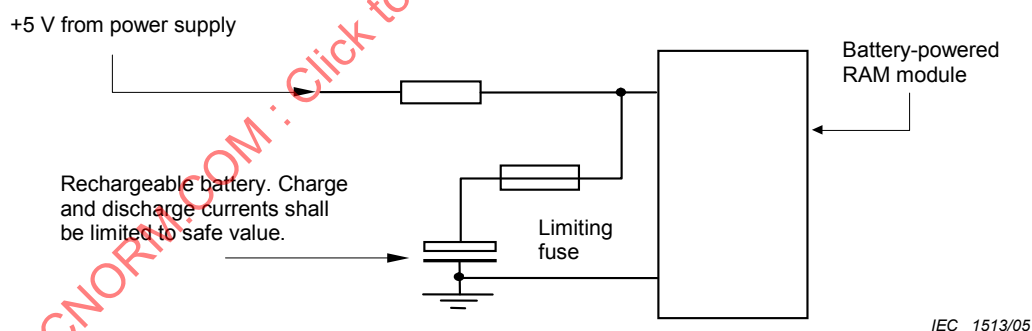


Figure F.2 – Rechargeable battery protection

Bibliography

IEC 60068-3-4:2001, *Environmental testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

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

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

IEC 60255-5:2000, *Electrical relays – Part 5: Insulation coordination for measuring relays and protection equipment – Requirements and tests*

IEC 60384-14:2013, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

IEC 60695-2-13:2010, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials*

IEC 61558 (all parts), *Safety of power transformers, reactors, power supplies and similar products*

IEC 61810-1:2008, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements*

IEC 62103:2003, *Electronic equipment for use in power installations*

ISO 261:1998, *ISO general-purpose metric screw threads – General plan*

ISO 262:1998, *ISO general-purpose metric screw threads – Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 4046 (all parts), *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary*

ISO 9772:2001, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	100
1 Domaine d'application	103
2 Références normatives	104
3 Termes et définitions	105
4 Exigences générales de sécurité	114
4.1 Généralités	114
4.2 Exigences de mise à la terre	114
5 Protection contre les chocs électriques	114
5.1 Généralités	114
5.1.1 Remarque d'introduction	114
5.1.2 Protection contre les contacts avec des parties actives dangereuses	115
5.1.3 Décharge des condensateurs	116
5.1.4 Impédance de protection	116
5.1.5 Parties accessibles	117
5.1.6 Liaison au conducteur de protection	120
5.1.7 Connexion du conducteur de protection	121
5.1.8 Courant de fuite élevé	121
5.1.9 Isolation solide	121
5.1.10 Distances dans l'air et lignes de fuite	122
5.1.11 Mise à la terre fonctionnelle	124
5.2 Conditions de premier défaut	125
5.2.1 Essais en condition de premier défaut	125
5.2.2 Application d'une condition de premier défaut	125
5.2.3 Durée des essais	127
5.2.4 Conformité	127
6 Aspects mécaniques	128
6.1 Protection contre les dangers mécaniques	128
6.1.1 Stabilité	128
6.1.2 Parties mobiles	128
6.1.3 Bords et coins	129
6.2 Exigences mécaniques	129
6.3 Sécurité mécanique des terminaisons	129
7 Inflammabilité et résistance au feu	129
7.1 Généralités	129
7.2 Raisons	129
7.3 Dangers généraux de surchauffe et d'incendie	132
7.3.1 Limites de température de l'équipement	132
7.3.2 Gaz et produits chimiques dangereux	132
7.4 Minimisation des risques d'incendie	133
7.4.1 Généralités	133
7.4.2 Elimination ou réduction des sources d'inflammation à l'intérieur de l'équipement	133
7.5 Câbles et fusibles	134
7.6 Inflammabilité des matériaux et des composants	134
7.6.1 Généralités	134
7.6.2 Matériaux des composants et des autres parties se trouvant à l'intérieur des enveloppes pare-feu	134

7.6.3	Matériaux pour enveloppes pare-feu.....	135
7.6.4	Matériaux des composants et des autres parties se trouvant à l'extérieur des enveloppes pare-feu	135
7.7	Sources d'inflammation	136
7.8	Conditions pour une enveloppe pare-feu	136
7.8.1	Généralités.....	136
7.8.2	Parties pour lesquelles une enveloppe pare-feu est nécessaire	136
7.8.3	Parties pour lesquelles une enveloppe pare-feu n'est pas nécessaire.....	137
7.9	Exigences pour les circuits primaires et les circuits qui dépassent les limites TBT	138
7.10	Enveloppes pare-feu et barrières contre les flammes	138
7.11	Evaluation du risque d'incendie dû à une condition de premier défaut	139
7.11.1	Directives pour les températures maximales acceptables lorsque l'on soumet un circuit ou un composant à une condition de premier défaut.....	139
7.11.2	Température des enroulements en condition normale ou en condition de premier défaut	140
7.11.3	Conformité de l'équipement avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu	140
7.12	Circuit à énergie limitée.....	140
8	Exigences générales et fondamentales de conception pour la sécurité	141
8.1	Conditions climatiques pour la sécurité.....	141
8.2	Connexions électriques	142
8.3	Composants	142
8.3.1	Généralités.....	142
8.3.2	Parties ou composants à haute intégrité	142
8.4	Connexion aux réseaux de télécommunications	143
8.5	Connexion à d'autres équipements.....	143
8.6	Sources laser	143
8.7	Explosion	143
8.7.1	Généralités.....	143
8.7.2	Composants risquant l'explosion	143
9	Marquage, documentation et conditionnement.....	144
9.1	Marquage.....	144
9.1.1	Généralités.....	144
9.1.2	Identification.....	145
9.1.3	Alimentations auxiliaires, TP, TC, E/S (Entrée/Sortie).....	145
9.1.4	Fusibles.....	147
9.1.5	Bornes des circuits de mesure.....	147
9.1.6	Bornes et dispositifs de fonctionnement.....	147
9.1.7	Équipement protégé par une isolation double ou renforcée.....	148
9.1.8	Batteries.....	148
9.1.9	Marquage des tensions d'essai.....	151
9.1.10	Marquages d'avertissement.....	151
9.1.11	Durabilité des marquages	152
9.2	Documentation	152
9.2.1	Généralités.....	152
9.2.2	Caractéristiques assignées de l'équipement	153
9.2.3	Installation de l'équipement	153
9.2.4	Mise en service et maintenance de l'équipement	154
9.2.5	Fonctionnement de l'équipement	154

9.3	Conditionnement	154
10	Essais de type et essais individuels de série	155
10.1	Généralités.....	155
10.2	Essais de type de sécurité.....	156
10.3	Essais individuels de série ou essais par prélèvement	156
10.4	Conditions d'essai	156
10.5	Procédure de vérification.....	157
10.6	Essais	157
10.6.1	Essais d'environnement climatique	157
10.6.2	Essais mécaniques.....	158
10.6.3	Distances dans l'air et lignes de fuite.....	159
10.6.4	Essais électriques relatifs à la sécurité	159
10.6.5	Environnement électrique et inflammabilité.....	166
10.6.6	Essai de polarité inverse et de rampe lente	167
Annexe A (normative)	Exigences des classes d'isolation et diagrammes d'exemple.....	168
Annexe B (normative)	Tensions de choc assignées	176
Annexe C (normative)	Lignes directrices pour la détermination de la distance dans l'air, de la ligne de fuite et des tensions de tenue.....	177
Annexe D (informative)	Composants.....	189
Annexe E (normative)	Connexions externes de sortie de câbles	193
Annexe F (informative)	Exemples de protection de batterie.....	196
Bibliographie.....		197
Figure 1	– Diagramme de flux présentant les exigences nécessaires pour la protection contre la propagation du feu	131
Figure 2	– Déflecteur	138
Figure 3	– Emplacement et extension d'une barrière contre les flammes	139
Figure 4	– Essai de rampe de tension	167
Figure A.1	– Equipement avec une entrée/sortie TBTS (E/S)	172
Figure A.2	– Equipement entrée/sortie TBTP (E/S)	173
Figure A.3	– Equipement entrée/sortie PEB (E/S)	174
Figure A.4	– Equipement avec entrée/sortie TBT (E/S)	175
Figure C.1	– Guide pour la détermination des distances dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue	181
Figure F.1	– Protection de batterie non rechargeable.....	196
Figure F.2	– Protection de batterie rechargeable	196
Tableau 1	– Niveaux de courant en conditions normales.....	119
Tableau 2	– Charge ou énergie des capacités en conditions normales.....	119
Tableau 3	– Facteur multiplicatif pour l'altitude	123
Tableau 4	– Niveaux de courant en condition de premier défaut	128
Tableau 5	– Température maximale en conditions normales et à une température ambiante de 40 °C	132
Tableau 6	– Perforations acceptables dans le fond d'une enveloppe d'équipement.....	139
Tableau 7	– Matériau d'isolation des enroulements.....	140
Tableau 8	– Limites du courant maximal disponible	141

Tableau 9 – Dispositif de protection contre les surintensités	141
Tableau 10 – Symboles	150
Tableau 11 – Symboles pour le marquage des tensions d'essai	151
Tableau 12 – Vue d'ensemble des essais	155
Tableau 13 – Guide pour les essais de tension diélectrique pour la sécurité (essais individuels de série et par prélèvement) – informatif	162
Tableau 14 – Tensions d'essai en courant alternatif.....	164
Tableau A.1 – Classes d'isolement de circuit par circuits/groupes de produits	168
Tableau A.2 – Exigence d'isolation entre deux circuits	170
Tableau B.1 – Tensions de choc assignées (forme d'onde: 1,2/50 μ s)	176
Tableau C.1 – Isolation fonctionnelle, degré de pollution 1, catégorie de surtension I	182
Tableau C.2 – Isolation fonctionnelle, degré de pollution 2, catégorie de surtension I	183
Tableau C.3 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 1, catégorie de surtension II.....	183
Tableau C.4 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 2, catégorie de surtension II.....	184
Tableau C.5 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 1, catégorie de surtension III.....	184
Tableau C.6 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 2, catégorie de surtension III.....	185
Tableau C.7 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 1, catégorie de surtension II	185
Tableau C.8 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 2, catégorie de surtension II.....	186
Tableau C.9 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 1, catégorie de surtension III.....	186
Tableau C.10 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 2, catégorie de surtension III.....	187
Tableau C.11 – Facteur de multiplication de la tension d'essai pour prouver la distance dans l'air.....	187
Tableau C.12 – Réduction du degré de pollution de l'environnement interne par l'utilisation d'une protection additionnelle à l'intérieur de l'équipement.....	188
Tableau E.1 – Gamme des sections de conducteurs devant être acceptés par les bornes	194
Tableau E.2 – Tailles des tiges de bornes ou des vis qui serrent directement des conducteurs d'alimentation	194

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 27: Exigences de sécurité

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 60255-27 a été établie par le comité d'études 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 2005. Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente.

- a) Le retrait des tableaux et diagrammes qui proviennent d'autres normes et référant plutôt directement à ces standards sources.
- b) Tous les aspects de la CEI 60255-5 ont été couverts et cette norme peut être retirée.
- c) Des ambiguïtés à l'intérieur de la norme ont été retirées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
95/316/FDIS	95/318/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 des normes IEC 60255, publiée sous le titre général *Relais de mesure et dispositifs de protection*, peut être trouvée sur le site internet CEI.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

INTRODUCTION

Pour prouver la sécurité d'un équipement, il était précédemment nécessaire de se référer à des normes de sécurité génériques, comme la CEI 61010-1, ainsi qu'à la CEI 60664-1.

Ces normes de sécurité génériques définissent des exigences pour des produits de type général ou pour des familles de produits afin de réduire les risques d'incendie, de choc électrique ou de blessure pour l'utilisateur. Les types de produits considérés n'incluent pas les relais de mesure et les dispositifs de protection. Ces normes prennent aussi en compte les conditions de premier défaut.

La référence à ces normes diverses était source de confusion à cause d'exigences contradictoires, par exemple en raison de différentes distances dans l'air, lignes de fuites, tensions d'essais, etc., pour les mêmes tensions assignées.

L'objectif de cette norme est:

- de supprimer la confusion apportée par les exigences contradictoires des normes existantes;
- de proposer dans l'industrie internationale une approche unifiée pour les relais de mesures et les dispositifs de protection.

Cette norme de sécurité produit pour les relais de mesure et les dispositifs de protection se fonde sur les normes génériques de sécurité produit et la CEI 60664-1, définit les questions spécifiques aux relais de mesure et aux dispositifs de protection.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 27: Exigences de sécurité

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 60255 détaille les exigences de sécurité produit pour les relais de mesure et dispositifs de protection dont la tension assignée n'excède pas 1 000 V en courant alternatif avec une fréquence assignée jusqu'à 65 Hz ou 1 500 V en courant continu. Au delà de ces limites, la CEI 60664-1 est applicable pour déterminer les distances dans l'air, les lignes de fuites et la valeur des tensions de tenue d'essai.

Cette norme détaille les exigences fondamentales de sécurité pour minimiser le risque d'incendie et les dangers de choc électrique ou de blessure pour l'utilisateur.

Cette norme ne définit pas les exigences de sécurité des installations. Elle couvre en revanche tous les modes d'installation – en cellule, en rack ou en tableau et les essais en exploitation. Cette norme s'applique aussi aux dispositifs auxiliaires comme les shunts, résistances série, transformateurs, etc., utilisés conjointement avec les relais de mesure et dispositifs de protection et essayés ensemble.

Les dispositifs auxiliaires utilisés conjointement avec les relais de mesure et dispositifs de protection peuvent être assujettis à des exigences de sécurité supplémentaires.

Cette norme ne traite que des exigences de sécurité du produit; la performance fonctionnelle du dispositif de protection n'est donc pas couverte par son domaine d'application.

Les exigences de sécurité fonctionnelle, y compris la sécurité fonctionnelle en présence de perturbations électromagnétiques, ne sont pas couvertes par la présente norme. L'analyse des risques de sécurité fonctionnelle ne relèvent pas du domaine de cette norme de sécurité produit.

La présente norme ne s'applique pas à une réalisation unitaire d'équipements, de circuits, et de composants.

L'objet de cette norme est de fournir un texte normatif complet qui couvre tous les aspects de la sécurité du produit ainsi que les essais de type et les essais individuels de série qui s'y rapportent, pour les relais de mesure et les dispositifs de protection.

La présente norme s'applique aux équipements destinés à être sûrs au moins dans les conditions d'environnement suivantes:

- installation d'intérieur;
- altitude jusqu'à 2 000 m, selon la CEI 60255-1;
- plage de températures extérieures de fonctionnement, selon la CEI 60255-1;
- humidité relative extérieure maximale de 95 % sans condensation, selon la CEI 60255-1;
- variations de la tension d'alimentation selon la CEI 60255-1;
- catégorie de surtension d'alimentation applicable;
- degré de pollution extérieure 1 et degré de pollution extérieure 2.

Le dispositif de protection est normalement installé dans une zone d'accès contrôlé à l'intérieur d'une centrale de production d'énergie, d'une sous-station ou d'un bâtiment

industriel ou commercial. Les conditions d'environnement du dispositif de protection telles que définies dans la CEI 60255-1 s'appliquent. Cette norme prend en compte les conditions d'environnement habituelles de corrosion par l'humidité mais ne couvre pas la corrosion par la pollution atmosphérique.

On considère que l'accès au dispositif de protection durant l'installation, la maintenance, le service normal et la mise hors service n'est possible que par du personnel formé aux procédures de travail permettant d'assurer la sécurité.

La présente norme de sécurité produit, prévaut désormais sur les normes générales, en matière de sécurité.

2 Références normatives

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

CEI 60050 (toutes parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur <<http://www.electropedia.org>>)

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60255-1, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 1: Exigences communes*

CEI 60255-21-1, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section un: Essais de vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60255-21-2, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section deux: Essais de chocs et de secousses*

CEI 60255-21-3, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 3: Essais de tenue aux séismes*

CEI 60255-26:2013, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 26: Exigences de compatibilité électromagnétique*

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

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

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*. Disponible sous <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

CEI 60529:1989¹, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1:1999

¹ Il existe une Édition consolidée 2.1 (2001) comprenant l'Édition 2.0 et l'Amendement 1.

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

CEI 60664-3:2003, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

Amendement 1:2010

CEI/TS 60695-2-20², *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-20: Méthodes d'essai au fil chauffant ou incandescent – Allumabilité par bobine de fil chauffant – Appareillage, méthode d'essai et lignes directrices*

CEI 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

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

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61180-2, *Techniques des essais à haute tension pour matériel à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI 62151, *Sécurité des matériels reliés électriquement à un réseau de télécommunications*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*. Disponible sous <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60664-1 et la CEI 60050-151-448 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

partie accessible

partie pouvant être touchée en conditions normales au moyen d'un doigt d'épreuve rigide ou articulé normalisé tel que spécifié en 3.5.1 de la CEI 61010-1:2010.

Note 1 à l'article: Il convient qu'un circuit/réseau de communication qui peut être relié et pris en dehors de l'armoire logeant l'appareil, ou à l'avant du panneau et sans nécessité d'ouvrir un couvercle ou un rabat pour y accéder, soit considéré comme accessible, c'est-à-dire qu'il soit PEB, TBTP, TBTS ou équivalent.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 442.01.15, modifiée – Des détails supplémentaires concernant le doigt d'épreuve et la note à l'article ont été ajoutés.]

3.2

circuits adjacents

circuits électriques qui sont séparés du circuit considéré par l'isolation nécessaire principale ou double/renforcée

Note 1 à l'article: Les circuits qui sont séparés par plus d'une isolation double ou renforcée ne sont pas considérés comme étant adjacents.

3.3

température ambiante

température de l'air ambiant

température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure la totalité de l'équipement

Note 1 à l'article: Pour les équipements installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

Note 2 à l'article: La température ambiante est mesurée à mi-distance des matériels voisins mais pas à plus de 300 mm de l'enveloppe du matériel, à mi-hauteur du matériel, protégé du rayonnement thermique direct du matériel.

[SOURCE: CEI 60050:2000, 441.11.13, modifiée – "appareil de connexion ou du fusible" est remplacé par "équipement" et une deuxième note à l'article a été ajoutée.]

3.4

barrière

barrière de protection électrique

élément assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

Note 1 à l'article: Les barrières peuvent fournir la protection contre la propagation du feu (voir Article 7).

[SOURCE: CEI 60050:2004, 826.12.23]

3.5

isolation principale

isolation des parties actives dangereuses, destinée à assurer la protection principale

Note 1 à l'article: Ce terme ne s'applique pas à l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles.

[SOURCE: CEI 60050:2004, 826.12.14, modifiée – le mot "qui" est remplacé par les mots "destinée à".]

3.6

surface de délimitation

surface extérieure de l'enveloppe de l'équipement, considérée comme si elle était composée d'une feuille métallique au contact des surfaces accessibles en matériau isolant

3.7

équipements de classe I

équipements ayant une isolation principale comme dispositif de protection principal contre les chocs électriques et une liaison de protection comme dispositif de protection en cas de défaut, de telle sorte que les parties conductrices de l'extérieur de l'enveloppe ne puissent pas devenir actives dans le cas d'une défaillance de l'isolation principale

3.8

équipements de classe II

équipements possédant

- une isolation principale comme disposition pour la protection principale contre les chocs électriques, et
- une isolation supplémentaire comme disposition pour la protection en cas de défaut; ou
- dans lequel la protection principale et la protection en cas de défaut sont fournies par une isolation renforcée

Note 1 à l'article: Il convient qu'il n'y ait pas de possibilité de raccorder un conducteur de protection et de ne pas compter sur les conditions d'installation pour assurer la sécurité. Il est cependant possible de relier un conducteur de terre à l'équipement de classe II pour les raisons fonctionnelles (par exemple CEM).

[SOURCE: CEI 60050:2008, 851.15.11, modifiée – Les mots " contre les chocs électriques " et une note à l'article ont été ajoutés alors que la référence à la CEI 61140:2001, 7.3 a été omise.]

3.9

équipements de classe III

équipements, ou parties d'équipement, dans lesquels la protection contre les chocs électriques s'appuie sur l'alimentation par des circuits TBTS ou TBTP et dans lesquels aucune tension dangereuse n'est générée

3.10

distance d'isolement

distance d'isolement dans l'air

distance la plus courte, mesurée dans l'air, entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface de délimitation extérieure de l'équipement, qu'elle soit conductrice ou non

3.11

IRC

indice de résistance au cheminement

valeur numérique de la tension maximale exprimée en volts, qu'un matériau peut supporter sans cheminement et sans apparition persistante d'une flamme dans des conditions d'essai spécifiées

[SOURCE: CEI 60050:2010, 212.11.59]

3.12

circuit/réseau de communication

circuit/réseau pour la réception et/ou la transmission de signaux analogiques ou numériques.

Note 1 à l'article: Il peut communiquer avec d'autres circuits par liaison optique, magnétique, ou au moyen de rayonnement électromagnétique, ou support métallique.

3.13

ligne de fuite

distance la plus courte le long de la surface d'un matériau isolant solide entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface de délimitation (partie accessible) de l'équipement, mesurée le long de la surface isolante

[SOURCE: CEI 60050:2001, 151.15.50, modifiée – Les mots "ou entre une partie conductrice et la surface de délimitation (partie accessible) de l'équipement, mesurée le long de la surface isolante" ont été ajoutés.]

3.14

contact direct

contact électrique des personnes avec les parties actives

[SOURCE: CEI 60050:2004, 826.03.05, modifiée – Les mots "ou d'animaux" ont été omis.]

3.15

double isolation

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

Note 1 à l'article: L'isolation principale et supplémentaire sont distinctes, chacune conçue pour la protection principale contre les chocs électriques.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.06.08, modifiée – La note à l'article a été ajoutée.]

3.16

TBT

très basse tension

VOIR: Tableau A.1

3.17

enveloppe

enceinte assurant le type et le degré de protection approprié pour l'application prévue

Note 1 à l'article: Les enveloppes peuvent fournir la protection contre la propagation du feu (voir Article 7).

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.02.35, modifiée – La note à l'article a été ajoutée.]

3.18

partie conductrice accessible

masse

partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est normalement pas sous tension mais qui peut le devenir si l'isolation principale est en défaut

Note 1 à l'article: Pour le matériel qui n'est pas fermé, le châssis, les dispositifs de fixation, etc., peuvent former les parties conductrices accessibles.

Note 2 à l'article: Pour le matériel qui est fermé, les parties conductrices qui sont accessibles lorsque l'équipement est monté dans sa position normale de fonctionnement, y compris celles de sa surface de fixation, forment les parties conductrices accessibles.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 422.01.21, modifiée – Les notes à l'article ont été ajoutées.]

3.19

enveloppe pare-feu

partie de l'équipement destinée à minimiser la propagation du feu ou de flammes depuis l'intérieur

3.20

mise à la terre fonctionnelle

mise à la terre d'un point ou des points dans un système ou dans une installation ou dans l'équipement, pour des besoins autres que la sécurité électrique

[SOURCE: CEI 60050:2004, 826.13.10]

3.21

isolation fonctionnelle

isolation entre les parties conductrices, nécessaire pour le bon fonctionnement du matériel

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.02.41]

3.22

niveau d'énergie dangereux

niveau de puissance disponible de 240 VA ou plus ayant une durée de 60 s ou plus, ou niveau d'énergie stocké de 20 J ou plus (par exemple, un ou plusieurs condensateurs), à un potentiel de 2 V ou plus

3.23**partie active dangereuse**

partie active à une tension supérieure à 33 V en courant alternatif ou 70 V en courant continu

3.24**TAD****tension active dangereuse**

tension qui dépasse 33 V en courant alternatif ou 70 V en courant continu en condition normale

3.25**matériau de classe HB40**

matériau soumis à l'essai dans l'épaisseur significative la plus mince utilisé et classé HB40 selon la CEI 60695-11-10

3.26**matériau de classe HB75**

matériau soumis à l'essai dans l'épaisseur significative la plus mince utilisé et classé HB75 selon la CEI 60695-11-10

3.27**haute intégrité d'une partie****haute intégrité d'un composant**

partie ou composant qui est considéré de ne pas devenir défectueux en présentant un danger dans le sens de la présente norme et ne pouvant pas présenter de défaillance en condition de premier défaut

3.28**circuit à énergie limitée**

circuit qui satisfait tous les critères de 7.12

3.29**partie active**

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en conditions normales, y compris le conducteur de neutre

Note 1 à l'article: Ce terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[SOURCE: CEI 60050:1998, modifiée – La dernière partie de la définition "mais par convention, excepté le conducteur PEN, le conducteur PEM ou le conducteur PEL" a été supprimée.]

3.30**opérateur de maintenance**

opérateur possédant une formation technique appropriée et l'expérience nécessaire pour identifier les dangers auxquels cet opérateur peut être exposé au cours de l'installation/la maintenance ainsi que les mesures permettant de minimiser les risques pour ladite personne ou pour d'autres personnes

3.31**micro-environnement**

conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement (dans l'air) et des lignes de fuite considérées

Note 1 à l'article: C'est le micro-environnement des lignes de fuite et des distances d'isolement de l'équipement (et non l'environnement de l'équipement) qui détermine l'effet sur l'isolation.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 442.01.29, modifiée – La dernière partie de la définition " à l'exclusion de la pollution produite par l'appareil lors de son fonctionnement normal "a été omise.]

3.32

circuit non primaire

circuit électriquement isolé de l'alimentation à courant alternatif ou à courant continu et des transformateurs de tension et des transformateurs de courant externes

3.33

conditions normales

équipements installés et utilisés dans les conditions normales de fonctionnement pour les équipements spécifiés, tels que définis par le constructeur (à l'exception de la maintenance)

3.34

échauffement

fonctionnement à un niveau tel que la limite thermique de l'équipement est dépassée

3.35

catégorie de surtension

nombre définissant une condition de surtension transitoire

Note 1 à l'article: Les catégories de surtension I, II, III sont utilisées.

Note 2 à l'article: Voir l'Article A.1 pour les détails des catégories de surtension.

3.36

circuit PEB

circuit avec protection par liaison équipotentielle

VOIR: Tableau A.1

3.37

circuit TBTP

très basse tension de protection

VOIR: Tableau A.1

3.38

pollution

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux qui peut entraîner une réduction permanente de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de surface de l'isolation

[SOURCE: CEI 60050:1998, 442.01.28, modifiée – La note à l'article a été omise]

3.39

degré de pollution

nombre caractérisant la pollution attendue du micro-environnement

3.40

degré de pollution 1

en principe, il n'existe pas de pollution ou il se produit seulement une pollution sèche, non conductrice.

Note 1 à l'article: La pollution n'a pas d'influence

3.41

degré de pollution 2

en principe, il ne se produit qu'une pollution non conductrice; cependant, on doit s'attendre de temps en temps à une conductivité temporaire provoquée par la condensation

3.42**degré de pollution 3**

en principe, présence d'une pollution conductrice, ou d'une pollution sèche non conductrice, qui devient conductrice par suite de la condensation à laquelle il faut s'attendre

3.43**degré de pollution 4**

en principe, la pollution produit une conductivité persistante causée par la poussière conductrice, par la pluie ou la neige

3.44**circuit primaire**

circuit directement connecté à l'alimentation d'entrée à courant alternatif ou à courant continu.

Note 1 à l'article: Les circuits de l'équipement reliés aux TP (transformateurs de tension) ou aux TC (transformateurs de courant) sont également classés comme circuits primaires

Note 2 à l'article: Les circuits de relais de mesure alimentés à partir d'une alimentation à courant alternatif ou à courant continu externes, correspondant aux exigences du circuit TBT, comme dans le Tableau A.1, peuvent être traités en tant que circuits non-primaires, à condition que toutes les tensions transitoires ou de choc à la sortie d'alimentation ne dépassent pas les exigences de la Figure 2 de la CEI 61010-1: 2010.

3.45**liaison équipotentielle de protection**

liaison électrique à des parties conductrices accessibles ou à un écran de protection réalisée afin de fournir la continuité électrique avec la terre au moyen d'un conducteur de protection externe, lui-même mis à la terre de façon sûre

3.46**résistance de liaison de protection**

impédance entre la borne du conducteur de protection et une partie conductrice qui doit être raccordée au conducteur de protection

3.47**conducteur de protection**

conducteur prévu pour les besoins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques, en reliant électriquement la borne principale de terre, ou parties conductrices accessibles, ou prise de terre, point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel

[SOURCE: CEI 60050:1998,195.02.09, modifiée – "en reliant électriquement la borne principale de terre, ou parties conductrices accessibles, ou prise de terre, point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel" a été ajouté]

3.48**mise à la terre de protection**

mise à la terre d'un point d'un matériel pour la protection contre les chocs électriques en cas de défaut

3.49**impédance de protection**

impédance connectée entre parties actives et parties conductrices accessibles, de valeur telle que le courant, dans des conditions normales et dans des conditions possibles de panne de l'équipement, soit limité à une valeur de sécurité, et qui est construite de façon telle que sa fiabilité soit maintenue au cours de la durée de vie de l'équipement

Note 1 à l'article: Il convient qu'une impédance de protection supporte la tension de tenue diélectrique pour la double isolation et il est recommandé que son choix tienne compte de son mode de défaillance prédominant.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 442.04.24, modifiée – Le terme "interrupteur électronique" a été remplacé par le terme "équipement" et une note à l'article a été ajoutée.]

3.50

protection par écran

séparation des circuits électriques et/ou des conducteurs par rapport aux parties actives dangereuses par un écran de protection électrique relié au réseau de liaisons équipotentielles de protection et destiné à fournir la protection contre les chocs électriques

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.06.18]

3.51

séparation de protection

séparation entre deux circuits électriques au moyen d'une double isolation, ou d'une isolation principale et d'une protection électrique par écran, ou d'une isolation renforcée

3.52

tension assignée de choc

valeur de la tension de choc assignée par le constructeur au matériel ou à une partie du matériel, caractérisant la capacité spécifiée de tenue de son isolation aux surtensions transitoires et à laquelle on se réfère pour déterminer les distances d'isolement

3.53

tension d'isolement assignée

TIA

valeur de tension assignée par le constructeur au matériel ou à une partie du matériel, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation et à laquelle on se réfère pour déterminer les essais de tension diélectrique et les lignes de fuite

Note 1 à l'article: La tension d'isolement assignée n'est pas nécessairement égale à la tension assignée de l'équipement qui est principalement liée à la performance fonctionnelle.

Note 2 à l'article: La tension d'isolement assignée se réfère à l'isolation entre les circuits électriques.

Note 3 à l'article: Pour les distances d'isolement et l'isolation solide, c'est la valeur crête de la tension à laquelle peut être soumis l'élément isolant ou distance dans l'air qui détermine la tension d'isolement assignée. Pour les lignes de fuite, c'est la valeur efficace ou continue de la tension qui est déterminante.

3.54

tension assignée

valeur de la tension assignée par le constructeur, correspondant à une condition de fonctionnement spécifiée d'un composant, dispositif ou équipement

Note 1 à l'article: L'équipement peut posséder plus d'une valeur de tension assignée ou peut avoir une gamme de tensions assignées.

3.55

isolation renforcée

isolation des parties actives dangereuses qui fournit un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une double isolation

Note 1 à l'article: L'isolation renforcée peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises aux essais individuellement, comme l'isolation principale ou l'isolation supplémentaire.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.06.09]

3.56

zone d'accès limité

zone uniquement accessible aux personnes électriquement qualifiées et aux personnes électriquement averties, munies de l'autorisation adéquate et averties des risques électriques

Note 1 à l'article: Ces zones incluent les postes électriques fermés, les sites de distribution, les cellules disjoncteurs, les cellules transformateurs, les systèmes électriques sous enveloppe métallique ou dans d'autres types d'installations fermées.

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.04.04, modifiée – " et averties des risques électriques " et une note à l'article ont été ajoutés.]

3.57

essai individuel de série

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: CEI 60050:2001, 151.16.17]

3.58

composant critique pour la sécurité

composant fiable au niveau de l'intégrité de son isolation électrique, de sa résistance mécanique, et de ses propriétés thermiques ou de résistance au feu en fonctionnement normal et en conditions de premier défaut, utilisé pour éviter le risque de choc électrique, de blessures ou le danger d'incendie

3.59

écran

partie active qui enveloppe ou sépare les circuits électriques et/ou les conducteurs

3.60

circuit TBTS

circuit à très basse tension de sécurité

VOIR: Tableau A.1

3.61

conditions de premier défaut

états dans lesquels un défaut est présent, ce qui peut entraîner un danger

Note 1 à l'article: Si une condition de premier défaut entraîne inévitablement une autre condition de défaut, les deux défaillances sont considérées comme une seule condition de premier défaut.

3.62

isolation supplémentaire

isolation indépendante appliquée en plus de l'isolation principale en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale

[SOURCE: CEI 60050:1998, 195.06.07, modifiée – "en tant que protection en cas de défaut" a été remplacé par " en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale".]

3.63

cheminement

Formation progressive de chemins conducteurs à la surface ou dans un isolant solide sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytique de cette surface

Note 1 à l'article: Le cheminement est causé habituellement par une contamination superficielle.

[SOURCE: CEI 60050:2010, 212.11.56]

3.64

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée, pour vérifier si ces dispositifs sont conformes aux exigences de la norme concernée

[SOURCE: CEI 60050:2008, 851.12.05]

3.65

utilisateur

personnel possédant la formation et l'expérience appropriées nécessaires pour connaître les dangers auxquels il est exposé pendant l'exploitation de l'équipement dans une zone d'accès limité, et les mesures pour réduire au minimum le danger pour lui et les autres personnes

Note 1 à l'article: Un utilisateur peut être classé comme un opérateur accédant à l'équipement afin d'exécuter des opérations de routine (on considère qu'il n'a accès qu'à la partie avant de l'appareil).

3.66

tenue

état de résistance de l'équipement à l'environnement correspondant ou à la condition d'essai correspondante (par exemple tension de choc)

3.67

tension de fonctionnement

valeur efficace maximale de la tension en courant alternatif ou en courant continu qui peut apparaître sur toute partie isolante lorsque l'équipement est alimenté à la tension assignée

Note 1 à l'article: Les transitoires ne sont pas pris en compte.

Note 2 à l'article: Sont pris en compte à la fois les fonctionnements normaux et en circuit ouvert.

4 Exigences générales de sécurité

4.1 Généralités

L'équipement ne doit pas compromettre la sécurité des biens et des personnes.

La protection contre les chocs électriques pour l'équipement de classe I, II ou III est applicable aux parties accessibles en conditions normales.

Les circuits TBT, PEB, TBTP et TBTS fournissent une protection contre les chocs électriques provoqués par des tensions actives dangereuses; ces circuits ne sont pas nécessairement liés aux classes d'équipement I, II ou III.

4.2 Exigences de mise à la terre

La mise à la terre de l'équipement peut être exigée non seulement pour réduire les effets des interférences, mais aussi, et surtout, pour des raisons de sécurité des personnes. Lorsqu'il y a conflit entre ces deux exigences, la sécurité des personnes doit toujours primer.

5 Protection contre les chocs électriques

5.1 Généralités

5.1.1 Remarque d'introduction

Les utilisateurs doivent être protégés contre les dangers de chocs électriques par l'application de bonnes pratiques en matière de construction et d'ingénierie.

Les essais des composants et de l'équipement en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques doivent être réalisés en tant qu'essais de type et essais individuels de série tels que définis à l'Article 10.

La protection contre le contact avec des parties actives accessibles dangereuses sous tension doit être prévue.

Toute partie conductrice qui n'est pas séparée des parties actives dangereuses par au moins une isolation principale doit être considérée comme étant sous tension.

Une partie métallique accessible est considérée comme étant conductrice si sa surface est dénudée ou est couverte par une couche isolante qui n'est pas conforme aux exigences d'une isolation principale.

Une condition de premier défaut appliquée à l'équipement ne doit pas engendrer un danger de choc électrique.

Les parties conductrices accessibles non mises à la terre qui peuvent devenir dangereuses sous tension dans une condition de premier défaut doivent être séparées des parties dangereuses sous tension par une isolation double ou renforcée ou être connectées à un conducteur de protection ou encore être conformes aux exigences de 5.1 à 5.1.11.

L'Annexe A couvre les classes d'isolement de l'équipement.

L'Annexe C permet de déterminer les distances dans l'air et les lignes de fuite, ainsi que les tensions de tenue lors des essais de type.

5.1.2 Protection contre les contacts avec des parties actives dangereuses

5.1.2.1 Généralités

La protection contre le contact direct avec des parties actives accessibles dangereuses doit être fournie par une isolation adéquate, l'enveloppe de l'équipement ou une barrière.

5.1.2.2 Isolation

Les exigences d'isolation doivent être déterminées après prise en considération des facteurs d'influence suivants:

- tension assignée d'isolement du circuit considéré (voir CEI 61010-1:2010, 6.7);
- catégorie de surtension (voir Annexe B et Annexe C);
- degré de pollution (voir Annexe C);
- niveau d'isolation, par exemple TBT, TBTS, TBTP, ou PEB (voir Annexe A);
- exigence d'isolation (voir Annexe A et Annexe C).

5.1.2.3 Barrières et enveloppe de l'équipement

Les parties actives dangereuses doivent être situées à l'intérieur de l'enveloppe de l'équipement ou derrière des barrières qui satisfont au moins aux exigences du type de protection IP2X (protection par doigt) conformément à 5.1 de la CEI 60529:1989, Amendement 1: 1999, de telle façon qu'elles ne soient pas accessibles en conditions normales. Si un couvercle est retiré sans l'aide d'un outil, le symbole d'avertissement 12 du Tableau 10 doit alors être visible.

Les surfaces supérieures des barrières qui sont accessibles en utilisation normale doivent au moins satisfaire au type de protection IP4X (protection contre un fil de diamètre 1 mm), conformément à 5.1 de la CEI 60529:1989, Amendement 1: 1999. Toutes ces barrières doivent avoir une résistance mécanique, une stabilité et une durabilité suffisantes pour maintenir le degré de protection spécifié et être solidement fixées de telle façon qu'elles ne puissent être enlevées sans l'aide d'un outil.

Les parties actives dangereuses qui peuvent être touchées accidentellement par un opérateur de maintenance lorsque les réglages, etc. sont modifiés manuellement, doivent au moins satisfaire aux exigences du type de protection IP2X, conformément à 5.1 de la CEI 60529:1989, Amendement 1: 1999.

La conformité avec 5.1.2.3 est vérifiée en utilisant le doigt d'épreuve spécifié dans la CEI 61010-1:2010, 6.2.

5.1.2.4 Connexions de sortie actives dangereuses utilisant des fils multibrins

L'extrémité d'un fil multibrin ne doit pas être consolidée par une soudure tendre aux endroits où le fil est sujet à une pression de contact, à moins que la méthode de serrage ne soit conçue pour réduire l'éventualité d'un mauvais contact dû au fluage de la brasure. Les bornes à ressort qui compensent le fluage sont considérées comme conformes à cette exigence. Le fait d'empêcher la rotation des vis de serrage n'est pas considéré comme adéquat.

Les bornes doivent être situées, protégées ou isolées de telle façon que si le brin d'un câble souple se libère quand le câble est installé, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre ce brin et

- des parties conductrices accessibles; ou
- des parties conductrices non mises à la terre, séparées des parties conductrices accessibles par une isolation supplémentaire uniquement.

Un brin libre d'une longueur nominale de 8 mm est normalement utilisé pour évaluer ce risque.

Si le constructeur détermine qu'il existe un risque, une recommandation doit être faite dans la documentation et le symbole d'avertissement 14 du Tableau 10 doit être marqué sur l'équipement. Ce risque peut être éliminé, par exemple en utilisant une borne à sertissure isolée ou un câble à un seul brin.

La conformité avec 5.1.2.4 est vérifiée par inspection.

5.1.3 Décharge des condensateurs

Après avoir déconnecté l'équipement, les condensateurs doivent être déchargés en 5 s jusqu'à une charge résiduelle de 50 μC ou une tension de 20 V. Dans le cas de l'équipement installé, lorsque les appareils de prise mâle et femelle peuvent être touchés et débranchés alors qu'ils sont sous tension, sans l'utilisation d'outils, les condensateurs doivent être déchargés en 1 s jusqu'à une charge de 50 μC ou une tension de 20 V.

En ce qui concerne les deux cas de déchargement ci-dessus, les essais doivent se faire par calcul de l'énergie ou par mesure de la tension, 5 s ou 1 s après avoir débranché l'équipement. Si plusieurs condensateurs sont interconnectés dans le circuit, on doit en tenir compte lors des calculs.

Si les paramètres ci-dessus ne peuvent pas être respectés en raison de contraintes de conception, il doit y avoir un avertissement facilement visible sur l'équipement, signalant qu'il convient de décharger les condensateurs en sécurité pendant la mise hors service.

La conformité avec 5.1.3 est vérifiée par calcul ou par mesure.

5.1.4 Impédance de protection

Pour que les parties conductrices accessibles non mises à la terre ne puissent pas devenir dangereuses sous tension à la suite d'une condition de premier défaut, l'impédance de protection doit être au moins l'un des éléments suivants.

- Un composant unique de haute intégrité approprié. A titre d'exemple, on peut citer les condensateurs de tenue à haute tension et des résistances d'une capacité assignée minimale de 3 250 V en valeur efficace pendant au moins 1 min et qui doivent satisfaire aux exigences de 5.1.5.3.2 en conditions normales, et 5.2.4.1.2 en condition de premier défaut. La puissance assignée, à la température ambiante maximale, d'une résistance de

haute intégrité doit être au moins égale à deux fois celle de la puissance dissipée par la résistance lors de l'utilisation normale. Si le mode de défaillance prédominant du composant est le court-circuit, alors un composant unique ne doit pas être utilisé.

- Une combinaison de composants, par exemple deux condensateurs de type Y en série, chacun étant dimensionné pour la tension totale de fonctionnement aux bornes de la paire. Chaque condensateur doit avoir la même valeur de capacité nominale et une tenue en tension d'au moins 2 000 V en valeur efficace, 1 min. Cela fournit une protection principale contre les chocs électriques dans le cas d'une condition de premier défaut.
- La combinaison d'une isolation principale et d'un appareil limitant le courant ou la tension.

La conformité avec une impédance de protection peut être démontrée par application de la tension appropriée d'essai pour l'isolation double/renforcée du Tableau C.7 au Tableau C.10 pour une altitude de 2000 m. Pour les essais d'altitudes autres que 2000 m, il convient que la tension d'essai soit ajustée conformément au Tableau C.11.

Les composants, fils et connexions doivent avoir une valeur assignée conforme aux exigences tant en conditions normales qu'en conditions de premier défaut appropriées. Il est permis qu'une double isolation ou une isolation renforcée soit shuntée par des composants conformes aux exigences relatives à l'impédance de protection. La conformité des composants avec 5.1.4 et toute isolation principale associée doit être vérifiée après une évaluation ou un essai réalisé en condition de premier défaut conformément à 10.6.5.5. Toute isolation principale associée doit être vérifiée par évaluation, mesure ou essai conformément à l'Annexe C de la présente norme et à 6.7 de la CEI 61010-1:2010.

5.1.5 Parties accessibles

5.1.5.1 Généralités

A moins que cela ne soit évident, la détermination de l'accessibilité d'une partie lors d'une utilisation normale doit être faite comme indiqué ci-dessous et en 5.1.5.2.

Les circuits destinés à être connectés à un circuit accessible externe doivent être considérés comme des parties conductrices accessibles, par exemple les circuits de communication.

Des doigts d'épreuve appropriés comme indiqué en 5.1.5.2.2, doivent être appliqués sans force à moins qu'une force ne soit spécifiée. Les parties sont considérées comme étant «accessibles» si elles peuvent être touchées avec un doigt ou une aiguille, ou si leur couvercle ne constitue pas une protection adéquate lorsqu'il est touché lors d'une utilisation normale (voir ci-dessous).

Lorsque des parties ou des circuits conducteurs accessibles sont séparés d'autres parties par une double isolation ou par une isolation renforcée shuntée par des composants conformément à 5.1.4, les parties ou les circuits accessibles doivent être conformes aux limites actuelles de 5.1.5.3.2 en conditions normales, et de 5.2.4.1.2 en condition de premier défaut. Ces exigences doivent s'appliquer après les essais de tension diélectrique.

Pour les parties actives dangereuses, une partie est considérée comme étant «accessible» si le doigt ou l'aiguille d'épreuve atteint un point plus proche de la partie active dangereuse que la distance dans l'air applicable pour une isolation principale à la tension de fonctionnement déterminée à partir de la CEI 60664-1 (voir 5.1.6.4 ci-dessous).

Pour l'équipement qui accepte des modules enfichables, les parties sont considérées comme étant accessibles si elles peuvent être touchées avec le doigt d'épreuve articulé (voir 5.1.5.2.2) jusqu'à une profondeur de 180 mm à partir du point d'ouverture de l'équipement.

Les matériaux pouvant facilement être endommagés ne sont pas considérés comme fournissant une isolation adéquate, (par exemple la laque, l'émail, les couches d'oxyde ou

anodiques). Les matériaux hygroscopiques non imprégnés tels que le papier, les fibres ou les matériaux fibreux ne sont pas non plus considérés comme fournissant une isolation adéquate.

5.1.5.2 Détermination des parties accessibles

5.1.5.2.1 Généralités

S'il est prévu que l'utilisateur exécute des actions en utilisation normale, avec ou sans l'aide d'un outil (par exemple un tournevis, une pièce, une clef, etc.), qui augmenteront l'accessibilité des parties, ces actions doivent être exécutées avant d'effectuer les examens de 5.1.5.2.2 à 5.1.5.2.4. Voici quelques exemples d'actions:

- retirer les couvercles;
- ajuster les commandes;
- remplacer les pièces d'usure;
- enlever les pièces.

5.1.5.2.2 Examen général

Le doigt d'épreuve articulé (voir CEI 61032 et CEI 60529) doit être appliqué dans toutes les positions possibles. Si une partie peut devenir accessible en appliquant une force, le doigt d'épreuve rigide (voir 6.2 de la CEI 61010-1:2010,) doit être appliqué avec une force de 10 N. La force doit être exercée par la pointe du doigt d'épreuve pour éviter l'effet de coin et de levier. L'essai doit être appliqué à toutes les surfaces extérieures, y compris le fond.

5.1.5.2.3 Ouvertures au-dessus des parties fermées par l'enveloppe et dangereuses sous tension

Une aiguille d'épreuve en métal de 100 mm de long et de 4 mm de diamètre doit être insérée dans toutes les ouvertures de l'enveloppe de l'équipement, au-dessus des pièces qui sont dangereuses sous tension (l'aiguille d'épreuve doit être suspendue librement). L'aiguille d'épreuve doit pénétrer jusqu'à 100 mm. Cet essai ne doit pas s'appliquer aux bornes des connecteurs.

5.1.5.2.4 Ouvertures pour les commandes pré réglées

Une aiguille d'épreuve en métal de 3 mm de diamètre doit être insérée dans les trous de l'enveloppe de l'équipement prévus pour accéder aux commandes pré réglées qui requièrent l'utilisation d'un tournevis ou d'un autre outil. L'aiguille d'épreuve doit être appliquée dans toutes les directions possibles à travers le trou. La pénétration ne doit pas dépasser trois fois la distance entre la surface de l'enveloppe de l'équipement et la manette de commande ou 100 mm, on choisira la distance la plus courte.

5.1.5.2.5 Parties TBT ou parties sous tension, accessibles lorsque le couvercle est retiré

Si des parties TBT ou des parties sous tension, telles que des batteries remplaçables ou des contacts de relais électromécaniques par exemple, sont accessibles quand le couvercle est retiré sans l'aide d'un outil, une étiquette d'avertissement est nécessaire. Elle doit être visible lorsque le couvercle est retiré. Cet avertissement doit comporter les symboles 14 et/ou 12 du Tableau 10.

5.1.5.2.6 Bornes pour fils électriques

Les bornes pour fils électriques qui se trouvent derrière un panneau, ou dans une zone à accès limité, et qui ne peuvent être touchées en utilisation normale doivent être considérées comme étant non accessibles. Cependant, et à minima, il convient qu'une protection de type IP1X suivant 5.1 de la CEI 60529: 1989, Amendement 1:1999 soit mise en place afin d'éviter un choc électrique dû à un contact accidentel.

Si une protection de type IP1X suivant 5.1 de la CEI 60529: 1989, Amendement 1:1999 n'est pas assurée, alors le symbole d'avertissement 12 du Tableau 10 doit être utilisé à proximité des bornes accessibles dangereuses sous tension.

La conformité avec 5.1.5 à 5.1.5.2.6 doit être démontrée par une inspection visuelle ou un essai.

5.1.5.3 Limites permises pour les parties accessibles

5.1.5.3.1 Généralités

La tension, l'intensité, la charge ou l'énergie entre une partie accessible et la terre d'essai de référence, ou entre deux parties accessibles d'un même équipement dans les limites d'une distance de 1,8 m (sur une surface ou dans l'air), ne doit pas dépasser les valeurs de 5.1.5.3.2 en conditions normales ni celles de 5.2.4.1.2 en condition de premier défaut.

5.1.5.3.2 Valeurs en conditions normales

Les valeurs en condition normales sont données ci-dessous. Les valeurs dépassant les niveaux/limites des points a) à c) ci-dessous en conditions normales sont considérées comme dangereuses sous tension. Les limites des points b) et c) ci-dessous s'appliquent uniquement si la tension dépasse les valeurs du point a).

a) Niveaux de tension: 33 V en courant alternatif ou 70 V en courant continu.

Pour l'équipement qualifié pour être utilisé dans des lieux humides, les niveaux de tension sont de 25 V en courant alternatif ou 37,5 V en courant continu.

b) Niveaux de courant en conditions normales: indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Niveaux de courant en conditions normales

Emplacement de l'installation	Figure 3/Figure 4 de la CEI 60990:1999 Circuit de mesure devant être utilisé	Ondes sinusoïdales mA valeur efficace	Ondes non sinusoïdales ou à fréquence mixte mA crête	mA courant continu
Sec	Figure 4	0,5	0,7	2
Humide	Figure 3 avec $R_S = 375 \Omega$ (au lieu de $1\,500 \Omega$)	0,5	0,7	2
Sec	Figure 3 avec $R_B = 75 \Omega$ Se réfère à de possibles brûlures dans la gamme de fréquences allant de 30 kHz à 500 kHz	70	-----	-----

c) Charge ou énergie des capacités en conditions normales: indiquées dans le Tableau 2

Tableau 2 – Charge ou énergie des capacités en conditions normales

Niveau maximal	Pour les tensions crête ou en courant continu
45 μC	Jusqu'à 15 kV
350 mJ	$\geq 15 \text{ kV}$
NOTE La Figure 3 de la CEI 61010-1:2010 montre la tension maximale acceptable pour la valeur de capacité, tant pour une utilisation normale que pour une condition de premier défaut.	

5.1.6 Liaison au conducteur de protection

5.1.6.1 Isolation entre parties actives et parties conductrices accessibles

Les parties conductrices accessibles doivent être reliées à la borne du conducteur de protection si elles peuvent devenir dangereuses sous tension en cas de premier défaut des moyens de protection primaire, tel que spécifié en 5.1.2. Autrement, ces parties accessibles doivent être séparées des parties qui sont dangereuses sous tension par un écran de protection conducteur ou une barrière reliée à la borne du conducteur de protection. Pour l'équipement de mesures et d'essai, une liaison indirecte est permise comme alternative à la liaison directe.

Les parties conductrices accessibles non mises à la terre, telles que les portes ou volets, les poignées, etc. doivent être conformes à l'un des critères suivants.

- Les parties conductrices accessibles non mises à la terre n'ont pas besoin d'être reliées au conducteur de protection si elles sont séparées de toutes les parties actives dangereuses par une double isolation ou par une isolation renforcée.
- Equipement de protection de classe I. On exige au minimum une isolation principale entre la partie conductrice accessible non mise à la terre et les parties actives, à condition que l'isolation ne puisse pas être réduite en-dessous d'une isolation principale dans une condition de premier défaut, y compris l'impact mécanique, les fils et les bornes détachés, etc. Une rétention mécanique peut être utilisée pour assurer le maintien de l'isolation principale en condition de premier défaut. Les vis ou les écrous avec des rondelles de sécurité ne sont pas considérés comme pouvant se desserrer, pas plus que les fils qui sont fixés mécaniquement par plus d'une seule soudure.

La vérification des distances dans l'air doit être réalisée par mesurage, dans le cas où il y aurait un doute sur la conformité.

5.1.6.2 Liaison de protection

Les parties conductrices accessibles doivent être reliées au conducteur de protection; cela n'est cependant pas essentiel lorsqu'une des conditions suivantes s'applique.

- Lorsque les parties conductrices accessibles non mises à la terre sont exclusivement en relation avec des circuits électriques avec protection en cas de contact direct conformément à 5.1.5, et que la tension ne dépasse pas les limites de la TBT (voir Annexe A).
- Lorsque des noyaux magnétiques sont utilisés, par exemple des transformateurs, des bobines d'arrêt et des contacteurs.
- Lorsque les parties conductrices accessibles non mises à la terre sont de petites dimensions, qu'en utilisation normale elles ne sont pas censées être saisies et qu'il y a peu de probabilités de contact, et qu'elles sont séparées des parties dangereuses sous tension par au moins une isolation principale.

5.1.6.3 Liaison des parties connectées au conducteur de protection

Voir 10.6.4.5 pour les exigences d'essai des liaisons de protection.

Il convient que la conception de l'équipement garantisse qu'aucune peinture ou revêtement des surfaces à l'intérieur du circuit de liaison de protection à la terre ne doit affecter la résistance de la liaison de protection de ce circuit.

5.1.6.4 Protection contre la corrosion

Les parties conductrices en contact au niveau des bornes et des connexions de protection de mise à la terre ne doivent pas être sujettes à une corrosion significative due à l'action électrochimique dans aucune condition d'environnement de travail, de stockage ou de transport comme indiqué dans les instructions fournies avec l'équipement.

La résistance à la corrosion peut être obtenue par un processus adéquat de placage ou de revêtement.

La conformité avec 5.1.6.4 est vérifiée par détermination de la différence de potentiel électrochimique entre métaux différents et aussi par inspection après avoir réalisé normalement l'essai de type de chaleur humide.

5.1.6.5 Interruption de la liaison de protection

Lorsque la connexion de protection au sous-ensemble d'un équipement est faite par un appareil de prise mâle et femelle actif ou conducteur, la connexion de protection ne doit pas être coupée avant les conducteurs sous tension. Lors de la reconnexion, le conducteur de protection doit être reconnecté avant la connexion sous tension, ou au moins en même temps que les conducteurs sous tension.

5.1.7 Connexion du conducteur de protection

Les équipements qui ont une liaison de protection interne doivent avoir des moyens de connexion pour le conducteur de protection externe, de préférence près des bornes pour les conducteurs sous tension respectifs.

La borne du conducteur de protection doit être résistante à la corrosion. Elle doit pouvoir accueillir des câbles d'une section au moins identique à celle du circuit de l'équipement, avec les caractéristiques assignées les plus élevées de l'élément courant/protection, pouvant causer un défaut à la terre.

Les moyens de connexion pour le conducteur de protection ne doivent pas être utilisés comme une partie de l'assemblage mécanique de l'équipement.

5.1.8 Courant de fuite élevé

Lorsqu'un équipement présente un courant de fuite continu de plus de 3,5 mA en courant alternatif ou 10 mA en courant continu en utilisation normale, l'arrivée de l'alimentation doit être connectée comme pour un équipement connecté en permanence (voir Article E.2); cela doit être indiqué sur la documentation de l'équipement.

Toutes les mesures de courant doivent être effectuées en utilisant le circuit de mesure de la Figure 4 de la CEI 60990:1999. L'équipement doit être isolé de la terre et le circuit de mesure doit être connecté entre la borne du conducteur de protection et le conducteur de protection.

5.1.9 Isolation solide

5.1.9.1 Généralités

L'isolation solide doit être conçue pour résister aux contraintes subies, en particulier les contraintes mécaniques, électriques, thermiques et climatiques qui peuvent se produire en conditions normales et elle doit avoir une résistance au vieillissement suffisante tout au long de la durée de vie de l'équipement.

L'isolation solide doit être conçue pour supporter les vibrations mécaniques ou les chocs qui peuvent se produire pendant le transport, le stockage, l'installation et l'utilisation.

L'isolation des fils doit être considérée comme une isolation solide.

Les matériaux fins et fragiles tels qu'un revêtement réalisé avec une laque ou par oxydation ou anodisation sont considérés comme étant insuffisants pour satisfaire à ces exigences.

5.1.9.2 Exigences

La température maximale de l'isolation solide, en conditions normales et à température ambiante maximale, doit être inférieure à la température donnée pour la classe appropriée du Tableau 7, 7.11.2.

La conformité de l'isolation solide doit être vérifiée en effectuant des essais types de tension diélectrique et de tenue aux ondes de choc, conformément à la catégorie appropriée de tension assignée de fonctionnement et de surtension, déterminées à partir du Tableau C.1 au Tableau C.10 appropriés, et du Tableau C.11. Le terme isolation solide se réfère au matériau qui procure une isolation électrique entre deux surfaces opposées et non le long d'une surface extérieure. Ses propriétés requises sont indiquées soit comme la distance minimale réelle à travers l'isolation, soit par d'autres exigences et essais de la présente norme au lieu de la distance minimale. Par conséquent tous les essais ne prouvent que la distance minimale à travers l'isolation et non la ligne de fuite le long de la surface de l'isolation.

La conformité avec 5.1.9 est vérifiée par inspection, par mesure et par essai.

5.1.10 Distances dans l'air et lignes de fuite

5.1.10.1 Généralités

Les distances dans l'air et les lignes de fuite doivent être déterminées à partir du Tableau C.1 au Tableau C.10 appropriés.

NOTE Les distances dans l'air et les lignes de fuite du Tableau C.1 au Tableau C.10 peuvent être interpolées pour les tensions supérieures à 300 V.

La ligne de fuite minimale ne doit pas être inférieure à la distance dans l'air minimale. Ces distances dans l'air et lignes de fuite sont des valeurs minimales; les tolérances de fabrication doivent en plus être prises en compte.

Des exemples pour la conception et la mesure des distances dans l'air et des lignes de fuite sont donnés dans 6.2 de la CEI 60664-1:2007.

Les champs non homogènes s'appliquent généralement à l'équipement.

Pour l'isolation fonctionnelle des formes d'onde de la tension d'ondulation, la valeur efficace de la tension de la forme d'onde doit être calculée et utilisée comme tension de fonctionnement pour la détermination des distances dans l'air et des lignes de fuite requises. Il convient que l'amplitude des tensions de crête répétitives de courte durée (définie comme étant inférieure à 2 % de la durée du cycle de la forme d'onde) ne dépasse pas 175 % de la valeur efficace assignée de la tension de fonctionnement utilisée pour déterminer la ligne de fuite minimale.

En cas de doute sur la conformité des distances dans l'air ou des lignes de fuite requises, des mesures doivent être faites.

Si cela est approprié, on doit effectuer des essais de type et des essais individuels de série ou des essais sur prélèvement pour les distances dans l'air afin de déterminer la conformité avec 5.1.10, conformément à l'Article 10.

5.1.10.2 Distances dans l'air

5.1.10.2.1 Généralités

Les distances dans l'air sont spécifiées pour supporter la surtension transitoire maximale qui peut être présente dans le circuit, soit à cause d'un événement extérieur (comme la foudre ou un phénomène transitoire), soit à cause du fonctionnement de l'équipement. Les distances

dans l'air doivent être déterminées en référence à l'Annexe A et à l'Annexe C. Pour les distances dans l'air dans les circuits primaires, il convient de se référer aussi au Tableau B.1.

La conception de la distance dans l'air entre deux circuits doit être conforme à la distance dans l'air la plus grande des deux.

Pour maintenir une tension fixe d'essai de tenue, les distances dans l'air pour l'équipement à des altitudes de plus de 2 000 m doivent être multipliées par le facteur donné dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 – Facteur multiplicatif pour l'altitude

Altitude mètres	Facteur multiplicatif pour les distances dans l'air
2 000	1,00
3 000	1,14
4 000	1,29
5 000	1,48

Pour les installations situées au-dessus de 2 000 m, se référer au Tableau C.11. Si nécessaire, prendre les mesures appropriées pour limiter les tensions d'onde de choc que l'équipement est à même de subir, par exemple utiliser des éclateurs ou des écrêteurs, etc.

5.1.10.2.2 Distances dans l'air pour circuits primaires

Les distances dans l'air concernant les circuits primaires sont déterminées par la tension de choc assignée (se référer à C.1.4).

L'isolation principale est l'exigence minimale entre les circuits primaires et les autres circuits (circuits primaires ou non primaires) incluant les parties accessibles et les parties reliées à la terre. Une isolation supplémentaire, par exemple fonctionnelle ou complémentaire, peut être nécessaire en fonction de la classe d'isolation (voir l'Annexe A). Afin de minimiser les risques d'incendie, il est nécessaire de concevoir correctement les isolations fonctionnelles telles que celles à l'intérieur d'un circuit primaire.

Lorsque la distance dans l'air n'est pas conforme aux Tableau C.3 au Tableau C.10 appropriés, cela peut être prouvé par des essais en utilisant une tension d'essai déterminée par la multiplication de la tension de tenue par le facteur multiplicateur approprié pour l'altitude, dans le Tableau C.11. La méthode privilégiée pour prouver que le produit est sûr, lorsque la distance dans l'air est inférieure à la valeur minimale spécifiée, est d'utiliser la valeur en courant alternatif ou en courant continu donnée par le tableau, plutôt que la tension de choc, à moins que les caractéristiques du générateur de tension de choc et l'amplitude de la tension de choc ne soient conformes à 10.6.4.2.3.

NOTE Les tensions de tenue du Tableau C.1 au Tableau C.10 sont données pour des champs non homogènes. Dans de nombreux cas, la distance dans l'air entre deux parties de l'équipement se situe entre homogène et non homogène, donc les distances dans l'air peuvent être prouvées par des essais.

Les valeurs des distances dans l'air sont indiquées dans l'Annexe C; pour les tensions de choc autres que celles indiquées dans les tableaux de l'Annexe C, se reporter à l'Annexe A de la CEI 60664-1:2007.

5.1.10.2.3 Distances dans l'air pour circuits non primaires

Les distances dans l'air pour les circuits non primaires doivent supporter la surtension transitoire maximale qui peut être présente dans le circuit. Si des surtensions transitoires ne peuvent pas se produire, les distances dans l'air sont basées sur la tension nominale de fonctionnement.

Les valeurs des distances dans l'air sont indiquées dans l'Annexe C; pour les tensions de choc ou de fonctionnement autres que celles indiquées dans l'Annexe C, se reporter à l'Annexe A de la CEI 60664-1:2007.

5.1.10.2.4 Lignes de fuite

On doit présumer que l'équipement dont il est question dans cette norme est soumis à des contraintes de tension continues sur une longue période, ce qui requiert la conception de lignes de fuite appropriées.

Les lignes de fuite doivent être déterminées en se référant à l'Annexe A et à l'Annexe C.

Des exemples pour la conception et la mesure des lignes de fuite sont donnés dans 5.2 et 6.2 de la CEI 60664-1:2007.

La conception de la ligne de fuite entre deux circuits doit être conforme à la ligne de fuite la plus grande des deux.

Si un degré de pollution 3 ou 4 provoque une conductivité persistante, par exemple à cause de poussières de charbon ou de métal, les dimensions des lignes de fuite ne peuvent pas être spécifiées. Au lieu de cela, la surface d'isolation doit être conçue pour éviter un chemin continu de pollution conductrice (par exemple au moyen de côtes ou de sillons, comme spécifié par 5.2.2.5 et 5.2.5 de la CEI 60664-1:2007).

Le Tableau C.12 indique la protection supplémentaire qui peut être utilisée pour réduire le degré de pollution à l'intérieur de l'équipement. Si le Tableau C.12 est utilisé pour déterminer une ligne de fuite réduite, il convient de s'assurer que celle-ci n'est pas inférieure à la distance dans l'air minimale permise.

La conformité des lignes de fuite avec 5.1.10.2.4 doit être vérifiée par des mesures en cas de doute. Les lignes de fuite ne peuvent pas être vérifiées par des essais de tenue en tension.

L'interpolation des valeurs de lignes de fuite des tableaux de l'Annexe C est autorisée, à la fois pour les circuits primaires et non primaires.

5.1.11 Mise à la terre fonctionnelle

Si la mise à la terre fonctionnelle de parties accessibles ou autres parties conductrices est nécessaire, les règles suivantes s'appliquent.

- Il est permis de connecter le circuit de mise à la terre fonctionnelle à une borne du conducteur de protection ou à un conducteur de liaison de protection.
- Le circuit fonctionnel (ou de protection) de mise à la terre doit être séparé des circuits TBT, PEB, TBTP et TBTS par au moins une isolation fonctionnelle.
- Le circuit fonctionnel de mise à la terre doit être séparé des parties actives dangereuses de l'équipement par l'un des moyens suivants:
 - double isolation ou isolation renforcée; ou
 - un écran de protection mis à la terre ou une autre partie conductrice de protection mise à la terre séparé des parties dangereuses sous tension par au moins une isolation principale.

La conformité avec 5.1.11 est vérifiée par inspection.

5.2 Conditions de premier défaut

5.2.1 Essais en condition de premier défaut

L'équipement ne doit pas présenter de risque de chocs électriques ou d'incendie après un essai en condition de premier défaut. Il n'est pas nécessaire qu'il soit fonctionnel après l'essai.

Les exigences suivantes s'appliquent.

- L'examen de l'équipement et de son schéma de principe montre généralement les états de panne susceptibles de représenter un danger de chocs électriques ou d'incendie et qui par conséquent doivent être appliqués.
- Des essais de panne doivent être effectués sauf s'il peut être démontré qu'il est improbable qu'un danger puisse découler d'une condition de premier défaut particulier.
- Il n'est pas nécessaire qu'une condition de premier défaut soit appliquée à une isolation double ou renforcée.
- L'équipement doit être mis en fonctionnement avec la combinaison la moins favorable des conditions d'essai de référence.

Ces conditions incluent le cas le plus défavorable de tolérance de tension et de courant assignés, le cas le plus défavorable d'orientation de l'équipement, alors que les couvercles ou autres parties amovibles peuvent ne pas être en place en conditions normales, la valeur assignée maximale spécifiée des fusibles externes.

NOTE Les petites pièces telles que les vis et les rivets inaccessibles, isolées des circuits présentant des tensions actives dangereuses par au moins une isolation principale, ne sont pas prises en considération.

7.11 fournit une alternative aux essais de protection contre la propagation de l'incendie dans une condition de premier défaut, mais elle n'est pas applicable aux dangers de chocs électriques.

5.2.2 Application d'une condition de premier défaut

5.2.2.1 Généralités

Une seule condition de premier défaut doit être appliquée à la fois et les conditions de premier défaut doivent être appliquées tour à tour dans l'ordre le plus commode. On ne doit pas appliquer plusieurs pannes simultanément; elles peuvent, cependant, se produire en conséquence de l'application d'une condition de premier défaut. L'application d'un défaut unique peut placer l'équipement dans un état dangereux et il convient que le personnel réalisant les essais prenne des précautions appropriées, telles que l'utilisation d'écrans de protection, etc.

Après l'application d'une condition de premier défaut, l'équipement ou la partie concernée doit être conforme aux exigences de 5.2.4.

L'évaluation d'une condition de premier défaut doit inclure les éléments suivants.

5.2.2.2 Impédance de protection

Les exigences suivantes s'appliquent.

- Si l'impédance de protection est formée par une combinaison de composants, chaque composant doit être court-circuité ou déconnecté à tour de rôle.
- Si l'impédance de protection est formée par une combinaison d'isolation principale et un appareil de limitation de la tension ou du courant, tant l'isolation principale que l'appareil de limitation de la tension ou du courant doivent être soumis à des pannes uniques, appliquées une par une. L'isolation principale doit être court-circuitée. L'appareil de

limitation de la tension ou du courant doit être court-circuité ou déconnecté, en choisissant la situation la moins favorable des deux.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter ou de déconnecter les parties d'une impédance de protection qui représentent des composants de haute intégrité.

5.2.2.3 Transformateurs

Les enroulements non primaires des transformateurs et les sections des enroulements en dérivation qui sont en charge en conditions normales doivent être soumis aux essais tour à tour, un seul à la fois, pour simuler des courts-circuits dans la charge. Tous les autres enroulements seront en charge ou non, en choisissant la situation de charge la moins favorable des deux.

Un court-circuit doit être appliqué entre les enroulements primaires et non primaires du transformateur sauf s'ils sont séparés par une isolation renforcée ou double. L'isolation renforcée ou double doit être soumise à des essais lorsque l'endommagement thermique sur l'isolation peut créer un risque de choc électrique.

Les courts-circuits doivent aussi être réalisés du côté charge de l'impédance de limitation du courant ou du dispositif de protection contre les surintensités qui sont connectés directement à l'enroulement.

5.2.2.4 Sorties

Les sorties doivent être court-circuitées une par une.

5.2.2.5 Isolation entre les circuits et les parties

L'isolation fonctionnelle entre les circuits et les parties doit être court-circuitée là où cela pourrait provoquer la surchauffe d'un matériau et créer un risque d'incendie, à moins que ce matériau soit de la classe d'inflammabilité V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.

L'isolation principale des circuits primaires avec une distance dans l'air inférieure à celle spécifiée doit être shuntée pour éviter la propagation de l'incendie.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter l'isolation supplémentaire, renforcée ou double, excepté lorsque les dommages thermiques de l'isolation peuvent créer un risque de choc électrique.

5.2.2.6 Circuits primaires et circuits non primaires à tension dangereuse

Des conditions de premier défaut doivent être appliquées en créant un circuit ouvert ou un court-circuit au niveau des composants dans les circuits primaires et non primaires à tension dangereuse, à l'intérieur de l'équipement lorsque ceux-ci peuvent créer un risque de chocs électriques ou d'incendie.

5.2.2.7 Surcharges

Les conditions de premier défaut doivent être appliquées lorsqu'une surcharge d'un circuit ou d'un composant peut créer un danger d'incendie ou de chocs électriques. Cela inclut la connexion des impédances de charge les plus défavorables aux bornes et connecteurs qui fournissent de la puissance ou des sorties de signal depuis l'équipement.

Il est permis d'utiliser des fusibles thermiques, des appareils de protection contre les surintensités et autres pour obtenir une protection adéquate.

Lorsqu'il y a plusieurs sorties avec la même circuiterie interne, l'essai en condition de premier défaut peut être limité à une seule sortie.

5.2.2.8 Résistances à régime intermittent

La dissipation constante dans les résistances conçues pour une dissipation intermittente doit être examinée par une évaluation en condition de premier défaut.

5.2.2.9 Entrées en courant continu

Les effets de la polarité inverse sur les entrées en courant continu doivent être évalués dans les conditions les plus défavorables.

Il est permis d'utiliser des fusibles thermiques, des appareils de protection contre les surintensités et autres pour obtenir une protection adéquate.

Lorsqu'il y a plusieurs entrées avec la même circuiterie interne, l'essai peut être limité à une seule entrée.

5.2.3 Durée des essais

L'équipement doit être mis en fonctionnement jusqu'à ce que toute modification supplémentaire résultant du défaut appliqué soit improbable. Chaque essai est normalement limité à 1 h car une panne secondaire découlant d'une condition de premier défaut se manifestera habituellement dans ce laps de temps. S'il y a un signe qu'un risque de chocs électriques, de propagation du feu ou de blessure aux personnes peut éventuellement se produire, par exemple si la température ne s'est pas stabilisée, l'essai doit se poursuivre jusqu'à ce qu'un de ces dangers survienne ou pendant une période maximale de 4 h, à moins qu'un danger ne survienne avant.

5.2.4 Conformité

5.2.4.1 Conformité avec les exigences pour la protection contre les chocs électriques

5.2.4.1.1 Généralités

Un essai de tenue de tension diélectrique conforme à 10.6.4.3 peut être nécessaire pour démontrer que l'équipement ne présente pas de danger de chocs électriques après l'application d'une condition de premier défaut.

Les circuits PEB, TBTP et TBTS doivent rester sûrs au toucher après l'application d'une condition de premier défaut.

A la suite d'une condition de premier défaut, les parties accessibles ne doivent pas devenir dangereuses sous tension, tel que défini en 5.2.4.1.2.

5.2.4.1.2 Valeurs en condition de premier défaut

Les valeurs en condition de premier défaut sont données ci-dessous. Les valeurs dépassant les niveaux/limites donnés en points a) à c) en condition de premier défaut sont considérées comme dangereuses sous tension. Les limites des points b) et c) s'appliquent uniquement si la tension dépasse les valeurs du point a).

- a) Les niveaux de tension sont de 55 V en valeur efficace ou de 140 V en courant continu.
Pour des tensions temporaires, les niveaux sont ceux de 6.3 de la CEI 61010-1:2010, mesurés à travers une résistance de 50 k Ω .
Pour l'équipement calibré pour utilisation dans des lieux humides, les niveaux de tension sont de 33 V en valeur efficace ou de 70 V en courant continu.
- b) Les niveaux de courant indiqués au Tableau 4.

Tableau 4 – Niveaux de courant en condition de premier défaut

Emplacement de l'installation	Figure 3/Figure 4 de la CEI 60990:1999 Circuit de mesure devant être utilisé	Ondes sinusoïdales mA valeur efficace	Ondes non sinusoïdales ou à fréquence mixte mA crête	mA courant continu
Sec	Figure 4	3,5	5	15
Humide	Figure 3 avec $R_S = 375 \Omega$ (au lieu de $1\,500 \Omega$)	3,5	5	15
Sec	Figure 3 avec $R_B = 75 \Omega$ Se réfère à de possibles brûlures dans la gamme de fréquences de 30 kHz à 500 kHz	500	-----	-----

c) Le niveau de capacité est celui défini dans la Figure 3 de la CEI 61010-1:2010.

5.2.4.2 Conformité avec les exigences pour la protection thermique

Se référer à 7.3.1.

5.2.4.3 Conformité avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu

Se référer à 7.11.3.

5.2.4.4 Conformité avec les exigences pour les gaz et les produits chimiques dangereux

Se référer à 7.3.2.

5.2.4.5 Conformité avec les exigences pour la protection mécanique

La conformité avec 5.2.4.5 est vérifiée par inspection pour s'assurer qu'aucune pièce n'est expulsée par l'équipement en raison de l'explosion ou de l'implosion d'une partie et qu'aucun danger mécanique n'est provoqué par l'application d'une condition de premier défaut.

Il convient que les dispositifs de protection contre les pièces expulsées ne puissent pas être retirés sans l'aide d'un outil. Si le dispositif de protection est retirable sans l'aide d'un outil, alors le symbole 14 du Tableau 10 doit être utilisé, et un avertissement approprié doit être fourni dans la documentation.

6 Aspects mécaniques

6.1 Protection contre les dangers mécaniques

6.1.1 Stabilité

En conditions d'utilisation normale, l'équipement ne doit pas devenir physiquement instable jusqu'au point de devenir un danger pour l'utilisateur.

6.1.2 Parties mobiles

Les parties mobiles ne doivent pas pouvoir écraser, couper ou percer des parties du corps de l'utilisateur susceptibles d'entrer en contact avec elles, ni pincer gravement la peau de l'utilisateur en conditions normales et en conditions de maintenance. Cette exigence ne s'applique pas aux parties mobiles faciles à toucher qui sont à l'évidence destinées à fonctionner sur des parties de matériaux extérieurs à l'équipement, par exemple un mécanisme de déclenchement. Il convient que cet équipement soit conçu pour minimiser le

contact par inadvertance avec ces parties mobiles (par exemple en installant des protections, des poignées, etc.).

La conformité avec 6.1.2 est vérifiée par inspection.

6.1.3 Bords et coins

Il convient que tous les bords, projections, coins, ouvertures, protections, poignées et autres éléments similaires de l'enveloppe de l'équipement qui peuvent être facilement touchés soient lisses et arrondis de façon à ne pas provoquer de blessures en conditions normales.

La conformité avec 6.1.3 est vérifiée par inspection.

6.2 Exigences mécaniques

Il convient que l'équipement soit être conforme aux essais mécaniques de 10.6.2.1 à 10.6.2.4.

Lorsque des niveaux de sévérité plus élevés sont nécessaires, ils doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.3 Sécurité mécanique des terminaisons

Se référer à l'Annexe E.

7 Inflammabilité et résistance au feu

7.1 Généralités

Cet article contient les méthodes et les procédures pour réduire le risque d'incendie associé à l'équipement jusqu'à un niveau sûr par l'un des moyens suivants.

- En éliminant ou en réduisant les sources d'inflammation à l'intérieur de l'équipement.
- En réduisant la quantité de matériaux combustibles (ou inflammables) fournis dans l'équipement.
- En confinant un incendie à l'intérieur de l'équipement, si celui-ci venait à se produire.

7.2 Raisons

L'équipement ou des parties de l'équipement peuvent provoquer des températures excessives en conditions normales ou en condition de premier défaut qui pourraient conduire à un risque d'incendie à l'intérieur de l'équipement ou autour de celui-ci.

Pour qu'il existe un risque d'incendie à l'intérieur de l'équipement, l'ensemble des trois éléments de base ci-dessous doivent exister.

- Les circuits de l'équipement doivent avoir suffisamment de puissance ou d'énergie pour constituer une source d'inflammation.
- De l'oxygène doit être présent (l'air contient environ 21 % d'oxygène).
- Des matériaux combustibles doivent être présents pour soutenir le processus de combustion.

L'utilisation des méthodes et des procédures contenues dans cet article offre les avantages suivants.

- Conformité avec les exigences de protection contre l'incendie sans essais.
- Réduction des essais en condition de premier défaut.

- Spécification de méthodes de fabrication qui permettent la vérification de la protection contre l'incendie par inspection.
- Réduction des différences d'interprétation et des variables d'essai entre les autorités d'inspection.

Cet article contient aussi les détails des exigences pour la protection contre la propagation du feu, les limites maximales de température et les circuits d'énergie limités.

Le diagramme de flux de la Figure 1 montre les exigences relatives à la protection contre la propagation du feu.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2013

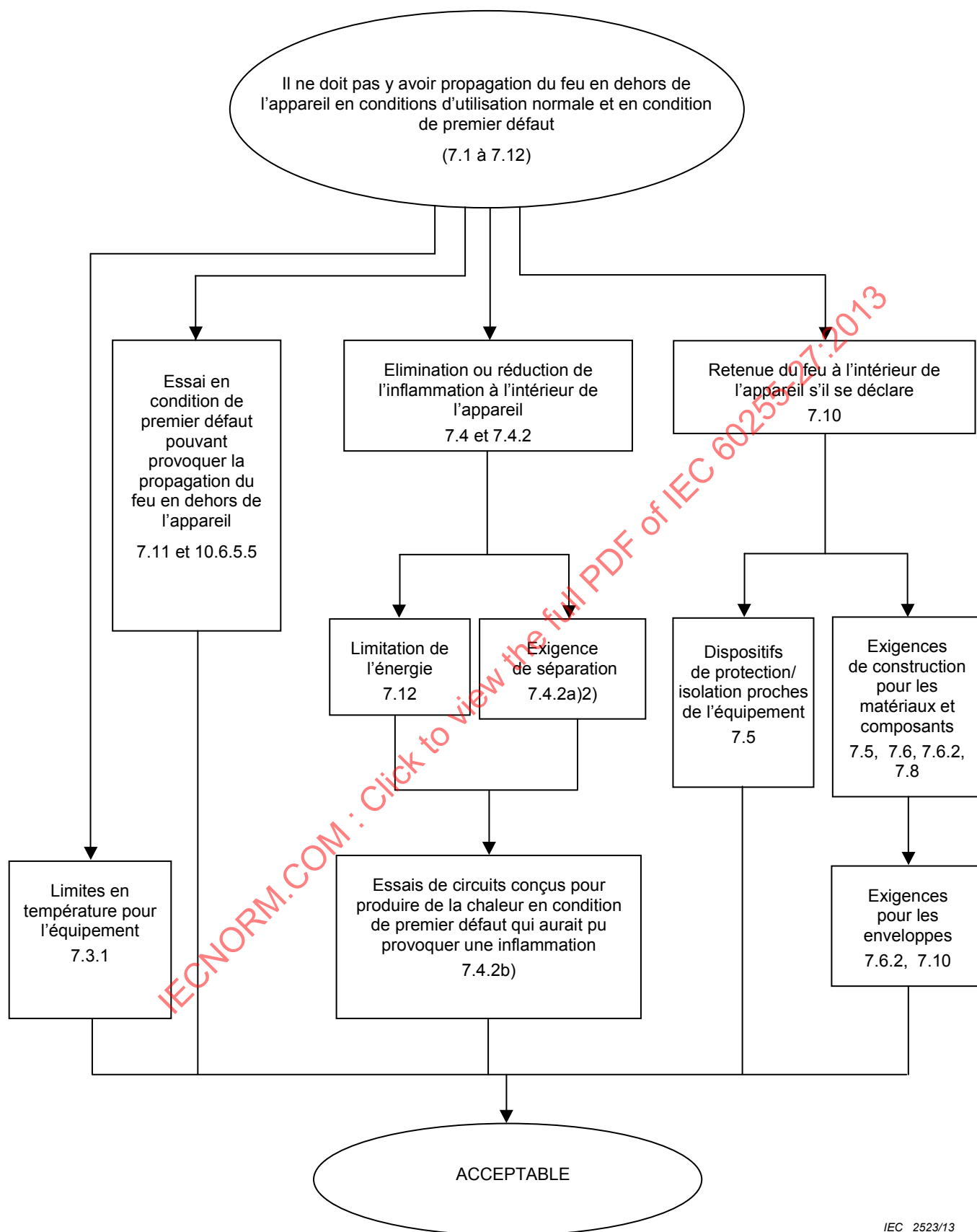


Figure 1 – Diagramme de flux présentant les exigences nécessaires pour la protection contre la propagation du feu

7.3 Dangers généraux de surchauffe et d'incendie

7.3.1 Limites de température de l'équipement

L'échauffement ne doit pas représenter un danger en conditions normales ou en conditions de premier défaut et ne doit pas non plus provoquer la propagation de l'incendie en-dehors de l'équipement. Le Tableau 5 spécifie les températures maximales acceptables en conditions normales à la température ambiante maximale. Les températures du Tableau 5 peuvent être dépassées dans les conditions suivantes.

- Pour des zones qui ont peu de chances d'être touchées et dont les dimensions ne dépassent pas 50 mm, une température de 100 °C est permise.
- Des températures dépassant les limites, qui sont données pour une température ambiante de 40°C, sont permises à condition qu'un contact non intentionnel soit improbable et que la pièce porte un avertissement pour indiquer qu'elle est très chaude, par exemple le symbole 13 (ou 14) du Tableau 10.

Se référer à 7.11 pour les températures maximales acceptables en condition de premier défaut.

Si des surfaces chauffées facilement touchées sont nécessaires pour des raisons fonctionnelles, il est permis qu'elles dépassent les valeurs du Tableau 5, mais elles doivent être reconnaissables comme telles par leur apparence ou leur fonction ou elles doivent porter un marquage. Il convient d'utiliser le symbole 13 du Tableau 10 pour indiquer qu'une surface ou une partie est très chaude.

Il convient de tenir compte du fait que, sur un long terme, les propriétés électriques et mécaniques de certains matériaux isolants peuvent être négativement affectées, par exemple par des plastifiants qui s'évaporent à des températures inférieures à la température normale de plastification du matériau.

L'indice thermique relatif (RTI), lorsqu'il est spécifié pour le matériau, fournit la température maximale de fonctionnement continu à laquelle ses propriétés électriques et mécaniques peuvent être réduites jusqu'à 50 % sur une période de 7 ans.

Tableau 5 – Température maximale en conditions normales et à une température ambiante de 40 °C

Parties accessibles en conditions normales	Température maximale °C	
	Métal	Non métallique
Poignées, boutons, manchons, etc. tenus ou touchés uniquement pendant de courtes périodes	60	85
Poignées, boutons, manchons, etc. tenus continuellement en conditions normales	55	70
Surfaces extérieures de l'équipement qui peuvent être touchées	70	80
Parties à l'intérieur de l'équipement qui peuvent être touchées	70	80

La conformité avec 7.3.1 est vérifiée par mesure et par inspection des protections et des couvercles pour s'assurer qu'ils protègent contre un contact accidentel avec des surfaces à des températures qui dépassent les valeurs du Tableau 5. Toutes les protections et les couvercles doivent être en place pendant l'essai. Si les protections ou les couvercles peuvent être retirés sans l'aide d'un outil, les symboles 13 et 14 du Tableau 10 doivent être utilisés.

7.3.2 Gaz et produits chimiques dangereux

L'équipement ne doit pas libérer des quantités dangereuses de gaz toxiques ou nocifs en fonctionnement normal.

La documentation du constructeur doit indiquer quels gaz potentiellement toxiques ou nocifs peuvent être libérés, et en quelles quantités.

La conformité est vérifiée par inspection de la documentation du constructeur. La grande variété de gaz rend impossible de spécifier des essais de conformité basés sur des valeurs limites. Il convient donc de faire référence à des tables de valeurs seuils limites de risque professionnel.

7.4 Minimisation des risques d'incendie

7.4.1 Généralités

La minimisation du risque d'incendie, tant à l'intérieur de l'équipement que pour les câbles et les canalisations électriques, doit faire l'objet d'une attention particulière. Une protection cohérente avec la fiabilité et les besoins opérationnels doit être prévue.

Dans l'éventualité d'une condition de premier défaut, tous les dégâts doivent être confinés à l'intérieur de l'équipement (voir 7.11).

Les composants et les matériaux doivent être choisis et utilisés de telle façon que le risque d'incendie provoqué par la défaillance d'un composant ou par un éventuel court-circuit soit négligeable.

Il convient que les composants des circuits primaires et les circuits dépassant les limites de tension TBT critiques pour la sécurité soient conformes à l'Annexe D. L'équipement et ses schémas de principe doivent être examinés pour déterminer si des essais en condition de premier défaut sont nécessaires afin de démontrer que le risque d'incendie est négligeable.

7.4.2 Elimination ou réduction des sources d'inflammation à l'intérieur de l'équipement

Le risque d'inflammation et d'incendie est considéré comme étant réduit à un niveau tolérable s'il y a conformité aux exigences suivantes pour chaque source d'inflammation dangereuse.

a) Soit 1) soit 2)

- 1) La tension, le courant et la puissance disponibles pour le circuit ou la partie de l'équipement sont limités comme spécifié en 7.12.

La conformité est vérifiée par mesure des valeurs d'énergie limitée comme spécifié en 7.12.

- 2) L'isolation entre les parties à potentiels différents est conforme aux exigences d'une isolation principale, ou il peut être démontré que le fait de shunter l'isolation ne provoquera pas d'inflammation.

La conformité est vérifiée par inspection et en cas de doute par essai, en appliquant les critères de 7.11.

- b) Dans les circuits conçus pour produire de la chaleur, aucune inflammation ne se produit lors d'essais dans toute condition de premier défaut (voir 5.2) qui pourrait provoquer une inflammation.

Tous les circuits de l'équipement qui ne peuvent être classés comme circuits à énergie limitée (voir 7.12) sont considérés comme étant une source d'inflammation. Dans ce cas les méthodes i) ou ii) ci-dessous doivent être utilisées.

- i) Essais en conditions de premier défaut (voir 5.2) qui pourrait provoquer la propagation du feu à l'extérieur de l'équipement.
- ii) Vérifications conformément à 7.11 pour déterminer qu'un incendie, s'il se déclenche, sera confiné à l'intérieur de l'équipement.

La conformité est vérifiée par les essais appropriés de 5.2, en appliquant les critères de 7.11.

7.5 Câbles et fusibles

Le constructeur doit faire les recommandations suivantes pour minimiser le risque d'incendie et de surcharge thermique de l'alimentation en courant alternatif ou en courant continu et des conducteurs de protection ou d'autres équipements alimentés par le produit, en tenant compte des conditions de premier défaut les plus défavorables.

- Câbles de connexion: section transversale et tension assignée minimales.
- Dispositifs de protection: caractéristiques assignées des fusibles ou des disjoncteurs; il convient que celles-ci incluent les caractéristiques de l'appareil de protection, la tension assignée, et qu'il convient qu'elles soient situées près de l'équipement.

Les défaillances ou les pannes peuvent être dues à des courts-circuits dans l'équipement ou à des parties conductrices accessibles, des défauts à la terre, un court-circuit dans les circuits de sortie ou une défaillance du circuit de contrôle.

NOTE Les câbles et les fusibles sont importants lorsque:

- dans les conditions d'utilisation prévues, une panne de l'équipement peut provoquer un dépassement du courant assigné de sortie de l'équipement, provoquant une surcharge thermique du conducteur de protection ou d'autres équipements alimentés par l'équipement; et
- la panne de l'équipement ne provoque pas automatiquement une déconnexion de son alimentation en courant alternatif ou en courant continu.

7.6 Inflammabilité des matériaux et des composants

7.6.1 Généralités

Voir le Tableau 12 pour une vue d'ensemble des essais, y compris l'inflammabilité.

La conformité est vérifiée par inspection des données sur les matériaux ou par les essais d'inflammabilité spécifiés dans la CEI 60695-11-10 sur trois échantillons des parties concernées (voir Tableau 12 et 10.6.5 de la présente norme). Les échantillons peuvent être les suivants:

- parties complètes;
- sections d'une partie, y compris la zone avec la moindre épaisseur de paroi et toutes les ouvertures de ventilation;
- échantillons conformes à la CEI 60695-11-10.

Lorsque la sécurité est concernée, les composants doivent être conformes à l'une des exigences suivantes:

- les exigences concernant l'inflammabilité d'une norme CEI qui comprend ce type d'exigences, applicable sur les composants;
- lorsqu'il n'existe pas de norme CEI applicable, être conformes aux exigences sur l'inflammabilité de la présente norme;
- exigences sur l'inflammabilité applicables d'une norme non CEI si celles-ci sont au moins aussi strictes que la norme CEI applicable, à condition que le composant ait été approuvé à la norme non CEI par une autorité d'essai reconnue.

7.6.2 Matériaux des composants et des autres parties se trouvant à l'intérieur des enveloppes pare-feu

Les matériaux utilisés à l'intérieur des enveloppes pare-feu doivent être conformes à l'une des exigences suivantes.

- Composants électriques qui ne présentent pas un danger d'incendie en conditions anormales de fonctionnement s'ils sont soumis aux essais conformément à 5.2.

- Matériaux et composants se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe de l'équipement d'un volume de 0,06 m³ ou moins, faits entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation ou dans une unité hermétique contenant un gaz inerte.
- Une ou plusieurs couches d'un matériau isolant mince, tel que du ruban adhésif, appliqué directement sur une surface quelconque à l'intérieur de l'enveloppe pare-feu, y compris la surface des parties porteuses de courant, à condition que la combinaison du matériau isolant mince et de la surface d'application soit conforme aux exigences sur la Classe d'inflammabilité V-2 de la CEI 60695-11-10 ou mieux. Lorsque le matériau isolant mince dont il est question dans l'exclusion ci-dessus se trouve sur la surface intérieure de l'enveloppe pare-feu elle-même, les exigences pour la construction des enveloppes pare-feu de la 7.10 s'appliquent.
- Des composants électroniques, tels que des ensembles de circuits intégrés, des ensembles d'optocoupleur, des condensateurs et autres petites parties montées sur matériau de la classe d'inflammabilité V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.
- Les fils, les câbles et les connecteurs isolés avec du PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide, ou les fils isolés avec une classe d'inflammabilité équivalente à V-1 de la CEI 60695-11-10, ou mieux.
- Les pinces individuelles (à l'exclusion des bandes hélicoïdales ou autres formes continues), le ruban de frettage, les tressages et les attaches de câble utilisés avec des faisceaux de câbles.

La conformité avec 7.6.1 et 7.6.2 est vérifiée par inspection de l'équipement et des feuilles de données des matériaux.

7.6.3 Matériaux pour enveloppes pare-feu

Les matériaux pour les composants qui remplissent une ouverture dans une enveloppe pare-feu et qui sont destinés à être montés sur cette ouverture doivent:

- être d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10, ou mieux; ou
- passer avec succès l'essai d'inflammabilité de la CEI 60695-11-10; ou
- être conformes aux exigences sur l'inflammabilité de la norme de composant de la CEI.

NOTE On peut citer comme exemples de ces composants les supports de fusibles, les interrupteurs, les connecteurs et les prises pour appareils.

Les matériaux en plastique d'une enveloppe pare-feu doivent être situés à une distance dans l'air de 13 mm des parties pouvant former un arc comme les contacts d'interrupteur ne se trouvant pas dans une enveloppe fermée.

Les matériaux plastiques d'une enveloppe pare-feu se trouvant à une distance dans l'air de moins de 13 mm des parties ne formant pas d'arc et qui en conditions de fonctionnement normal ou anormal pourraient atteindre une température suffisante pour enflammer le matériau doivent pouvoir passer avec succès l'essai de la CEI 60695-2-20. Le temps moyen d'inflammation des échantillons ne doit pas être inférieur à 15 s. Si un échantillon fond entièrement sans s'enflammer, le moment auquel cela se produit n'est pas considéré comme le temps d'inflammation.

La conformité avec 7.6.3 est vérifiée par inspection de l'équipement et des feuilles de données du matériau et si nécessaire par l'essai d'inflammabilité approprié.

7.6.4 Matériaux des composants et des autres parties se trouvant à l'extérieur des enveloppes pare-feu

A l'exception de ce qui est indiqué ci-dessous, les matériaux pour les composants et autres parties (y compris les enveloppes mécaniques, les enveloppes électriques et les parties décoratives) situés à l'extérieur des enveloppes pare-feu doivent avoir au minimum une inflammabilité de classe HB75 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est

<3 mm, ou une inflammabilité de classe HB40 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est ≥ 3 mm, ou une inflammabilité de classe HBF. Lorsqu'une enveloppe mécanique ou électrique sert aussi d'enveloppe pare-feu, les exigences pour les enveloppes pare-feu s'appliquent (voir 7.6.3 et 7.10).

Les exigences d'inflammabilité ci-dessus ne s'appliquent pas aux éléments suivants:

- composants électriques qui ne présentent pas un danger d'incendie en conditions anormales de fonctionnement s'ils sont soumis aux essais conformément à 5.2;
- matériaux et composants se trouvant à l'intérieur d'une enveloppe de 0,06 m³ ou moins, composés entièrement de métal et sans ouverture de ventilation ou dans une unité hermétique contenant un gaz inerte;
- les composants conformes aux exigences concernant l'inflammabilité d'une norme de composant de la CEI qui comprend ces exigences;
- les composants électroniques, tels que les ensembles de circuits intégrés, les ensembles optocoupleurs, les condensateurs et autres petites pièces:
 - montées sur un matériau d'une inflammabilité de Classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux;
 - alimentées par une source de puissance de 15 VA maximum, ou conformes aux exigences pour les circuits à énergie limitée (voir 7.12), en conditions normales de fonctionnement ou après une condition de premier défaut de l'équipement et montées sur un matériau d'une inflammabilité de classe HB75 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est <3 mm;
 - d'une inflammabilité de classe HB40 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est ≥ 3 mm.

Les connecteurs doivent être conformes à l'une des exigences suivantes:

- être faits d'un matériau d'une inflammabilité de Classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux;
- passer avec succès les essais de la CEI 60695-11-10;
- être conformes aux exigences sur l'inflammabilité de la norme CEI applicable sur les composants;
- être situés dans un circuit secondaire alimenté par une source de puissance qui est limitée à une valeur maximale de 15 VA, ou être conformes aux exigences pour les circuits à énergie limitée (voir 7.12) en conditions normales de fonctionnement et après une condition de premier défaut de l'équipement (voir 5.2).

7.7 Sources d'inflammation

Tous les circuits de l'équipement qui peuvent être classés comme incluant des circuits primaires ou des circuits dépassant les limites de tension TBT (voir ci-dessus) doivent être considérés comme une source d'inflammation. Tous les composants électriques de ces circuits sont aussi considérés comme une source possible d'inflammation.

7.8 Conditions pour une enveloppe pare-feu

7.8.1 Généralités

Une enveloppe pare-feu est nécessaire lorsque la température des parties en état de panne pourrait être suffisante pour l'inflammation.

7.8.2 Parties pour lesquelles une enveloppe pare-feu est nécessaire

Les parties suivantes sont considérées comme présentant un risque d'inflammation et par conséquent nécessitent une enveloppe pare-feu.

- Composants des circuits primaires. Sauf si l'équipement a subi tous les essais en condition de premier défaut applicables de 5.2.
- Composants des circuits non primaires alimentés par des sources de puissance qui dépassent les limites spécifiées en 7.12.
- Composants des circuits non primaires alimentés par une source conforme aux spécifications de 7.12 pour les circuits à énergie limitée, mais non montés sur un matériau d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.
- Composants à l'intérieur d'une unité ou d'un assemblage d'alimentation qui a une sortie conforme aux spécifications de 7.12, pour les circuits à énergie limitée, comprenant des appareils de protection contre les surintensités, des impédances de limitation, des réseaux et câblages de régulation (voir 7.8.3 pour les exceptions), jusqu'au point de conformité avec les critères de sortie de source pour un circuit à énergie limitée.
- Composants avec des parties formant arc qui ne se trouvent pas sans une enveloppe fermée, tels que les interrupteurs et contacts de relais ouverts dans un circuit à une tension dangereuse ou à un niveau dangereux d'énergie.
- Câbles isolés, sauf ceux autorisés en 7.8.3.

7.8.3 Parties pour lesquelles une enveloppe pare-feu n'est pas nécessaire

Les parties suivantes n'exigent pas d'enveloppe pare-feu:

- moteurs;
- transformateurs;
- composants électromécaniques conformes à 7.6;
- composants, y compris les connecteurs, conformes aux exigences de 7.10, qui remplissent une ouverture dans une enveloppe pare-feu;
- fils et câbles isolés avec du PVC, TFE, RTFE, FEP, néoprène ou polyimide;
- prises et connecteurs faisant partie d'un câble d'alimentation ou d'un câble d'interconnexion;
- connecteurs des circuits non primaires alimentés par des sources qui sont limitées à une valeur maximale de 15 VA en conditions normales de fonctionnement et après une condition de premier défaut de l'équipement;
- les connecteurs des circuits non primaires alimentés par des circuits à énergie limitée conformes à 7.12;
- les autres composants des circuits non primaires:
 - alimentés par un circuit à énergie limitée conforme à 7.12 et montés sur des matériaux d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux;
 - alimentés par des sources intérieures ou extérieures limitées à 15 VA maximum en conditions normales de fonctionnement et après une condition de premier défaut de l'équipement et montés sur un matériau d'une inflammabilité de classe HB75 au minimum si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est < 3 mm ou d'une inflammabilité de classe HB40 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est ≥ 3 mm;
- équipement qui a passé tous les essais applicables de condition de premier défaut de 5.2 tant sur les circuits primaires que sur les circuits non primaires;
- les petites parties, telles que des étiquettes papier jusqu'à $1\,500\text{ mm}^2$.

Si les composants deviennent excessivement chauds en condition de premier défaut et sont montés à moins de 13 mm de matériaux non métalliques d'une inflammabilité de classe V-2 ou moindre, un essai d'allumage au fil incandescent de la CEI 60695-2-12 peut être effectué sur le matériau non métallique, d'épaisseur minimale, pour déterminer s'il y a un risque d'incendie.

La conformité avec 7.8.2 et 7.8.3 est vérifiée par inspection et par évaluation des données fournies par le constructeur. Si aucune donnée n'est fournie, la conformité est vérifiée par des essais.

7.9 Exigences pour les circuits primaires et les circuits qui dépassent les limites TBT

Le risque d'incendie dans les circuits primaires et dans les circuits qui dépassent les limites TBT doit être considéré comme étant réduit jusqu'à un niveau tolérable si les circuits et l'enveloppe de l'équipement sont conformes aux exigences de construction de 7.10 ou si les transformateurs, etc. présentent une protection de surintensité ou de surchauffe conforme avec la norme CEI applicable.

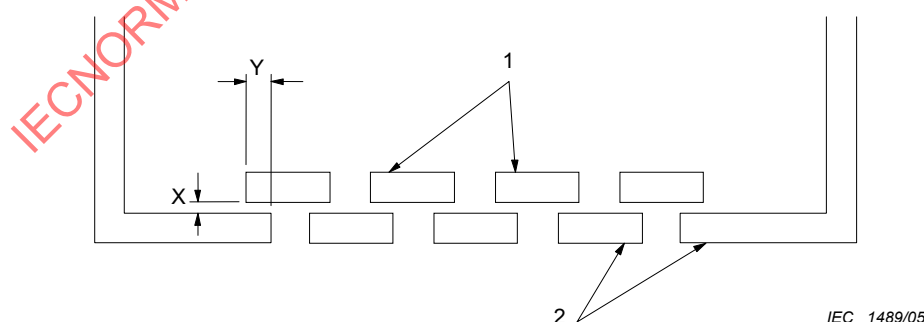
7.10 Enveloppes pare-feu et barrières contre les flammes

L'enveloppe pare-feu doit être conforme aux exigences suivantes.

- Le fond ne doit pas comporter d'ouvertures ou, dans la mesure indiquée à la Figure 3, il doit être construit avec des déflecteurs comme spécifié à la Figure 2 ou être fait en métal, perforé comme spécifié dans le Tableau 6 ou être un écran de métal avec une maille ne dépassant pas 2 mm × 2 mm de centre à centre et un diamètre de fil d'au moins 0,45 mm.
- Les côtés ne doivent pas avoir d'ouvertures à l'intérieur de la ligne délimitée par la ligne inclinée C de la Figure 3.
- L'enveloppe de l'équipement, et tous les déflecteurs ou barrières contre les flammes, doivent être en métal (excepté le magnésium) ou en matériaux non métalliques d'une classe d'inflammabilité V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.
- L'enveloppe de l'équipement, et tous les déflecteurs ou barrières contre les flammes doivent avoir une rigidité adéquate.

Une barrière contre les flammes et le fond d'une enveloppe pare-feu sont considérés comme étant conformes sans essai si, dans l'épaisseur la plus mince utilisée, le matériau est d'une d'inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.

La conformité avec 7.10 est vérifiée par inspection. En cas de doute, la classe d'inflammabilité V-1, ou mieux, doit être vérifiée sur trois échantillons conformément à la CEI 60695-11-10.



Y = deux fois X mais jamais moins que 25 mm

Légende

- 1 Plaques de déflecteur (peuvent se trouver sous le fond de l'enveloppe)
- 2 Fond de l'enveloppe

Figure 2 – Déflecteur

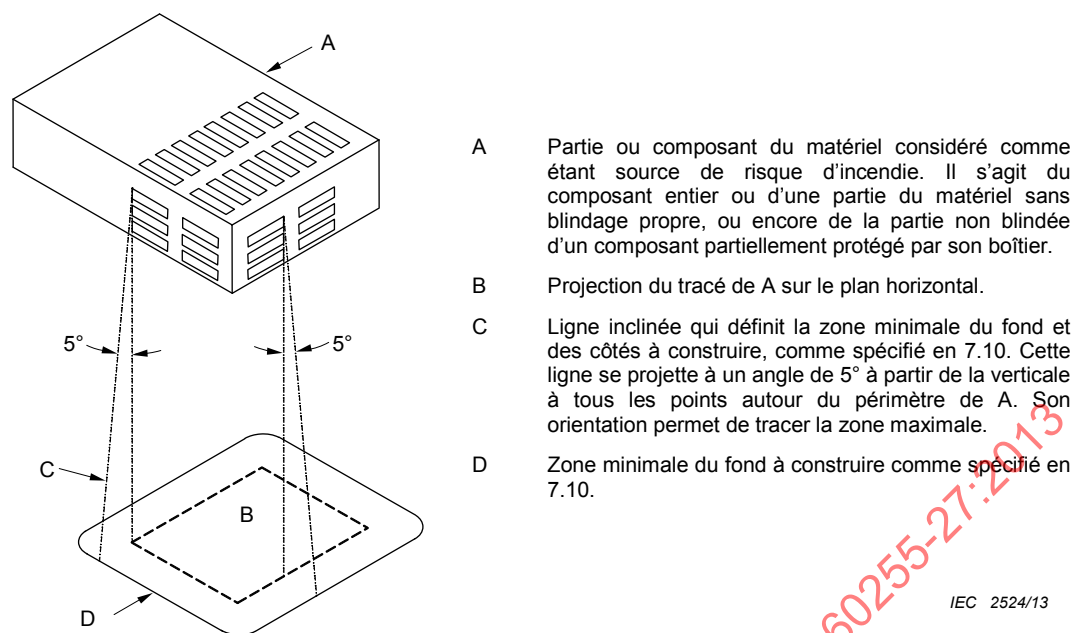


Figure 3 – Emplacement et extension d'une barrière contre les flammes

Tableau 6 – Perforations acceptables dans le fond d'une enveloppe d'équipement

Épaisseur minimale mm	Dimension maximale des trous (voir note) mm	Espacement minimal des trous de centre à centre mm
0,76	1,15	1,70
0,76	1,19	2,36
0,81	1,91	3,18 (72 trous/645 mm ²)
0,89	1,90	3,18
0,91	1,60	2,77
0,91	1,98	3,18
1,00	1,60	2,77
1,00	2,00	3,00

NOTE La diagonale est la dimension maximale d'un trou carré.

7.11 Évaluation du risque d'incendie dû à une condition de premier défaut

7.11.1 Directives pour les températures maximales acceptables lorsque l'on soumet un circuit ou un composant à une condition de premier défaut

Si ce n'est pas pratique de protéger les composants contre un échauffement excessif dans une condition de premier défaut, les composants doivent être montés sur des matériaux de classe d'inflammabilité V-1 ou mieux selon la CEI 60695-11-10. En complément, de tels composants doivent être isolés des matériaux de classes inférieures à celles de la classe V-1, par au moins 13 mm dans l'air, ou par une barrière solide constituée de matériau de classe d'inflammabilité V-1 ou mieux.

Les températures indiquées doivent être sur le point le plus chaud de la surface d'un composant ou d'un matériau, ou à l'intérieur de ceux-ci.

Lorsqu'il n'est pas possible de se conformer aux critères donnés ci-dessus pour les composants/circuits soumis à une surchauffe en condition de défaut, il convient que ceux-ci soient efficacement blindés ou séparés pour éviter la surchauffe des matériaux et composants qui les entourent (voir 7.10). Autrement, l'équipement, monté en conditions normales, peut être soumis à l'essai de conformité de 7.11.3.

7.11.2 Température des enroulements en condition normale ou en condition de premier défaut

Si un danger pouvait être causé par une température excessive, la température du matériau d'isolation des enroulements ne doit pas dépasser les valeurs du Tableau 7 en condition normale ou en condition de premier défaut. Les valeurs du Tableau 7 ne s'appliquent pas à une surcharge de courte durée et si la température d'un enroulement est déterminée en utilisant des thermocouples, ces valeurs sont réduites de 10 °C, sauf dans le cas d'un moteur ou d'un enroulement avec des thermocouples intégrés.

La conformité avec 7.11.2 est vérifiée par mesure en condition normale et dans la condition de premier défaut applicable.

Tableau 7 – Matériau d'isolation des enroulements

Classe d'isolation (voir CEI 60085)	En conditions normales °C	En condition de premier défaut °C
Classe A	105	150
Classe B	130	175
Classe E	120	165
Classe F	155	190
Classe H	180	210

7.11.3 Conformité de l'équipement avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu

Se référer à 10.6.5.5 pour les essais en condition de premier défaut.

La conformité de l'équipement avec 7.11.3 avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu est vérifiée, en tant qu'essai de type de sécurité, en plaçant l'équipement sur du papier mousseline (papier d'emballage entre 12 g/m² et 30 g/m²) couvrant une surface de bois tendre et en couvrant l'équipement avec une seule couche d'étamine (coton blanchi d'environ 40 g/m²). Aucun métal fondu, aucune isolation brûlée ou particule incandescente, etc. ne doit tomber sur la surface sur laquelle repose l'équipement et il ne doit pas y avoir de carbonisation, de rougeoiement, ni d'inflammation du papier mousseline ou de l'étamine. La fonte du matériau isolant qui est sans importance au regard des exigences de la présente norme doit être ignorée.

7.12 Circuit à énergie limitée

Un circuit à énergie limitée est un circuit conforme à l'ensemble des critères suivants.

- Le potentiel qui apparaît dans le circuit ne dépasse pas 33 V en valeur efficace ou 70 V en courant continu.
- Le courant qui peut apparaître dans le circuit est limité de l'une des façons suivantes:
 - le courant maximal disponible est limité intrinsèquement ou par impédance de telle façon qu'il ne puisse pas dépasser la valeur appropriée du Tableau 8;
 - le courant est limité par un dispositif de protection contre les surintensités conformément au Tableau 9;

- 3) un réseau de régulation limite le courant maximal disponible pour qu'il ne puisse pas dépasser la valeur appropriée du Tableau 8 en conditions normales ou à la suite d'une panne du réseau de réglage.
- c) Il est séparé par au moins une isolation principale des autres circuits qui pourraient entraîner des valeurs d'énergie dépassant les critères a) et b) ci dessus.

Si un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé, il doit s'agir d'un fusible ou d'un dispositif électromécanique non ajustable et sans réenclenchement automatique.

La conformité avec 7.12 est vérifiée par inspection et par mesure des potentiels apparaissant dans le circuit, du courant maximal disponible, dans les conditions suivantes.

- Les potentiels apparaissant dans le circuit sont mesurés dans l'état de charge qui maximise la tension.
- Le courant de sortie est mesuré après 60 s de fonctionnement avec la charge résistive (y compris le court-circuit) qui produit la valeur de courant la plus haute.

Tableau 8 – Limites du courant maximal disponible

Tension de sortie en circuit ouvert, U V			Courant maximal disponible A
Courant alternatif valeur efficace	Courant continu	Crête*	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	8
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 30$	$28,3 < U \leq 42,4$	8
–	$30 < U \leq 60$	–	150/ U
* La valeur de crête s'applique au courant alternatif non sinusoïdal et au courant continu avec une ondulation dépassant 10 %.			

Tableau 9 – Dispositif de protection contre les surintensités

Potentiel apparaissant dans le circuit, U V			Courant que le dispositif de protection coupe après 120 s maximum ^b A
Courant alternatif valeur efficace	Courant continu	Crête ^a	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	10
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 60$	$28,3 < U \leq 42,4$	200/ U
^a La valeur de crête s'applique au courant alternatif non sinusoïdal et au courant continu avec une ondulation dépassant 10 %.			
^b Il convient que l'évaluation soit basée sur les caractéristiques spécifiées de coupure temps-courant du dispositif de protection qui est différent du courant de coupure assigné (par exemple, un fusible CEI 60127-1, 4 A, Type T est spécifié pour couper à 8,4 A ou moins au bout de 120 s.). Le courant de coupure des fusibles dépend de la température et il convient que cela soit pris en compte si la température ambiante d'un fusible est considérablement plus élevée que la température ambiante du local.			

8 Exigences générales et fondamentales de conception pour la sécurité

8.1 Conditions climatiques pour la sécurité

Les conditions climatiques de l'équipement indiquent les conditions de l'environnement immédiat.

La sécurité de l'équipement ne doit pas être diminuée par les valeurs environnementales déclarées par le constructeur. Ces conditions incluent:

- la température, le fonctionnement et le stockage;
- l'humidité, sans condensation;
- la pression atmosphérique.

8.2 Connexions électriques

La conception des connexions électriques de sortie et des points de connexion doit être telle que la fiabilité prévue soit maintenue tout au long de la durée de vie de l'équipement. Il doit être tenu compte des conditions normalement rencontrées en service, par exemple la corrosion due à l'humidité, aux chocs, à la chaleur et au fluage.

La conformité des connexions de mise à la terre de protection avec 8.2 doit être vérifiée par essai.

Les fils et les câbles doivent être conformes aux normes CEI.

Les conducteurs et leurs sections transversales doivent être conformes aux exigences électriques, mécaniques et climatiques de la présente norme. De plus, la structure des conducteurs et leurs sections transversales doivent correspondre à la méthode de connexion utilisée (par exemple la méthode de connexion sans vis ni soudure doit être conforme aux CEI 60352-1 ou CEI 60352-2).

Il convient que les parties conductrices de courant possèdent la résistance mécanique et la capacité de courant nécessaires pour l'utilisation prévue.

Pour les connexions électriques, il convient qu'aucune pression de contact ne soit transmise à travers un matériau isolant autre que la céramique ou un autre matériau dont les caractéristiques ne sont pas moins appropriées, à moins qu'il n'y ait suffisamment d'élasticité dans les parties métalliques pour compenser tout rétrécissement ou fléchissement possible du matériau isolant.

8.3 Composants

8.3.1 Généralités

Se référer à l'Annexe D pour des conseils en matière de sécurité sur la conception et la mise en service de composants devant être utilisés dans l'équipement entrant dans le domaine d'application de la présente norme.

8.3.2 Parties ou composants à haute intégrité

Des parties ou des composants à haute intégrité doivent être utilisés aux endroits (voir 5.1.4 et 5.2.2.2) où, si un court-circuit ou une déconnexion se produisent, une infraction aux exigences en condition de premier défaut serait causée. Les parties et composants à haute intégrité doivent être construits, dimensionnés et soumis aux essais conformément aux publications de la CEI (lorsqu'elles sont applicables) pour que la sécurité et la fiabilité de l'application prévue soient assurées. Ils peuvent être considérés comme étant libres de défauts en relation avec la présente norme.

Des exemples de ces exigences et essais sont:

- essais de tension diélectrique appropriés à l'isolation double ou renforcée;
- dimensionnement d'au moins deux fois la dissipation (résistance);
- essais climatiques et d'endurance pour vérifier la fiabilité tout au long de la durée de vie de l'équipement;
- essais de tenue pour les résistances, c'est-à-dire soit un essai de tenue à la tension de choc conforme à la CEI 61180-1, impédance de source 2Ω , soit un essai de tension

diélectrique. L'essai de tenue à la tension doit être déterminé à partir du Tableau C.9 ou du Tableau C.10.

Un dispositif électronique unique qui utilise la conduction par électrons dans le vide, un gaz ou un semi-conducteur, n'est pas considéré comme une partie à haute intégrité.

La conformité avec 8.3 est vérifiée par inspection des données du constructeur du composant ou en effectuant les essais appropriés.

8.4 Connexion aux réseaux de télécommunications

La CEI 62151 doit être utilisée pour les ports prévus pour être connectés aux réseaux de télécommunications.

8.5 Connexion à d'autres équipements

Lorsque l'équipement est prévu pour être connecté électriquement à un autre produit, à un accessoire ou à un réseau/circuit de communications, les circuits d'interconnexion doivent être sélectionnés pour fournir des performances constantes conformes aux exigences du Tableau A.1. Cela est normalement obtenu en connectant les circuits TBT à des circuits TBT, des circuits TBTS à des circuits TBTS, des circuits TBTP à des circuits TBTP, des circuits PEB à des circuits PEB et des circuits TRT à des circuits TRT (Pour les définitions et les informations concernant les circuits TRT, se référer à la CEI 62151.). Les câbles d'interconnexion peuvent porter plus d'un type de circuit (circuit TBTS, circuit TRT, circuit TBT, circuit à tension dangereuse, etc.) à condition qu'ils soient séparés comme exigé par la présente norme. Les circuits TAD peuvent être connectés à d'autres circuits du même type ou à d'autres équipements présentant des caractéristiques électriques assignées compatibles.

La conformité avec 8.5 est vérifiée par inspection.

Lorsque des produits supplémentaires sont spécifiquement complémentaires de l'équipement hôte (principal) (par exemple une interface de contrôle séparée pour l'équipement), il est permis d'utiliser des circuits TBT comme circuits d'interconnexion entre ces éléments, à condition que ceux-ci soient toujours conformes aux exigences de la présente norme lorsqu'ils sont connectés entre eux.

8.6 Sources laser

L'équipement doit être conçu en conformité avec la CEI 60825-1.

8.7 Explosion

8.7.1 Généralités

Pour obtenir des informations sur les composants non couverts par 8.7, voir 8.3 et Annexe D.

8.7.2 Composants risquant l'explosion

8.7.2.1 Généralités

Lorsque des composants susceptibles d'exploser en cas de surchauffe ou de surcharge ne sont pas fournis avec un dispositif de relâchement de pression, une protection de l'utilisateur doit être incorporée à l'équipement (voir 5.2.4.5).

Les dispositifs de relâchement de pression doivent être situés de telle façon qu'une décharge ne représente pas un danger pour l'utilisateur. La construction doit être telle qu'aucun dispositif de relâchement de pression ne soit obstrué.

8.7.2.2 Batteries

Les batteries ne doivent pas provoquer d'explosion ou représenter un danger d'incendie à cause d'une charge ou d'une décharge excessive ou si elles sont installées avec une polarité incorrecte. Si nécessaire, une protection doit être incorporée à l'équipement, à moins que les instructions du constructeur ne précisent que l'équipement ne doit être utilisé qu'avec des batteries disposant d'une protection intégrée. Voir l'Annexe F pour des exemples de circuits de protection de batteries.

Si un danger d'explosion ou d'incendie pouvait avoir lieu si l'on installe une batterie de type incorrect (par exemple lorsqu'une batterie à protection intégrée est spécifiée), il doit y avoir un marquage d'avertissement (voir 9.1.10) sur le compartiment ou le montage de la batterie ou près de celui-ci et un avertissement dans les instructions du constructeur. Un marquage acceptable est le symbole 14 du Tableau 10 (se référer à la documentation du constructeur).

Si l'équipement a des dispositifs pour charger les batteries rechargeables, et si des accumulateurs non rechargeables peuvent être installés dans le compartiment de la batterie, il doit y avoir un marquage d'avertissement sur le compartiment ou près de celui-ci (voir 9.1.8 et 9.1.10).

Le compartiment de la batterie doit être conçu de telle façon qu'il n'y ait pas de possibilité d'explosion ou d'incendie par accumulation de gaz inflammables. Les batteries doivent être montées de telle façon que la sécurité ne puisse pas être compromise par des fuites de leur électrolyte.

Pour les batteries prévues pour être remplacées par l'utilisateur, si l'on essaie d'installer une batterie avec la polarité inversée, aucun danger ne doit se produire.

La conformité est vérifiée par inspection, y compris l'inspection des données de la batterie, pour établir que la défaillance d'un seul composant ne peut pas conduire à un danger d'explosion ou d'incendie. Si cela est nécessaire, un court-circuit et un circuit ouvert sont réalisés sur un seul composant (excepté la batterie elle-même) dont la défaillance pourrait conduire à un tel danger.

9 Marquage, documentation et conditionnement

9.1 Marquage

9.1.1 Généralités

Lorsqu'il est monté dans sa position normale de fonctionnement, il convient que l'équipement porte, lorsque cela est possible, des marquages conformes à 9.1.2 à 9.1.11 inclus. Chaque fois que cela est possible, ces marquages doivent être visibles de l'extérieur de l'équipement ou être visibles lorsque l'on retire un couvercle ou une ouverture sans l'aide d'un outil, si le couvercle ou l'ouverture est prévu pour être retiré par l'utilisateur.

Lorsqu'en raison des contraintes d'espace, il n'est pas possible que ces marquages soient visibles dans la position normale de fonctionnement ou qu'ils se trouvent ailleurs sur l'équipement, une explication de ces symboles doit être incluse dans la documentation de l'équipement (voir le Tableau 10 pour la description des symboles).

Pour l'équipement sur étagère ou panneau, les marquages peuvent se trouver sur toute surface qui devient visible si l'on retire l'équipement de l'étagère ou du panneau.

Les marquages qui s'appliquent à l'ensemble de l'équipement ne doivent pas être placés sur des parties qui peuvent être retirées par l'utilisateur sans l'aide d'un outil.

Pour les valeurs des tensions, courants et fréquences préférentiels ainsi que leurs tolérances, il convient de se référer à la CEI 60255-1.

Les marquages énumérés dans l'Article 9 doivent être considérés comme étant relatifs à la sécurité.

Chaque fois que cela est possible les marquages de sécurité doivent prévaloir sur les marquages fonctionnels.

9.1.2 Identification

Au minimum, l'équipement doit comporter les marquages suivants:

- nom ou marque commerciale du constructeur ou du fournisseur;
- référence du modèle ou du type;
- si un équipement portant la même désignation distinctive (numéro de modèle) est fabriqué dans plusieurs lieux, le lieu de fabrication (le lieu d'implantation de l'usine peut être codé).

Les marquages ci-dessus représentent les exigences minimales obligatoires qui doivent être présentes sur l'équipement. Si l'équipement comprend deux parties, la partie accessible en conditions normales doit porter le marquage du type et du constructeur. Il convient que l'autre partie porte l'ensemble des marquages conformément à 9.1.

La conformité avec 9.1 doit être vérifiée par inspection

9.1.3 Alimentations auxiliaires, TP, TC, E/S (Entrée/Sortie)

9.1.3.1 Exigences générales pour le marquage

Pour le marquage, les exigences suivantes doivent être prises en compte:

- courant alternatif – avec le symbole 2 du Tableau 10 et la fréquence assignée ou la gamme de fréquences assignées;
- courant continu – avec le symbole 1 du Tableau 10;
- symbole 3 du Tableau 10 sur l'équipement pour l'alimentation en courant alternatif et en courant continu;
- symbole 4 du Tableau 10 sur l'équipement pour l'alimentation en courant alternatif triphasé;
- un trait d'union (-) doit être utilisé pour séparer les tensions nominales inférieure et supérieure mesurées, par exemple 125 V-230 V;
- pour les marquages de tensions ou courants sélectionnables:
 - les valeurs sélectionnables inférieure et supérieure doivent être séparées par une barre oblique (/), par exemple 125 V/230 V, 1 A/5 A;
 - lorsque l'équipement utilise des tensions ou des fréquences pour lesquelles la commutation est automatique, les marquages doivent alors être faits selon le symbole 15 du Tableau 10 ou le mot "AUTO" (voir les exemples du Tableau 10);
 - lorsqu'une tension de fonctionnement est obtenue en utilisant un dispositif externe séparé, par exemple une résistance en série supplémentaire, l'équipement doit être marqué avec cette tension de fonctionnement suivie par la légende +EXT.R. (en capitales), par exemple 125 V+EXT.R;
- la charge en watts (puissance active) ou en voltampères (puissance apparente) ou le courant d'entrée assigné, avec tous les accessoires ou modules enfichables connectés;
- la documentation doit spécifier la charge de chaque entrée numérique, des relais de sortie et des autres ports d'entrée/sortie à charge significative pour que l'utilisateur puisse calculer le pire cas de charge pour l'application prévue pour l'équipement;

- les valeurs doivent être mesurées avec un équipement alimenté à sa tension nominale, sans être opérationnel; la valeur mesurée ne doit pas dépasser la valeur marquée de plus de 10 %;
- la ou les tensions assignées d'alimentation ou la plage assignée de tensions d'alimentation.

Si l'équipement peut être utilisé avec plus d'une gamme de tensions, alors les différentes plages de tensions doivent être marquées, à moins que leurs valeurs maximales et minimales ne diffèrent pas de plus de 20 % de la valeur moyenne.

Si un utilisateur peut sélectionner différentes tensions assignées d'alimentation sur l'équipement, alors un moyen d'indication de la tension sélectionnée doit être fourni sur l'équipement. Si une altération des sélections d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu peut se faire sans l'utilisation d'un outil, alors le changement de sélection doit également modifier l'indication.

9.1.3.2 Alimentation auxiliaire

Les informations suivantes doivent être fournies:

- sur l'équipement et dans la documentation:
 - le type d'alimentation en courant alternatif et/ou en courant continu;
 - les valeurs assignées;
- dans la documentation:
 - la charge;
 - la gamme de tensions de fonctionnement (conformément à la CEI 60255-1).

9.1.3.3 Mesurandes

Les informations suivantes doivent être fournies:

- sur l'équipement et dans la documentation:
 - les valeurs nominales, par exemple tension, courant, fréquence;
- dans la documentation:
 - la charge;
 - la gamme de tensions de fonctionnement (conformément à la CEI 60255-1);
 - la tenue vis-à-vis des surcharges.

9.1.3.4 Entrées

Les informations suivantes doivent être fournies:

- dans la documentation:
 - le type d'alimentation en courant alternatif et/ou en courant continu;
 - les valeurs assignées;
 - la charge.

9.1.3.5 Sorties

Les informations suivantes doivent être fournies:

- dans la documentation:
 - le type de sortie, par exemple relais, opto-coupleur, etc;
 - la charge sur l'entrée d'alimentation;
 - les caractéristiques du contact conformément à la CEI 60255-1.

La conformité avec 9.1.3.1 à 9.1.3.5 est vérifiée par inspection ou par mesure.

9.1.4 Fusibles

Si l'on utilise un fusible remplaçable dans l'équipement, le type de fusible et ses caractéristiques assignées (par exemple l'indication du temps de coupure) doivent être marqués à proximité du fusible, et des détails doivent être fournis dans le manuel d'utilisation. Si le fusible est soudé sur le circuit imprimé, ou s'il n'y a pas suffisamment d'espace sur le circuit imprimé, alors les détails concernant le fusible peuvent être fournis dans le manuel utilisateur uniquement.

Il convient de documenter la vitesse de coupure suivant les codes de la CEI 60127-1 comme suit:

- action très rapide: FF ou noir;
- action rapide: F ou rouge;
- retard moyen: M ou jaune;
- retard: T ou bleu;
- retard long: TT ou gris.

Les caractéristiques assignées recommandées des fusibles de protection ou d'autres dispositifs externes de protection nécessaires pour assurer la sécurité de l'équipement en conditions de premier défaut doivent être détaillées dans la documentation technique et la documentation d'installation de l'équipement.

La conformité avec 9.1.4 doit être vérifiée par inspection.

9.1.5 Bornes des circuits de mesure

Le marquage doit être adjacent aux bornes de mesure. Lorsque l'espace est insuffisant (comme dans un équipement multiports), il est permis de faire figurer le marquage sur la plaque de caractéristiques assignées ou de marquer la borne avec le symbole 14 du Tableau 10.

Lorsque l'espace le permet, les bornes de tension et de courant des circuits de mesure doivent être marquées avec la tension ou le courant maximal de fonctionnement assigné applicable, sinon le symbole 14 du Tableau 10 doit être utilisé.

S'il existe un risque direct de choc électrique dû à un contact accidentel c'est-à-dire, si l'accessibilité des bornes n'est pas conforme au type de protection IP1X selon 5.1 de la CEI 60529: 1989, Amendement 1:1999, alors le symbole 14 et/ou 12 du Tableau 10 doit être utilisé.

Si l'équipement ne porte pas de marquage clair indiquant qu'il n'est pas prévu pour être connecté à des tensions de plus de 33 V en courant alternatif ou 70 V en courant continu par rapport à la terre, les bornes du circuit d'entrée de tension et de courant accessibles à l'utilisateur doivent être marquées avec la tension assignée de mise à la terre.

Une exception est autorisée lorsque les bornes du circuit sont dédiées à des bornes spécifiques d'un autre équipement, qui sont associées à un moyen d'identification. On peut citer à titre d'exemple un circuit de mesure d'interconnexion entre deux équipements de protection.

La conformité avec 9.1.5 doit être vérifiée par inspection.

9.1.6 Bornes et dispositifs de fonctionnement

Lorsque cela est nécessaire pour la sécurité, une indication utilisant des mots, des chiffres ou des symboles doit être donnée sur la fonction de toutes les bornes, connecteurs, commandes et voyants, y compris toutes les séquences de fonctionnement. Lorsque l'espace est

insuffisant, il est permis d'utiliser le symbole 14 du Tableau 10. Dans ce cas, l'information pertinente doit être fournie dans la documentation de l'équipement.

Les bornes de connexion d'entrée de l'alimentation en courant alternatif ou en courant continu doivent être identifiables.

Les marquages des autres bornes et dispositifs de fonctionnement doivent se trouver près de la borne ou sur celle-ci mais il convient qu'ils ne se situent pas, de préférence, sur une partie qui peut être retirée sans l'aide d'un outil. Ils répondent aux exigences suivantes.

- Bornes de mise à la terre fonctionnelle avec le symbole 5 du Tableau 10.
- Bornes des conducteurs de protection avec le symbole 6 du Tableau 10.

Si la borne du conducteur de protection fait partie d'un composant (par exemple plaque à bornes) ou d'un sous-ensemble et que l'espace est insuffisant, elle peut être marquée avec le symbole 5 du Tableau 10.

Il convient que le marquage ne soit pas apposé sur des éléments faciles à changer tels que des vis. Lorsque les connexions d'alimentation et de mise à la terre sont munies d'un appareil de prise mâle et femelle, il n'y a pas d'exigence de marquage de la connexion à la terre adjacente à cet appareil.

Les bornes de circuit conçues pour être accessibles, à une tension flottante qui n'est pas dangereuse, peuvent être connectées à une borne ou à un système commun fonctionnel de mise à la terre (par exemple un système coaxial d'écran). Cette borne doit être marquée avec le symbole 7 du Tableau 10, si cette connexion n'est pas directement intelligible.

Si l'équipement contient des lasers ou des diodes infrarouges à haute intensité de Classe 2 ou plus et que la sortie de ceux-ci peut être vue en conditions normales ou en conditions de maintenance, l'équipement doit être marqué conformément à la CEI 60825-1.

La conformité avec 9.1.6 doit être vérifiée par inspection.

9.1.7 Equipement protégé par une isolation double ou renforcée

L'équipement totalement protégé par une isolation double ou renforcée doit être marqué avec le symbole 11 du Tableau 10, sauf si l'équipement est muni d'une borne de conducteur de protection ou si une connexion fonctionnelle de mise à la terre (par exemple par un écran de câble) peut être faite sur l'équipement, en conditions normales.

L'équipement qui n'est que partiellement protégé par une isolation double ou renforcée ne doit pas porter le symbole 11 du Tableau 10. L'isolation principale est acceptable dans la zone de bornes de l'équipement avec un isolement de Classe II si on ne peut y accéder que dans des conditions de maintenance.

La conformité avec 9.1.7 doit être vérifiée par inspection.

9.1.8 Batteries

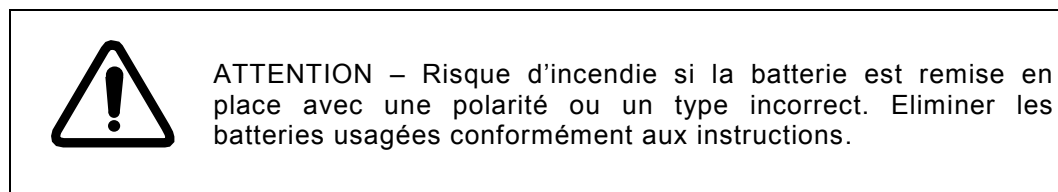
9.1.8.1 Batteries remplaçables

Si l'équipement comporte des batteries remplaçables et que le remplacement de celles-ci par un type de batterie incorrect peut provoquer une explosion (par exemple dans le cas de certaines batteries au lithium), alors:

- si un utilisateur peut accéder à la batterie, un marquage doit apparaître près de la batterie ou une spécification à la fois dans les instructions de fonctionnement et dans les instructions d'entretien;

- si la batterie se trouve ailleurs dans l'équipement, un marquage est exigé. Celui-ci doit être situé près de la batterie ou dans une spécification des instructions d'entretien.

Le marquage ou la spécification doivent être similaires au texte suivant:



Lorsque l'espace est limité sur l'équipement, il est permis d'utiliser le symbole 14 du Tableau 10.

La polarité de la batterie doit être marquée sur l'équipement à moins qu'il ne soit impossible d'insérer la batterie avec une polarité incorrecte.

9.1.8.2 Chargement

L'équipement qui comporte un dispositif pour le rechargement des batteries internes dans lequel des accumulateurs non rechargeables peuvent être installés et connectés dans le compartiment de la batterie doit porter par marquage sur ce compartiment ou près de celui-ci un avertissement contre le chargement des batteries non rechargeables. Cet avertissement doit aussi indiquer le type de batterie rechargeable qui doit être utilisé dans le circuit de rechargement.

Lorsque l'espace est insuffisant, cette information doit être fournie dans la documentation de l'équipement. Dans ce cas, il est préférable que le symbole 14 du Tableau 10 se trouve près de la batterie.

La conformité avec 9.1.8.1 et 9.1.8.2 est vérifiée par inspection.

Tableau 10 – Symboles

Numéro	Symbole ^a	Publication	Description
1		CEI 60417, N° 5031	Courant continu
2		CEI 60417, N° 5032	Courant alternatif
3		CEI 60417, N° 5033	Courant continu et courant alternatif
4		CEI 60417, N° 5032-1	Courant alternatif triphasé
5		CEI 60417, N° 5017	Borne de mise à la terre
6		CEI 60417, N° 5019	Borne de mise à la terre de protection (PE)
7		CEI 60417, N° 5020	Borne reliée à la carcasse ou au châssis
8		CEI 60417, N° 5021	Equipotentialité
9A		CEI 60417, N° 5007	Marche (alimentation)
9B		CEI 60417, N° 5008	Arrêt (alimentation)
10		CEI 60417, N° 5010	Marche/arrêt (alimentation)
11		CEI 60417, N° 5172	Équipement totalement protégé par une isolation double ou renforcée (équivalent à la Classe II de la CEI 61140)
12 ^b		CEI 60417, N° 6042	Attention, risque de chocs électriques
13 ^b		CEI 60417, N° 5041	Attention, surface très chaude
14 ^b		ISO 7000-0434B	Attention, se référer à la documentation
15		ISO 7000-0017	230/110 V AUTO ou 230/110 V

^a Il convient de se référer à la CEI 60417 pour la dimension des symboles d'avertissement.

^b Les exigences de couleur pour les symboles 12, 13 et 14 ne s'appliquent pas aux marquages sur l'équipement à condition que le symbole soit moulé ou gravé sur une profondeur ou une hauteur de 0,5 mm, ou que le symbole et son contour contrastent avec l'arrière-plan.

9.1.9 Marquage des tensions d'essai

Les symboles indiqués dans le Tableau 11 doivent être utilisés pour marquer la ou les tensions d'essai si le constructeur choisit de marquer l'équipement.

Tableau 11 – Symboles pour le marquage des tensions d'essai

Tension d'essai diélectrique	Symbole
Tension d'essai de 500 V	
Tension d'essai de plus de 500 V (par exemple, 2 kV)	
Tension d'essai aux ondes de choc	Symbole
Tension d'essai de 1 kV	
Tension d'essai de 5 kV	

9.1.10 Marquages d'avertissement

En général, pour l'équipement monté sur étagère ou sur panneau, les marquages sont permis sur toute surface qui devient visible après que l'équipement a été retiré de l'étagère ou du panneau. Il convient que les marquages ne se trouvent pas sur le fond de l'équipement, sauf pour l'équipement tenu à la main ou lorsque l'espace est limité.

Cela s'applique aussi à la plaque arrière de l'équipement monté sur étagère ou panneau lorsque l'espace est insuffisant pour les marquages d'avertissement. Dans ce cas, les symboles 14 et/ou 12 du Tableau 10 doivent être utilisés aussi près que possible de la plaque arrière.

Lorsque l'accès en utilisation normale présente un risque de chocs électriques, le marquage d'avertissement du symbole 12 du Tableau 10 doit être utilisé et il doit être visible soit depuis le panneau avant, soit après ouverture du couvercle, de la porte ou du volet sans l'aide d'un outil.

S'il faut que l'utilisateur se réfère à la documentation de l'équipement ou à des instructions écrites, l'équipement doit être marqué avec le symbole 14 du Tableau 10.

La documentation de l'équipement doit spécifier que l'équipement doit être isolé ou déconnecté d'une tension dangereuse avant que l'accès aux parties sous tension potentiellement dangereuses soit affecté.

Les matériels comportant des batteries doivent être marqués selon les exigences données en 9.1.8.

Les dimensions des marquages d'avertissement doivent être les suivantes.

- Les symboles doivent avoir une hauteur d'au moins 2,75 mm. Le texte doit mesurer au moins 1,5 mm de hauteur et être d'une couleur qui contraste avec le fond.

- Les symboles ou le texte moulés, estampés ou gravés sur un matériau doivent avoir au minimum 2,0 mm de hauteur. S'ils ne sont pas de couleurs contrastées, ils doivent avoir une hauteur ou une profondeur d'au moins 0,5 mm.

La conformité avec 9.1.9 et 9.1.10 doit être vérifiée par inspection.

9.1.11 Durabilité des marquages

Tous les marquages doivent rester clairs et lisibles dans des conditions d'utilisation normale et ils doivent résister aux effets des agents nettoyants spécifiés par le constructeur. Cela doit également comprendre les effets de la lumière naturelle ou artificielle.

Un adhésif permanent doit être utilisé pour coller les étiquettes adhésives.

Après les essais de conformité, ces étiquettes ne doivent pas être détachées et leurs bords et leurs coins ne doivent pas se corner.

La conformité doit être vérifiée par inspection et en frottant avec la main, sans pression excessive:

- pendant 15 s avec un chiffon imbibé avec un ou plusieurs agents nettoyants spécifiés par le constructeur;
- si aucun agent nettoyant n'est spécifié, il faut utiliser de l'eau.

9.2 Documentation

9.2.1 Généralités

La documentation de l'équipement doit identifier clairement l'équipement et porter le nom et l'adresse du constructeur ou de son agent. Les informations de sécurité doivent être fournies avec l'équipement sous forme de document imprimé.

Le constructeur doit fournir, sur demande, une documentation comprenant les spécifications techniques, les instructions de mise en service et les instructions d'utilisation de l'équipement. S'il y a lieu, la documentation doit couvrir l'étalonnage, la maintenance et la mise hors service ainsi que l'élimination en toute sécurité de l'équipement et de toutes ses parties remplaçables.

Les constructeurs doivent fournir, sur demande, la documentation relative aux essais de type et aux essais individuels de série de l'équipement.

Le cas échéant, des spécifications d'avertissement et une explication claire des symboles d'avertissement marqués sur l'équipement doivent être incluses dans la documentation. En particulier, si le symbole 14 du Tableau 10 est utilisé, il doit être spécifié que la documentation doit être consultée pour établir la nature de tout danger potentiel et toutes les actions qu'il faut entreprendre pour éliminer ou minimiser ce danger.

La documentation doit comprendre les éléments suivants:

- une déclaration spécifiant que l'intégrité de toutes les connexions de conducteur de protection doit être vérifiée avant d'entreprendre toute autre action;
- une déclaration spécifiant que les caractéristiques assignées de l'équipement, les instructions de fonctionnement et les instructions d'installation doivent être vérifiées avant la mise en service ou la maintenance;
- les informations spécifiées de 9.2.2 à 9.2.5;
- l'utilisation prévue de l'équipement.

9.2.2 Caractéristiques assignées de l'équipement

9.2.2.1 Généralités

La documentation de l'équipement doit comprendre les éléments suivants:

- la catégorie d'installation (catégorie de surtension) pour laquelle l'équipement est prévu (il s'agit ici de la capacité de l'équipement à résister à des surtensions transitoires);
- la tension ou la gamme de tensions d'alimentation, la fréquence ou la gamme de fréquences et la puissance ou le courant assigné de l'équipement;
- il convient aussi de spécifier la fluctuation permise à partir de la valeur nominale fonctionnelle, par exemple les tensions fonctionnelles supérieure et inférieure;
- une description de toutes les connexions d'entrée et de sortie.

9.2.2.2 Fusibles et dispositifs extérieurs de protection

Le type, le courant assigné et la tension assignée de tous les fusibles internes doivent être spécifiés conformément à 9.1.4. Cela doit inclure tous les fusibles, que l'utilisateur puisse y accéder ou non pour les remplacer.

Le type de fusible ou autre dispositif de protection recommandé doit tenir compte des capacités et de la vitesse de coupure

Le type, le courant assigné et la tension assignée de tous les fusibles ou dispositifs de protection externes nécessaires au fonctionnement en toute sécurité de l'équipement doivent être indiqués dans la documentation du produit.

S'il est recommandé qu'un interrupteur, un disjoncteur ou un autre dispositif extérieur de protection soit connecté près de l'équipement, cela doit être spécifié.

9.2.2.3 Exigences environnementales

La documentation de l'équipement doit spécifier les éléments suivants.

- L'indice de protection (IP) sur le devant de l'équipement lorsqu'il est monté dans sa position normale d'utilisation.
- Le degré de pollution de l'équipement, par exemple degré 2 de pollution lorsqu'il est monté dans sa position normale d'utilisation.

La classe d'isolation de l'équipement, par exemple équipement de Classe I lorsqu'il est monté dans sa position normale d'utilisation.

La conformité avec 9.2.1 à 9.2.2.3 est vérifiée par inspection.

9.2.3 Installation de l'équipement

Pour les besoins de l'installation, la documentation de l'équipement doit inclure, selon le cas, ce qui suit.

- Des instructions pour le montage en toute sécurité de l'équipement doivent être indiquées y compris toutes les exigences spécifiques d'emplacement et d'assemblage.
- Des instructions relatives à la mise à la terre de protection de l'équipement doivent être indiquées. Celles-ci doivent inclure une recommandation sur le calibre du câble à utiliser et une spécification indiquant qu'il convient de ne pas enlever les connexions de mise à la terre de protection lorsque l'équipement est sous tension.
- Toutes les exigences spéciales de ventilation doivent être indiquées. Cela se rapporte à la chaleur dissipée par l'équipement.

- Le constructeur doit aussi indiquer le nombre ou le pourcentage maximal de circuits d'entrée et de relais de sortie numériques qui peuvent être alimentés simultanément à la température ambiante maximale.
- Le type, les dimensions et les caractéristiques assignées des câbles nécessaires pour une installation correcte de l'équipement doivent être indiqués.
- Les informations concernant l'exigence et les spécifications de tous les dispositifs extérieurs nécessaires pour le fonctionnement en toute sécurité de l'équipement, comme indiqué en 9.2.2.2 doivent être incluses.

La conformité avec 9.2.3 est vérifiée par inspection.

9.2.4 Mise en service et maintenance de l'équipement

Les instructions sur l'équipement concernant la maintenance et l'inspection préventives doivent être suffisamment détaillées pour assurer la sécurité de ces procédures. Ces instructions doivent inclure des recommandations concernant la mise à la terre de sécurité et la mise hors tension de l'équipement s'il y a lieu.

Les éléments suivants doivent aussi être inclus, s'il y a lieu.

- Des instructions pour la localisation et la réparation des pannes, le cas échéant, doivent être fournies dans la mesure où elles concernent le fonctionnement et la maintenance.
- Le constructeur doit spécifier toutes les parties qui ne doivent être examinées ou fournies que par le constructeur ou son agent.
- Le constructeur doit indiquer les méthodes sûres pour le changement et l'élimination de:
 - tous les fusibles accessibles, avec leur type et leurs caractéristiques assignées conformément à 9.1.4;
 - toutes les batteries remplaçables, par exemple au lithium, et/ou les recharges adaptées s'il y a lieu;
 - la méthode de rechargement et/ou de remplacement en toute sécurité pour les batteries rechargeables avec des recommandations sur les recharges appropriées s'il y a lieu;
 - si des dispositifs de sorties de communication par fibre optique sont installés, des avertissements doivent être donnés selon lesquels il convient de ne pas les visualiser directement.

La conformité avec 9.2.4 est vérifiée par inspection.

9.2.5 Fonctionnement de l'équipement

Les instructions d'utilisation de l'équipement doivent comprendre ce qui suit.

- Avant de travailler sur des circuits TC, ceux-ci doivent être court-circuités.
- Une spécification indiquant que l'utilisateur a la responsabilité de s'assurer que l'équipement est installé pour sa fonction prévue, et qu'il est utilisé et fonctionne de la façon spécifiée par le constructeur. Il faudra aussi spécifier que, si cela n'est pas le cas, les protections de sécurité fournies par l'équipement peuvent être détériorées.
- Une explication et, si possible, des dessins des symboles utilisés sur l'équipement conformément à 9.1.

9.3 Conditionnement

La présente norme ne couvre pas le transport de l'équipement entre le constructeur et le client. Cependant, le constructeur doit s'assurer que l'équipement est convenablement conditionné pour supporter sans dommage une manutention raisonnable et des conditions environnementales appropriées pour la ou les méthodes de transport jusqu'à l'adresse de livraison du client.

Il convient que le client effectue une inspection visuelle pour vérifier que l'équipement n'a pas été endommagé pendant le transport.

10 Essais de type et essais individuels de série

10.1 Généralités

Les essais définis dans cet article sont nécessaires pour démontrer que l'équipement est totalement conforme aux exigences de sécurité spécifiées dans la présente norme, ainsi qu'aux déclarations du constructeur.

Tableau 12 – Vue d'ensemble des essais

Essai	Référence	Essais de type ^b		Essai individuel de série ^c
		Validation ^a (informatif)	Sécurité (normatif)	
Essais environnementaux				
Essai de chaleur sèche en fonctionnement	10.6.1.1	X	---	---
Essai au froid en fonctionnement	10.6.1.2	X	---	---
Essai de chaleur sèche à la température maximale de stockage	10.6.1.3	X	---	---
Essai au froid à la température minimale de stockage	10.6.1.4	X	---	---
Essai de chaleur humide	10.6.1.5	X	---	---
Température cyclique avec humidité	10.6.1.6	X	---	---
Vibration	10.6.2.1	X	---	---
Choc	10.6.2.2	X	---	---
Secousse	10.6.2.3	X	---	---
Séisme	10.6.2.4	X	---	---
Polarité inverse et rampe lente	10.6.6	X	---	---
Essais en relation avec la sécurité				
Distances dans l'air et lignes de fuite	10.6.3	---	X	---
Essai des parties accessibles	10.6.2.5	---	X	---
Indice de protection (IP)	10.6.2.6	---	X	---
Tension de choc	10.6.4.2	---	X	---
Tension diélectrique en courant alternatif ou en courant continu	10.6.4.3	---	X	X
Résistance d'isolement	10.6.4.4	X	---	---
Résistance de la liaison de protection	10.6.4.5	---	X	---
Continuité de la liaison de protection	10.6.4.5.2	---	---	X
Inflammabilité des matériaux d'isolation, des composants et des enveloppes pare-feu ^d	10.6.5.2	---	X ^d	---
Condition de premier défaut	10.6.5.5	---	X	---
Essais d'environnement électrique				
Température maximale des parties et des matériaux	10.6.5.1	X	---	---
Tenue thermique de courte durée	10.6.5.3	X	---	---
Pouvoir de fermeture et tenue permanente des relais de sortie	10.6.5.4	X	---	---

a	Les essais de validation sont normalement effectués en tant qu'essais de type pendant le développement du produit, mais ils peuvent avoir un impact sur la sécurité du produit. Après les essais de validation, il convient de vérifier la conformité de l'EST avec les exigences de sécurité, par exemple en raison des risques de craquelures ou de distorsions des parties qui fournissent l'isolation.
b	La conformité avec les exigences d'essais de type peut être vérifiée par essai, mesure, inspection visuelle ou évaluation selon les cas, par exemple mesure des distances dans l'air et des lignes de fuite (ou inspection visuelle lorsque les distances sont évidemment grandes) ou argumentation technique telle que l'évaluation en condition de premier défaut lorsque les résultats sont connus. Pour démontrer la conformité déclarée, il ne doit pas y avoir de danger de chocs électriques ni d'incendie pendant et après la conduite normale des essais de type.
c	Pour un guide sur les essais sur prélèvement, se référer à 10.6.4.3.2.3.
d	Des essais sur des parties en plastique peuvent être nécessaires lorsque le matériau n'est pas conforme aux exigences minimales d'inflammabilité spécifiées dans l'Article 7 ou que son épaisseur est inférieure au minimum spécifié pour que ce matériau soit conforme aux exigences minimales d'inflammabilité.
X:	applicable
---	non applicable

Des essais en condition de premier défaut doivent être effectués sauf s'il peut être démontré qu'il est improbable qu'un danger puisse découler d'une condition de premier défaut particulière (voir 5.2).

10.2 Essais de type de sécurité

Les essais de type de sécurité sont normatifs et sont effectués pour vérifier que l'équipement est conforme aux exigences de sécurité de la présente norme. Sauf spécification contraire, les essais de type de sécurité peuvent être effectués dans n'importe quelle séquence appropriée. Un essai de type de sécurité peut être effectué sur un échantillon de pré-production ou sur différents échantillons du même type.

Sauf accord contraire, les essais de type de sécurité doivent être effectués sur tout équipement qui n'a pas préalablement subi d'essais de type de sécurité satisfaisants ou qui a subi des modifications qui pourraient affecter ses performances.

Lorsque certains détails de l'équipement sont modifiés, le ou les essais de type de sécurité particuliers dont les résultats pourraient être affectés par ces modifications doivent être répétés.

L'essai de type de sécurité peut être effectué par le constructeur ou par un organisme d'essai indépendant. Le constructeur doit fournir au client l'accès aux preuves documentaires des résultats satisfaisants si celui-ci les demande.

10.3 Essais individuels de série ou essais par prélèvement

La norme prescrit la réalisation d'un essai individuel de série ou d'un essai par prélèvement pour confirmer que les caractéristiques de la conception de l'équipement pour la protection contre les chocs électriques ont été maintenues. Sauf spécification contraire, ces essais peuvent être effectués dans n'importe quelle séquence. (Voir 10.6.4.3.2.2 pour de plus amples détails sur les essais individuels de série et, 10.6.4.3.2.3 pour les exigences nécessaires pour les essais par prélèvement.)

10.4 Conditions d'essai

Les essais doivent être effectués dans les conditions communes d'essai indiquées dans la CEI 60255-1.

Les données suivantes doivent être accessibles sur demande chez le constructeur pour chaque essai à effectuer:

- la superficie de la section transversale et la longueur des câbles de connexion si ceux-ci peuvent affecter les résultats de l'essai de type, par exemple une augmentation de la température;
- pour les essais de vibration, les détails des connexions de sortie des câbles et les torsades, y compris la position des supports des torsades de fils;
- la précision des mesures et la tolérance admise pour toutes les mesures.

Le cas échéant, les données doivent inclure:

- les mesures initiales;
- les mesures pendant l'essai individuel;
- les mesures finales.

10.5 Procédure de vérification

La procédure de vérification doit assurer que l'équipement est conforme à ses spécifications et qu'il fonctionne correctement pendant les mesures initiales au début de la séquence d'essai et qu'il conserve ses caractéristiques de conception pendant tous les essais individuels suivants lorsque cela a été spécifié.

L'ordre des essais est la mesure initiale, mesure pendant l'essai individuel et la mesure finale.

L'exception à ce qui précède concerne les essais en condition de premier défaut pour lesquels la seule vérification exigée est que l'équipement ne présente pas un danger d'incendie ou de chocs électriques.

Dans une séquence d'essai, si les mesures finales de l'essai précédent correspondent aux mesures initiales de l'essai individuel suivant, il n'est pas nécessaire de faire deux fois ces mesures, c'est-à-dire qu'une seule fois suffit.

Les mesures ci-dessus comprennent une inspection visuelle et un essai de fonctionnement permettant de s'assurer que l'équipement est conforme à sa spécification.

10.6 Essais

10.6.1 Essais d'environnement climatique

10.6.1.1 Essai de chaleur sèche – en fonctionnement

L'essai de fonctionnement à chaleur sèche doit être effectué conformément à la CEI 60255-1 pour prouver la résistance de l'équipement à la chaleur pendant qu'il est en fonctionnement.

10.6.1.2 Essai au froid – en fonctionnement

Les essais au froid en fonctionnement doivent être conduits selon la CEI 60255-1 pour prouver la résistance de l'équipement au froid, lorsqu'il est en fonctionnement.

10.6.1.3 Essai de chaleur sèche à la température maximale de stockage

L'essai de stockage à chaleur sèche doit être effectué conformément à la CEI 60255-1 pour prouver la résistance de l'équipement à la chaleur de stockage.

10.6.1.4 Essai au froid à la température minimale de stockage

L'essai de stockage à froid doit être effectué conformément à la CEI 60255-1 pour prouver la résistance de l'équipement au stockage à froid.

10.6.1.5 Essai de chaleur humide

Pour prouver la résistance à l'humidité, l'équipement doit subir un essai de chaleur humide conformément à la CEI 60255-1. Les exigences de cet essai sont également considérées comme étant remplies si l'équipement est composé de sous-ensembles, de composants et de parties qui ont déjà passé cet essai avec succès dans une combinaison d'essais comparable. Si cela est nécessaire, un essai des sous-ensembles n'ayant pas encore subi d'essai est suffisant.

10.6.1.6 Essai de température cyclique avec humidité

Afin de démontrer la résistance à une température cyclique avec humidité, l'équipement doit subir un essai de température cyclique avec humidité conformément à la CEI 60255-1

10.6.2 Essais mécaniques

10.6.2.1 Vibration

Pour prouver la robustesse de la conception mécanique le matériel doit être soumis à des essais de vibration en réponse et en endurance selon la CEI 60255-21-1.

10.6.2.2 Choc

Pour prouver la robustesse de la conception mécanique le matériel doit être soumis à des essais de tenue et de réponse aux chocs selon la CEI 60255-21-2.

10.6.2.3 Secousse

Pour prouver la robustesse de la conception mécanique le matériel doit être soumis à des essais de secousses selon la CEI 60255-21-2

10.6.2.4 Sismique

Pour prouver la robustesse de la conception mécanique le matériel doit être soumis à des essais sismiques selon la CEI 60255-21-3 .

Conformité: il ne doit pas y avoir de danger de chocs électriques ni d'incendie pendant ou après l'exécution normale des essais de type pour démontrer la conformité déclarée avec 10.6.2.1 à 10.6.2.4.

10.6.2.5 Essai des parties accessibles

Cet essai sert à vérifier que les enveloppes, barrières ou panneaux de montage de l'équipement empêchent l'accès aux parties actives dangereuses en utilisation normale.

Cet essai doit être effectué sous la forme d'un essai de type de l'équipement pour vérifier qu'on ne peut pas accéder aux parties actives dangereuses avec le doigt d'épreuve articulé normalisé de 6.2 de la CEI 61010-1:2010 et que la tension ou l'énergie du doigt d'épreuve ne dépasse pas les limites de sécurité en utilisation normale définies en 5.1.5.3.2.

10.6.2.6 Protection contre l'incursion de poussière/d'eau

A moins qu'il n'en soit convenu autrement, des essais doivent être effectués pour confirmer que l'enveloppe de l'équipement est conforme à l'indice de protection (IP) déclaré par le constructeur en utilisation normale. Les essais doivent être conformes à ceux qui sont spécifiés dans la CEI 60529 pour la classe de l'enveloppe de l'équipement.

10.6.3 Distances dans l'air et lignes de fuite

S'il y a un doute sur la conformité des distances dans l'air et lignes de fuite exigées avec les valeurs données dans le tableau approprié de l'Annexe C, des mesures doivent être réalisées. Lorsque la valeur minimale de distance dans l'air n'est pas atteinte, la distance dans l'air peut être prouvée par essai (voir 5.1.10.2.2). Les essais pour prouver l'isolation par air ne peuvent pas être utilisés pour démontrer la conformité des lignes de fuite associées.

Lorsqu'un limiteur de surtension est utilisé pour réduire la surtension, le circuit doit faire l'objet d'un essai pour montrer qu'il supporte l'application de 5 impulsions positives et 5 impulsions négatives provenant d'une impédance de source de 2Ω . On doit utiliser des caractéristiques de générateur de tension d'essai de choc et une amplitude de tension de choc et/ou une entrée d'alimentation en mode commun conformes à la CEI 60255-26.

10.6.4 Essais électriques relatifs à la sécurité

10.6.4.1 Généralités

Le but des essais de tension de cet article est de prouver les distances dans l'air et l'isolation solide.

Le niveau de la tension d'essai doit être la tension en circuit ouvert du générateur avant la connexion à l'équipement.

10.6.4.2 Essai de tension de choc

10.6.4.2.1 Généralités

L'essai de type de tension de choc est effectué avec une tension ayant une forme d'onde de $1,2/50 \mu s$ (voir Figure 1 de la CEI 61180-1:1992) et il est destiné à simuler des surtensions d'origine atmosphérique. Il couvre également les surtensions dues à la commutation d'équipement de basse tension.

10.6.4.2.2 Procédures d'essai

L'essai de tension de choc doit être effectué conformément aux procédures suivantes.

La tension de choc doit être appliquée aux points appropriés accessibles depuis l'extérieur de l'équipement; les autres circuits et les parties conductrices accessibles doivent être connectées entre elles et mises à la terre.

Les essais permettant de prouver les distances dans l'air doivent être effectués pour un minimum de trois ondes de choc de chaque polarité avec un intervalle d'au moins 1 s entre les ondes de choc.

La même procédure d'essai s'applique également à la mise en évidence de la capacité de l'isolation solide; cependant cinq ondes de choc de chaque polarité doivent être appliquées dans ce cas, et la forme d'onde de chaque onde de choc doit être enregistrée.

Les deux essais, pour la mise en évidence des distances dans l'air et de l'isolation solide, peuvent être combinés en une seule procédure d'essai commune.

10.6.4.2.3 Caractéristiques de la forme d'onde et du générateur

On doit utiliser une tension de choc normalisée conforme à la CEI 61180-1. Les caractéristiques du générateur doivent être vérifiées conformément à la CEI 61180-2.

Les paramètres sont les suivants: