

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switch mode power supplies –
Part 7: Safety requirements**

**Alimentations à découpage basse tension –
Partie 7: Exigences de sécurité**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de 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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switch mode power supplies –
Part 7: Safety requirements**

**Alimentations à découpage basse tension –
Partie 7: Exigences de sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.200

ISBN 978-2-8322-3670-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	10
0 Principles of safety	11
0.1 General.....	11
0.2 Hazards	12
0.2.1 General	12
0.2.2 Electric shock	12
0.2.3 Energy related hazards.....	13
0.2.4 Fire.....	13
0.2.5 Heat related hazards	14
0.2.6 Mechanical hazards	14
0.2.7 Chemical hazards	14
0.3 Materials and components	14
1 Scope	15
1.1 Equipment covered by this document.....	15
1.2 Exclusions	15
1.3 Additional requirements	15
2 Normative references	16
3 Terms and definitions	17
3.100 General.....	18
4 Protection against hazards	20
4.1 General.....	20
4.1.100 Constructions not specifically covered	21
4.1.101 Orientation during transport and use.....	21
4.2 Fault and abnormal conditions	21
4.2.100 Application of faults and abnormal conditions	22
4.3 Short circuit and overload protection.....	22
4.4 Protection against electric shock.....	23
4.4.1 General.....	23
4.4.2 Decisive voltage class	23
4.4.3 Provision for basic protection.....	25
4.4.4 Provision for fault protection	26
4.4.5 Enhanced protection.....	27
4.4.6 Protective measures	30
4.4.7 Insulation.....	31
4.4.8 Compatibility with residual current-operated protective devices (RCD).....	37
4.4.9 Capacitor discharge.....	37
4.5 Protection against electrical energy hazards	38
4.5.1 Operator access areas.....	38
4.5.2 Service access areas.....	38
4.6 Protection against fire and thermal hazards	38
4.6.1 Circuits representing a fire hazard	38
4.6.2 Components representing a fire hazard	38
4.6.3 Fire enclosures.....	38
4.6.4 Temperature limits.....	40
4.6.5 Limited power sources	41

4.7	Protection against mechanical hazards	41
4.7.1	General	41
4.7.2	Specific requirements for liquid cooled SMPS	41
4.8	Equipment with multiple sources of supply	41
4.9	Protection against environmental stresses	41
4.10	Protection against sonic pressure hazards	41
4.11	Wiring and connections	41
4.11.1	General	41
4.11.2	Routing	41
4.11.3	Colour coding	41
4.11.4	Splices and connections	41
4.11.5	Accessible connections	41
4.11.6	Interconnections between parts of the SMPS	42
4.11.7	Supply connections	42
4.11.8	Terminals	42
4.12	Enclosures	42
4.12.1	General	42
4.12.2	Handles and manual controls	42
4.12.3	Cast metal	43
4.12.4	Sheet metal	43
4.12.5	Stability test for enclosure	43
5	Test requirements	43
5.1	General	43
5.1.1	Test objectives and classification	43
5.1.2	Selection of test samples	43
5.1.3	Sequence of tests	43
5.1.4	Earthing conditions	43
5.1.5	General conditions for tests	43
5.1.6	Compliance	44
5.1.7	Test overview	44
5.2	Test specifications	46
5.2.1	Visual inspections (type test, sample test and routine test)	46
5.2.2	Mechanical tests	46
5.2.3	Electrical tests	48
5.2.4	Abnormal operation and simulated faults tests	56
5.2.5	Material tests	61
5.2.6	Environmental tests (type tests)	61
5.2.7	Hydrostatic pressure test (type test and routine test)	62
6	Information and marking requirements	62
6.1	General	62
6.2	Information for selection	64
6.2.100	Additional marking requirements for SMPS	64
6.2.101	Additional information for Component SMPS	66
6.3	Information for installation and commissioning	66
6.3.1	General	66
6.3.2	Mechanical considerations	66
6.3.3	Environment	66
6.3.4	Handling and mounting	66
6.3.5	Enclosure temperature	66

6.3.6	Connections	66
6.3.7	Protection requirements	67
6.3.8	Commissioning	69
6.4	Information for use	69
6.4.1	General	69
6.4.2	Adjustment	69
6.4.3	Labels, signs and signals	69
6.5	Information for maintenance	69
6.5.1	General	69
6.5.2	Capacitor discharge	69
6.5.3	Auto restart/bypass connection	69
6.5.4	Other hazards	69
6.5.5	Equipment with multiple sources of supply	69
6.5.100	Disconnect device external to permanently connected equipment	70
6.5.101	Power cord acting as disconnecting device	70
7	Components	70
7.1	General	70
7.2	Switches	71
7.2.1	General	71
7.2.2	Requirements for switches acting as disconnecting device	71
7.2.3	Requirements for switches	72
7.2.4	Test method and compliance criteria	73
7.3	Overtemperature protection devices (thermal cut-offs or thermal links)	73
7.4	PTC thermistors	74
7.5	Overcurrent protective devices	74
7.6	Protective devices not mentioned in 7.2 to 7.5	74
7.6.1	Other protective devices requirements	74
7.6.2	Compliance and test method	74
7.7	Transformers	74
7.7.1	General	74
7.7.2	Insulation	75
7.8	Motors	76
7.9	Mains supply cords	76
7.9.1	General	76
7.9.2	Fitting of non-detachable mains supply cords	77
7.10	Surge Protective Devices (SPDs)	79
7.10.1	Use of an SPD connected to reliable earthing	79
7.10.2	Use of an SPD between mains and protective earth	79
7.10.3	Bridging of supplementary, double or reinforced insulation by a SPD	79
7.10.4	Circuits or components used as transient voltage limiting devices	79
7.11	Wound components	80
7.12	IC current limiters	80
7.12.1	General	80
7.12.2	Test program 1	81
7.12.3	Test program 2	81
7.12.4	Test program 3	81
7.13	Capacitors and RC units bridging insulation	82
7.14	Optocouplers bridging insulation	84
7.15	Relays	84

7.16 Electrolytic capacitors	85
Annex A (normative) Additional information for protection against electric shock	86
Annex B (informative) Considerations for the reduction of the pollution degree	88
Annex C (informative) Symbols referred to in IEC 62477-1	89
Annex D (normative) Evaluation of clearance and creepage distances	90
Annex E (informative) Altitude correction for clearances	91
Annex F (normative) Clearance and creepage distance determination for frequencies greater than 30 kHz	92
Annex G (informative) Cross-sections of round conductors	93
Annex H (informative) Guidelines for RCD compatibility	94
Annex I (informative) Examples of overvoltage category reduction	95
Annex J (informative) Burn thresholds for touchable surfaces	96
Annex K (informative) Table of electrochemical potentials	97
Annex L (informative) Measuring instrument for touch current measurements	98
Annex M (informative) Test probes for determining access	99
Annex AA (normative) <i>Addition</i> Insulated winding wires for use without interleaved insulation	100
Annex AB (informative) Minimum and maximum cross-section of copper conductors suitable for connection to terminals for external conductors	103
Annex AC (normative) DC power and distribution equipment	104
Annex AD (informative) <i>Addition</i> Examples of protective measures according to IEC 61204-7 clause 4.4.1 – 4.4.5 for protection against electrical shock	119
Bibliography	121
Figure 100 – Electric strength test instrument	53
Figure 101 – Mandrel	54
Figure 102 – Initial position of mandrel	55
Figure 103 – Final position of mandrel	55
Figure 104 – Position of metal foil on insulating material	55
Figure 105 – Determination of arithmetic average temperature	60
Figure 106 – Detachable mains supply cords and connections	77
Figure AC.100 – Resistance and short circuit calculations	107
Table 5 – Voltage limits	24
Table 6 – Separation requirements for circuit under consideration	25
Table 100 – Limits for access of current	29
Table 101 – Tests for insulation in non-separable layers	36
Table 22 – Test overview	45
Table 102 – Temperature limits for transformer windings	60
Table 36 – Information requirements	63
Table 103 – Component requirements	71
Table 104 – Peak surge current	73
Table 105 – Strain relief test force	78
Table 106 – Capacitor ratings according to IEC 60384-14	83

Table C.100 – Symbols	89
Table AA.1 – Mandrel diameter	101
Table AA.2 – Oven temperature	101
Table AB.1 – Cross-section of copper conductors suitable for connection to terminals for external conductors (extract from IEC 61439-1)	103
Table AC.101 – AC and DC field wiring spacings	111
Table AC.102 – Minimum acceptable spacings for uninsulated bus bars	112
Table AC.103 – Temperature limits	113
Table AC.104 – Switch test sequences	115

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCH MODE POWER SUPPLIES –

Part 7: 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 61204-7 has been prepared by subcommittee 22E: Stabilized power supplies, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2006. This edition constitutes a complete technical revision.

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

- a) use of IEC 62477-1 as reference document, instead of IEC 60950-1;
- b) modification of the title by deleting the wording “DC output-” and adding “switch mode”.

IEC 61204-7 has the status of a product standard.

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

FDIS	Report on voting
22E/175/FDIS	22E/177/RVD

Full information on the voting for the approval of this document 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 61204 series, published under the general title *Low-voltage power supplies, d.c. output*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 62477-1:2012.

NOTE A consolidated version is under consideration.

The provisions of the general rules dealt with in IEC 62477-1:2012 are only applicable to this document insofar as they are specifically cited. Clauses and subclauses of IEC 62477-1:2012 that are applicable in this document are identified by reference to the reference document, for example, 4.3 of IEC 62477-1:2012.

Subclauses that are numbered starting from 100 are additional to those in IEC 62477-1:2012.

Additional tables and figures in this document are numbered starting from 100.

New annexes in this document are lettered AA, AB, AC, etc.

Wherever the word **PECS (power electronic converter system)** occurs in this reference document, this means **SMPS**.

The wordings **SMPS** and "power supply" are considered to be identical throughout this document.

References of the reference document to clauses or tables, which have been modified in this document, shall be read as reference to the relevant clauses or tables of this document.

Refer to 3.100 for further information on how to read this document.

In this document, the following print types are used:

- Requirements proper and normative annexes: in roman type.
- Notes and other informative matter: in smaller roman type.
- Normative conditions within tables: in smaller roman type.
- Terms that are defined in clause 3 or IEC 62477-1:2012: **Bold Italic**.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

INTRODUCTION

IEC 62477-1:2012, used by this document as a reference, relates to products that include power electronic converters, with a rated system voltage not exceeding 1 000 V AC or 1 500 V DC. It specifies requirements to reduce risks of fire, electric shock, thermal, energy and mechanical hazards, except functional safety as defined in IEC 61508 (all parts). The objectives of this standard are to establish a common terminology and basis for the safety requirements of products that contain power electronic converters across several IEC technical committees.

IEC 62477-1:2012 was developed with the intention

- to be used as a reference document for product committees inside IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment in the development of product standards for power electronic converter systems and equipment,
- to replace IEC 62103 as a product family standard providing minimum requirements for safety aspects of power electronic converter systems and equipment in apparatus for which no product standard exists, and

NOTE The scope of IEC 62103 contains reliability aspects, which are not covered by this document.

- to be used as a reference document for product committees outside TC 22 in the development of product standards of power electronic converter systems and equipment intended for renewable energy sources. TC 82, TC 88, TC 105 and TC 114, in particular, have been identified as relevant technical committees at the time of publication.

As such, IEC technical sub-committee 22E: Stabilized switched-mode power supplies carefully considered the relevance of each paragraph of IEC 62477-1:2012 for the SMPS and referenced, added, replaced or modified requirements as relevant. This is because product-specific topics not covered by the reference document are the responsibility of the technical committee using the reference document.

The reference document, being a group safety standard, will not take precedence over this product-specific standard according to IEC Guide 104. IEC Guide 104 provides information about the responsibility of product committees to use group safety standards for the development of their own product standards.

LOW-VOLTAGE SWITCH MODE POWER SUPPLIES –

Part 7: Safety requirements

0 Principles of safety

Safety principles of this document follow the concepts of IEC Guide 116 and Annex D of CENELEC Guide 32:2014.

NOTE The principles of safety are mainly adopted from IEC 60950-1:2005/AMD1:2009/AMD2:2013.

0.1 General

The following principles have been adopted by IEC technical committee 22E in the development of this document. These principles do not cover performance or functional characteristics of equipment.

It is essential that designers understand the underlying principles of safety requirements in order that they can engineer safe equipment.

These principles are not an alternative to the detailed requirements of this document, but are intended to provide designers with an appreciation of the basis of these requirements. Where the equipment involves technologies, components and materials or methods of construction not specifically covered, the design of the equipment should provide a level of safety not less than that described in these principles of safety.

NOTE The need for additional detailed requirements to cope with a new situation is brought promptly to the attention of the appropriate committee.

Designers will take into account not only normal operating conditions of the equipment but also likely fault conditions, consequential faults, foreseeable misuse and external influences such as temperature, altitude, pollution, moisture, overvoltages on the **mains supply** and **non-mains supply**.

Dimensioning of insulation spacings should take account of possible reductions by manufacturing tolerances, or where deformation could occur due to handling, shock and vibration likely to be encountered during manufacture, transport and normal operation.

The following priorities should be observed in determining what design measures to adopt:

- where possible, specify design criteria that will eliminate, reduce or guard against hazards;
- where the above is not practicable because the functioning of the equipment would be impaired, specify the use of protective means independent of the equipment, such as personal protective equipment (which is not specified in this document);
- where neither of the above measures is practicable, or in addition to those measures, specify the provision of markings and instructions regarding the residual risks.

There are two types of persons whose safety needs to be considered, **operators** (or **users**) and **service persons**.

Operator is the term applied to all persons other than **service persons**. Requirements for protection should assume that **operators** are not trained to identify hazards, but will not intentionally create a hazardous situation. Consequently, the requirements will provide protection for cleaners and casual visitors as well as the assigned **operators**. In general,

operators should not have access to hazardous parts, and to this end, such parts should only be in service access area or in equipment located in **restricted access areas**.

When **operators** are admitted to **restricted access areas (RAA)** they shall be suitably instructed.

NOTE The term "restricted access area" (RAA) is also known as "restricted access location" (RAL).

Service persons are expected to use their training and skill to avoid possible injury to themselves and others due to obvious hazards that exist in service access areas of the equipment or on equipment located in **restricted access areas**. However, **service persons** should be protected against unexpected hazards. This can be done by, for example, locating parts that need to be accessible for servicing away from electrical and mechanical hazards, providing shields to avoid accidental contact with hazardous parts, and providing labels or instructions to warn personnel about any residual risk.

Information about potential hazards can be marked on the equipment or provided with the equipment, depending on the likelihood and severity of injury, or made available for **service persons**. In general, **operators** shall not be exposed to hazards likely to cause injury, and information provided for **operators** should primarily aim at avoiding misuse and situations likely to create hazards, such as connection to the wrong power source and replacement of fuses by incorrect types.

Moveable equipment is considered to present a slightly increased risk of shock, due to possible extra strain on the supply cord leading to rupture of the earthing conductor. With hand-held equipment, this risk is increased; wear on the cord is more likely, and further hazards could arise if the units were dropped. **Transportable equipment** introduces a further factor because it can be used and carried in any orientation; if a small metallic object enters an opening in the **enclosure**, it can move around inside the equipment, possibly creating a hazard.

0.2 Hazards

0.2.1 General

Application of a safety standard is intended to reduce the risk of injury or damage due to the following:

- electric shock;
- energy related hazards;
- fire;
- heat related hazards;
- mechanical hazards;
- chemical hazards.

NOTE Radiation hazard are not included, as LEDs used for the purpose of indication and display only are not considered to cause hazardous radiation (e.g. like high intense lighting LEDs).

0.2.2 Electric shock

Electric shock is due to current passing through the human body. The resulting physiological effects depend on the value and duration of the current and the path it takes through the body. The value of the current depends on the applied voltage, the impedance of the source and the impedance of the body. The body impedance depends in turn on the area of contact, moisture in the area of contact and the applied voltage and frequency.

Currents of approximately half a milliamp can cause a reaction in persons in good health and may cause injury indirectly due to involuntary reaction. Higher currents can have more direct

effects such as burn or muscle tetanisation leading to inability to let go or to ventricular fibrillation.

It is normal to provide two levels of protection for **operators** to prevent electric shock. Therefore, the operation of equipment under normal conditions and after a single fault, including any consequential faults, should not create a shock hazard.

Harm may result from

- 1) contact with hazardous-live-parts,
- 2) breakdown of insulation between **hazardous-live-parts** and accessible conductive parts,
- 3) contact with circuits above **DVC As** limits,
- 4) breakdown of **operator** accessible insulation, and
- 5) **touch current** (leakage current) flowing from **hazardous-live-parts** to accessible parts, or failure of a **protective earthing** connection. **Touch current** may include current due to EMC filter components.

0.2.3 Energy related hazards

Injury or fire may result from a short-circuit between adjacent poles of high current supplies or high capacitance circuits, causing

- burns,
- arcing, and
- ejection of molten metal.

Even circuits whose voltages are safe to touch may be hazardous in this respect.

Examples of measures to reduce risks include:

- separation;
- shielding;
- provision of safety interlocks.

NOTE Safety interlocks are not described within this document.

0.2.4 Fire

Risk of fire may result from excessive temperatures either under normal operating conditions or due to overload, component failure, insulation breakdown or loose connections. Fires originating within the equipment should not spread beyond the immediate vicinity of the source of the fire, nor cause damage to the surroundings of the equipment.

Examples of measures to reduce risks include:

- providing overcurrent protection;
- using constructional materials having appropriate flammability properties for their purpose;
- selection of parts, components and consumable materials to avoid high temperature which might cause ignition;
- limiting the quantity of combustible materials used;
- shielding or separating combustible materials from likely ignition sources;
- using **enclosures** or barriers to limit the spread of fire within the equipment;
- using suitable materials for **enclosures** so as to reduce the likelihood of fire spreading from the equipment.

0.2.5 Heat related hazards

Injury may result from high temperatures under normal operating conditions, causing

- burns due to contact with hot accessible parts,
- degradation of insulation and of safety-critical components, and
- ignition of flammable liquids.

Examples of measures to reduce risks include:

- taking steps to avoid high temperature of accessible parts;
- avoiding temperatures above the ignition point of liquids;
- provision of markings to warn **operators** where access to hot parts is unavoidable.

0.2.6 Mechanical hazards

Injury may result from

- sharp edges and corners,
- moving parts that have the potential to cause injury,
- equipment instability,
- sonic pressure, and
- flying particles from exploding components (like electrolytic capacitors).

Examples of measures to reduce risks include:

- rounding of sharp edges and corners;
- guarding;
- providing sufficient stability to free-standing equipment;
- selecting suitable components, for example electrolytic capacitors with integral pressure relief to avoid explosion;
- provision of markings to warn **operators** where access is unavoidable.

0.2.7 Chemical hazards

Injury may result from contact with some chemicals or from inhalation of their vapours and fumes.

Examples of measures to reduce risks include:

- avoiding the use of constructional and consumable materials likely to cause injury by contact or inhalation during intended and normal conditions of use;
- avoiding conditions likely to cause leakage or vaporization;
- provision of markings to warn **operators** about the hazards.

0.3 Materials and components

Materials and components used in the construction of equipment should be so selected and arranged that they can be expected to perform in a reliable manner for the anticipated life of the equipment without creating a hazard, and would not contribute significantly to the development of a serious fire hazard. Components should be selected so that they remain within their manufacturers' ratings under normal operating conditions, and do not create a hazard under fault conditions.

1 Scope

1.1 Equipment covered by this document

This part of IEC 61204 specifies the safety requirements for **switch mode power supply (SMPS)** units supplied by source voltages up to 1 000 V AC or 1 500 V DC providing AC and/or DC output(s), except inverter output(s) establishing AC mains (see exceptions in 1.2).

NOTE 1 This document by definition covers DC-DC converters.

NOTE 2 Power supplies may provide accessory AC mains socket outlets, when such outputs are supplied from the AC mains.

This product standard covers both **stand-alone** and **component SMPS** as defined in this document. **DC power and distribution equipment** which provides, distributes, monitors, and controls isolated **secondary circuit** power to other equipment typically used in information and communication technology equipment installations (refer to Annex AC).

Equipment which is within the scope of Annex AC consists of some or all of the following:

- distribution panelboards, powerboards, disconnects, and overcurrent protective devices;
- control and monitoring equipment;
- assemblies consisting of: racks, shelves, and enclosures which could contain any of the above components, interconnecting hardware, **power supplies** (such as rectifiers, converters, and inverters), batteries, and any other related peripheral devices.

Where no standards exist, use of this document for other applications is not precluded.

1.2 Exclusions

This document does not cover:

- functional safety aspects as covered by for example IEC 61508 (all parts);
- reliability and risk considerations (e.g. related to power loss);
- information and communication technology equipment other than **SMPS** to such apparatus;
- electrical equipment and systems for railways applications and electric vehicles.
- motor-generator sets;
- uninterruptible power supplies (UPS);
- direct plug-in power units;
- power supplies according to IEC 61558 (all parts) covering linear power supply units incorporating safety isolating transformers providing **SELV** or **PELV** output(s) in accordance with IEC 60364-4-41 and **SMPS** for use with household and other consumer products;
- transformers covered by IEC 61558-1;
- step-down converters covered by IEC 60146-1-1;
- **SMPS** and converters for use with or in products covered by IEC 61347-2-2;
- **AC or DC mains supply** distribution equipment which is part of the building wiring system and not an integral part of the equipment used in **DC power and distribution equipment**, batteries, the design or installation of **DC power and distribution** conductors and other building installation wiring (not covered by Annex AC).

1.3 Additional requirements

Requirements additional to those specified in this document may be necessary for

- **SMPS** which comply with this document and satisfy the requirements of **SMPS** for use in or with other equipment, when referenced in such end product standards,
- **SMPS** intended for operation in special environments (for example, extremes of temperature; excessive dust, moisture or vibration (e.g. earth quake zones); flammable gases; and corrosive or explosive atmospheres),
- **SMPS** intended to be used in vehicles, on board ships or aircraft, or in tropical countries, and
- **SMPS** intended for use where ingress of water is possible; for guidance on such requirements and on relevant testing, see IEC 60529.

NOTE Attention is drawn to the fact that authorities in some countries impose additional requirements for health, environmental and similar reasons.

2 Normative references

Clause 2 of IEC 62477-1:2012 applies with the following exceptions/additions:

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60320 (all parts), *Appliance couplers for household and similar general purposes*

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 60417:2002 [online database], *Graphical symbols for use on equipment* [viewed 2016-06-24]. Available at <http://www.graphical-symbols.info/>

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

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60695-11-20:1999, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60730-1:2010, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60738-1:2009, *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification*

IEC 60747-5-5:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers*

IEC 60799, *Electrical accessories – Cord sets and interconnection cord sets*

IEC 60851-3:2009, *Winding wires – Test methods – Part 3: Mechanical properties*

IEC 60851-5:2008, *Winding wires – Test methods – Part 5: Electrical properties*

IEC 60851-6:1996, *Winding wires – Test methods – Part 6: Thermal properties*

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

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 61058-1:2000, *Switches for appliances - Part 1: General requirements*

IEC 61058-1:2000/AMD1:2001

IEC 61058-1:2000/AMD2:2007

IEC 61293:1994, *Marking of electrical equipment with ratings related to electrical supply – Safety requirements*

IEC 61558-1:2005, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2 (all parts), *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V*

IEC 61810-1:2008, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements*

IEC 62368-1:2014, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

IEC 62477-1:2012, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62477-1:2012 apply, except as follows.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.7

DVC As

Replacement of the definition:

secondary circuit providing only safe to touch voltage, under normal and fault conditions and limited overvoltages

Note 1 to entry: For limits refer to Table 5.

Note 2 to entry: The limitation of overvoltage is not related to electric shock, but necessary due to interconnection of circuitry and possible affect to insulation relied on for safety.

3.8 DVC Ax

Addition:

Note 1 to entry: Only **DVC As** is used within this document (refer to 3.100.5).

Note 2 to entry: Wherever IEC 62477-1:2012 uses the definition **DVC Ax**, it shall be read as **DVC As** in context with this document.

3.24 mains supply

Replacement of the definition:

power distribution system that is either an AC **mains supply** or a DC **mains supply**

3.39 protective class III

Replacement of the definition:

equipment in which protection against electric shock relies on supply at **DVC As** and in which voltages higher than those of **DVC As** are not generated and there is no provision for **protective earthing**

Additional terms and definitions:

3.100 General

The terms and definitions of **SELV/PELV** circuits are inconsistent throughout the standards. Therefore the definition for **DVC** circuits has been introduced. Where references are made of this document to clauses of the IEC 62477-1:2012 containing requirements for **SELV** and **PELV** circuits, such requirements shall be disregarded. Refer also to 4.4.6.4.2 for further details.

Wherever the IEC 62477-1:2012 document states or refers to a **power electronic converter system (PECS)**, it shall be more specifically understood as **switch mode power supply (SMPS)** together with this document.

3.100.1 abnormal operation conditions

temporary operating condition that is not a normal operating condition and is not a single fault condition of the equipment itself

Note 1 to entry: An abnormal operating condition may be introduced by the equipment or by a person and may result in a failure of a component, a device or insulation.

3.100.2 AC mains supply

low voltage AC power distribution system for supplying power to AC equipment

3.100.3 DC mains supply

a DC power distribution system, with or without batteries, external to the equipment, for supplying power to DC powered equipment at hazardous energy level (> 240 VA after 60 s)

3.100.4**DC power and distribution equipment**

equipment to supply DC power to information and communication technology equipment

Note 1 to entry: Normally consisting of batteries, power supplies, control and monitoring circuits, and distribution panels all interconnected to provide isolated secondary circuit power to information and communication technology equipment loads. Components within this system are normally installed in racks, cabinets, or other structures

3.100.5**DVC B**

secondary circuit which stays in certain voltage limits under normal and fault conditions

Note 1 to entry: Refer to Table 5.

3.100.6**DVC C**

any circuit not meeting the separation requirements or voltage limits for **DVC B** or **DVC As**

3.100.7**electric strength**

dielectric strength

ability of the insulation against the effects of the electric field as investigated by electric strength tests

Note 1 to entry: Any reference to electric strength tests made within this document refers to both an impulse voltage test and an AC and DC voltage test.

Note 2 to entry: An AC and DC voltage test can be used alternatively to an impulse voltage test as described in 5.2.3.3, see 5.2.3.4 for details.

3.100.8**auxiliary socket-outlet**

mains socket-outlet

AC output which is either directly connected or via EMC filtering components, AC switches or fuses to the **AC mains supply**

3.100.9**moveable equipment**

equipment that is either

- 18 kg or less in mass and not fixed in place, or
- provided with wheels, casters, or other means to facilitate movement by an ordinary person as required to perform its intended use

3.100.10**operator**

user

any person, other than a **service person**

3.100.11**secondary circuit**

circuit that has no direct connection to a AC mains circuit and derives its power from a transformer, converter or equivalent isolation device, from a battery or DC mains

3.100.12**service person**

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

3.100.13

stand-alone switch-mode power supply

switch mode power supply (SMPS) that in itself is an end use product

3.100.14

stationary equipment

- fixed equipment, or
- permanently connected equipment, or
- equipment that, due to its physical characteristics, is normally not moved

Note 1 to entry: Stationary equipment is neither movable equipment nor transportable equipment.

3.100.15

switch-mode power supply

SMPS

an electrical or electronic device, incorporating a switching regulator to efficiently convert electrical power, transforming electrical power into single or multiple power outputs

Note 1 to entry: It may also isolate, regulate and/or convert the power. This may consist of one or more individual **SMPS** with associated circuitry and hardware.

3.100.16

component SMPS

switch mode power supply (SMPS) which may not comply with some of the requirements of the standard such as **enclosure** requirements

Note 1 to entry: This type of **SMPS** is intended for incorporation within an end product, which in turn complies with all the requirements of the end product standard.

3.100.17

transportable equipment

equipment that is intended to be routinely carried

4 Protection against hazards

The provisions of Clause 4 of IEC 62477-1:2012 apply, except as follows.

4.1 General

Replacement:

Clause 4 defines the minimum requirements for the design and construction of a SMPS, to ensure its safety during installation, normal operating conditions and maintenance for the expected lifetime of the SMPS. Consideration is also given to minimising hazards resulting from reasonably foreseeable misuse.

Protection against hazards shall be maintained under normal and single fault conditions, as specified in this document.

Components compliant with a relevant IEC product standard which provides similar safety requirements as the requirement of this document do not require separate evaluation.

Components or assemblies of components, for which no relevant product standard exists, shall be tested according to the requirements of this document.

Where the SMPS is intended to be used together with specific auxiliary equipment, the safety evaluation and test shall include this auxiliary equipment unless it can be shown that it does not affect the safety of either equipment.

Addition:

4.1.100 Constructions not specifically covered

Where the equipment involves technologies and materials or methods of construction not specifically covered in this document, the equipment shall provide a level of safety not less than that generally afforded by this document and the principles of safety contained herein.

NOTE The need for additional detailed requirements to cope with a new situation is brought promptly to the attention of the appropriate committee.

4.1.101 Orientation during transport and use

4.1.101.1 General

Where it is clear that the orientation of the equipment is likely to have a significant effect on the application of the requirements or the results of tests, all orientations of use permitted in the installation or operating instructions shall be taken into account. For **transportable equipment**, all orientations of transport and use shall be taken into account.

4.1.101.2 Choice of criteria

Where the standard permits a choice between different criteria for compliance, or between different methods or conditions of test, the choice is specified by the manufacturer.

4.1.101.3 Conductive liquids

For the electrical requirements of this document, conductive liquids shall be treated as conductive parts.

4.2 Fault and abnormal conditions

Replacement:

The SMPS shall be designed to avoid operating modes or sequences that can cause a fault condition or component failure leading to a hazard, unless other measures to prevent the hazard are provided by the installation and are described in the installation information provided with the SMPS. The requirements in this clause also apply to abnormal operating conditions as applicable.

Circuit analysis or testing shall be performed to determine whether or not failure of a particular component (including insulation systems) would result into hazard.

This analysis shall include situations where a failure of the component or any insulation other than **double** or **reinforced insulation** would result in

- an impact on the decisive voltage classification voltage limits (Table 5),
- a risk of electric shock due to an impact on any of the methods for protection against electric shock according to 4.4,
- a risk of energy hazard according to 4.5,
- a risk of degradation due to emission of flame, burning particles or molten metal of the fire according to 4.6,
- a risk of thermal hazard due to high temperature according to 4.6, and
- a risk of mechanical hazard according to 4.7.

The effects of short circuit and open-circuit conditions of the component or between components or between printed wiring board (PWB) traces shall be considered. Testing is necessary unless analysis can conclusively show that no hazard will result in case of the these failure modes. Compliance shall be checked by investigation or test of 5.2.4.6.

The evaluation of components shall be based on the expected stress occurring in the expected lifetime of the SMPS including, but not limited to

- specified climatic and mechanical conditions according to 4.9 (temperature, humidity, vibration, etc.),
- electrical characteristics according to 4.4.7 (expected impulse voltage, working voltage, temporary overvoltage, etc.), and
- micro environment according to 4.4.7 (pollution degree, humidity, etc.).

Components shall meet the requirements of Clause 7.

Clearance and creepage distances, dimensioned to 4.4.7.4 and 4.4.7.5 and/or solid insulation dimensioned to 4.4.7.8 for **double** or **reinforced insulation** does not need to be faulted.

Functional insulation on PWB and between legs of components assembled on PWBs not fulfilling the requirements for clearance and creepage distance in 4.4.7.4 and 4.4.7.5 shall meet the requirement of 4.4.7.7.

Addition:

4.2.100 Application of faults and abnormal conditions

A single fault consists of a single failure of any insulation (excluding **double insulation** or **reinforced insulation**) or a single failure of any component (excluding components with **double insulation** or **reinforced insulation**).

The equipment construction, circuit diagrams, component specifications, including **functional insulation** are examined to determine those **single fault conditions** that might reasonably be expected. In particular:

- short-circuits and open circuits of semiconductor devices and capacitors;
- faults causing continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation;
- internal faults in integrated circuits causing excessive dissipation;
- failure of **functional** or **basic insulation**, where this might affect
 - accessible conductive parts;
 - earthed conductive screens;
 - parts of **DVC As** circuits;
 - parts of limited current circuits described in clause 4.4.5.102.
- as a minimum, the following examples of abnormal operating conditions shall be considered, as applicable:
 - for equipment with controls accessible to an user, adjustment of the controls, both individually and collectively, for worst-case operating conditions;
 - applicable testing as indicated in Table 22;
- fault conditions as described in IEC 60990:1999, 6.2.2.
- any other faults or conditions that might affect the safety of the power supply.

4.3 Short circuit and overload protection

The provisions of 4.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4 Protection against electric shock

4.4.1 General

The provisions of 4.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.2 Decisive voltage class

4.4.2.1 General

Replacement:

No access protection is required if under normal operation and under **single fault condition** the **DVC As** limits, derived from Table 5, are not exceeded in this document. Values of **DVC B** are not allowed to be touchable by the test finger, except for connectors of telecommunication circuits. **DVC C** is not allowed to be touched, and clearance requirements to the test finger do apply.

NOTE Refer to Table A.4, row 4 for examples on clearance requirements.

4.4.2.2 Determination of decisive voltage class

4.4.2.2.1 General

The provisions of clause 4.4.2.2.1 of IEC 62477-1:2012 do not apply.

NOTE The considerations related to **SMPS** regarding their application and environment lead to the conclusion to only use the DVC A voltage levels for dry hand and DVC A2 for water wet environments.

Addition:

4.4.2.2.1.100 Additional DVC considerations

The manufacturer defines the **DVC** for the individual output circuits and provides the information with the accompanying documentation.

Inputs/output circuits with rated voltages within the limits of **DVC As** are investigated as **DVC As** circuits, except they are differently specified by the manufacturer (see 6.2.101) and only intended to be accessed by a **service person**.

SELV and **PELV** circuits have to be **DVC** classified in order to apply the proper requirements. **DVC** circuits can be earthed or unearthed.

NOTE **SELV** and **PELV** circuits are covered as DVC As or DVC B depending on working voltage. The maximum DVC B voltage is limited to the ELV limits as defined in IEC 61140 (same as **SELV** and **PELV**) under normal and single fault condition and is used for example, as interface to **SELV/PELV** circuits.

For determination of transients of any other external circuit, 5.4.2.3.2.4 and Table 14 of the IEC 62368-1:2014 can be used.

4.4.2.2.1.101 DVC As levels for water wet locations

Accessible parts and **DVC As** outputs of **SMPS** designed for usage in water wet locations shall comply with reduced voltage levels as defined in Table 5.

4.4.2.2.2 Selection tables for contact area and skin humidity condition

The provisions of 4.4.2.2.2 of IEC 62477-1:2012 do not apply.

4.4.2.2.3 Limits of the working voltage for the DVC

Replacement:

The provisions of clause 4.4.2.2.3 of IEC 62477-1:2012 are replaced by:

Limits for the **working voltage** regarding the **DVC** for normal operation and during fault and abnormal operation are given in Table 5.

Table 5 of IEC 62477-1:2012 is replaced by Table 5 of this document.

Table 5 – Voltage limits

DVC	Limits of working voltage during normal operation V				Limits of working voltage during fault and abnormal conditions V	
	AC voltage (RMS) U_{AC}	AC voltage (peak) U_{peak}	DC voltage (mean) U_{DC}	Limit for overvoltage U_{peak}	Voltage (peak AC or DC) up to 200 ms ^{a,d}	Voltage (peak AC or DC) after 1 000 ms ^{a,d}
As	30/12 ^c	42,4/17 ^c	60/28 ^c	1 500 ^e	120	NOPL ^b
B	50	71	120	1 500 ^e		
C	all circuits not meeting DVC As or DVC B			N/A	N/A	

^a Linear interpolation is allowed between 200 ms and 1 000 ms.

^b Relevant normal operation limit (NOPL), as described in this table, corresponding to the appropriate voltage type.

^c Limits for water wet location applications.

^d Single pulses relate to DC voltage limits and repetitive pulses relate to AC voltage limits.

^e Maximum transients with the 1,2/50 μs impulse characteristic.

NOTE DVC A1 and A3 limits are not used.

For testing, see 5.2.4.

4.4.2.3 Requirements for protection against electric shock

Replacement:

The provisions of clause 4.4.2.3 of IEC 62477-1:2012 are replaced by:

User and service persons shall be protected against electric shock by the methods for **enhanced protection** outlined in 4.4.5.

The requirement of this document for protection against electric shock to be provided by Table 6 unless other insulation means are provided, in which case failure analysis and testing shall show that the requirements of 4.1 and 4.4 are met.

Table 6 – Separation requirements for circuit under consideration

Circuit under consideration ^e	To operator accessible parts and parts not reliably connected to PE ^a	To service accessible parts	To service accessible parts in RAL	To PE and conductive parts reliably connected to PE	DVC As	DVC B	DVC C
DVC As	None ^b	None ^b	None ^b	None ^b	None ^{b,c}	PS	PS
DVC B	SS ^d	SS	None ^b	None ^b		None ^{b,c}	PS
DVC C	PS ^d	PS	PS	SS			None ^{b,c}

NOTE This table describes the separation requirements between different galvanically separated circuits.

SS: Simple separation

PS: Protective separation

^a For example, functionally earthed.

^b Protection is not necessary for safety, but may be required for functional reasons according to 4.4.7.3. For DVC As circuits located in different environments, SS shall be used.

^c PS is needed, if a single insulation fault between circuits leads to a violation of the individual circuits DVC classification.

^d SS to tip of test finger and PS to enclosure contact point of test finger. See row 4 of Table A.4.

^e For water-wet environmental conditions, DVC As circuits for dry environment (higher limits of Table 5) and DVC B are to be read as DVC C circuits (in this table only) to determine the separation requirements.

NOTE Refer to Annex AD for further explanation.

4.4.3 Provision for basic protection

4.4.3.1 General

Replacement:

Basic protection is employed to establish a first level of protection to prevent persons from touching **hazardous-live-parts**.

It shall be provided by means of basic insulation of **live parts** in 4.4.3.2.

NOTE 1 Basic protection itself is considered insufficient for protection of users, as basic protection can be damaged or faulted.

NOTE 2 Refer to Annex AD for further explanation.

4.4.3.2 Protection by means of basic insulation of live parts

Replacement:

Basic insulation may be provided by solid insulation or air clearance.

The insulation shall be rated according to the impulse voltage, temporary overvoltage or working voltage (see 4.4.7.2.1), whichever gives the most severe requirement. It shall not be possible to remove the insulation without the use of a tool or key.

An accessible conductive part is considered to be conductive if its surface is bare or is covered by an insulating layer that does not comply with the requirements of at least basic insulation.

Basic insulation has to be provided as required by Table 6.

The basic insulation shall be designed and tested to withstand the impulse voltages and temporary overvoltages for the circuits to which they are connected. See 5.2.3.2 and 5.2.3.4 for tests.

Clause A.7 provides examples of the use of elements of protective measures.

4.4.3.3 Protection by means of enclosures or barriers

Replacement:

Refer to clause 4.4.5.100.

4.4.3.4 Protection by means of limitation of touch current and charge

Replacement:

Refer to clause 4.4.5.102 or 4.4.5.103 as relevant.

4.4.3.5 Protection by means of limited voltages

The provisions of clause 4.4.3.5 of IEC 62477-1:2012 do not apply.

NOTE Requirements regarding limited voltages are located in 4.4.5.101.

4.4.4 Provision for fault protection

4.4.4.1 General

Replacement:

Fault protection is employed to establish a second level of protection to prevent persons from touching ***hazardous-live-parts***. Fault protection requires basic protection first and shall be provided in addition by one or more of the following measures:

- a) protective equipotential bonding in 4.4.4.2 in combinations with the PE conductor in 4.4.4.3;
- b) automatic disconnection of supply in 4.4.4.4;
- c) ***supplementary insulation*** in 4.4.4.5;
- d) electrically protective screening in 4.4.4.7.

Addition:

4.4.4.1.100 Additional measures for protection

In addition to the measures outlined in 4.4.4.1, it can be necessary in an electrical circuitry to provide additional measures to prevent from a risk of electric shock resulting from ***single fault*** or ***abnormal operating condition*** as investigated according to 4.2.

These additional measures, consisting of components or insulation, shall be carefully selected to ensure operation over the product lifetime.

NOTE 1 An example would be voltages on the secondary side of an isolating transformer in a SMPS, which exceed the voltage limits of DVC As, but additional components in the secondary side ensure that the output voltage of the SMPS meets the limits of DVC As under normal and fault conditions.

NOTE 2 Functional safety according to IEC 61508 (all parts) or IEC 60730-1 can be used to achieve an acceptable level of safety by means of electronics (e.g. integrated circuits, ASICs, FPGAs) with or without software. However, this document does not provide any guidance on selection of an acceptable risk level. A SMPS can be also investigated according to this document by disabling or extensive simulation of faults on such safety means.

Two output circuits have to be separated by protective separation, if fault testing of combinations of circuits, according to 4.2, leads to an excess of the relevant circuit limits.

4.4.4.2 Protective equipotential bonding

4.4.4.2.1 General

The provisions of 4.4.4.2.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.4.2.2 Rating of protective equipotential bonding

The provisions of 4.4.4.2.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.4.3 PE conductor

4.4.4.3.1 General

The provisions of 4.4.4.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.4.3.2 Means of connection for the PE conductor

The provisions of 4.4.4.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.4.3.3 Requirements for reliable earthing

The provisions of 4.4.4.3.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE The header of this subclause has been changed for easier understanding.

4.4.4.4 Automatic disconnection of supply

The provisions of 4.4.4.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.4.5 Supplementary insulation

The provisions of 4.4.4.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.4.5.100 Provision of supplementary insulation

Supplementary insulation has to be provided as required by Table 6.

4.4.4.6 Simple separation between circuits

The provisions of 4.4.4.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.4.7 Electrically protective screening

The provisions of 4.4.4.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.5 Enhanced protection

4.4.5.1 General

Replacement:

The provisions of 4.4.5.1 of IEC 62477-1:2012 are replaced by:

Enhanced protection is generally acceptable to protect the user or service person. It consists of two levels of protection, or one reinforced level of protection considered equivalent to two levels of protection, to prevent persons from touching **hazardous-live-parts**.

Enhanced protection is achieved by:

- protection by prevention of access, as described in 4.4.5.100; or
- protection by protective separation between circuits in 4.4.5.3, together with at least one of the following measures for:
 - a) limitation of voltage, as described in 4.4.5.101;
 - b) limitation of current, as described in 4.4.5.102;
 - c) limitation of energy or charge, as described in 4.4.5.103;
 - d) protective impedance, as described in 4.4.5.4.

Additional protection as described in 4.4.4.1.100 might be necessary to comply with these measures.

NOTE Refer to Annex AD for further explanation.

4.4.5.2 Reinforced insulation

The provisions of 4.4.5.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.5.3 Protective separation between circuits

The provisions of 4.4.5.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.5.4 Protection by means of protective impedance

The provisions of 4.4.5.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.5.100 Protection by prevention of access

Operator access to parts or circuits other than **DVC As** shall be:

- arranged in **enclosures** or located behind **enclosures** or barriers, which meet at least the requirements of the protective type IPXXB according to Clause 7 of IEC 60529:1989;
- located under top surfaces of enclosures or barriers which are accessible when the equipment is energized fulfilling the test with the IP3X test probe of 5.2.2.2.

For **moveable equipment** with no defined top and bottom the test with the IP3X test probe of 5.2.2.2 applies to all sides.

If the **SMPS** is installed in a **restricted access area**, IPXXB instead of the test with the IP3X test probe of 5.2.2.2 applies.

Compliance is shown by test of 5.2.2.2.

It shall only be possible to open **enclosures** or remove barriers:

- with the use of a tool or key; or
- after de-energization of parts or circuits other than DVC As.

Where the **enclosure** is required to be opened and the **SMPS** energized during installation or maintenance:

- a) parts or circuits other than **DVC As** shall be protected by at least IPXXA; and
- b) parts or circuits other than **DVC As** that are likely to be touched when making adjustments shall be protected by at least IPXXB; and
- c) it shall be ensured that persons are aware that parts or circuits other than **DVC As** are accessible.

Protection of a **service person** in **restricted access areas** can be alternatively achieved by:

- a) means of **basic insulation of live parts** in 4.4.3.2 or below methods of b) and c);
- b) prevention of contact parts or circuits other than **DVC As** or **DVC B** and
- c) prevention of unintentional contact by usage of warning markings for non-obvious hazards (e.g. discharge of capacitors).

For marking requirements, see 6.3.7.1.

Enclosures of **protective class I** products have to meet 4.4.6.2 and **enclosures** of **protective class II** products have to meet 4.4.6.3.

4.4.5.101 Protection by limitation of voltage

Operator access is only allowed to parts/circuitry or simultaneously accessible parts/circuitry of **DVC As** except for connectors with **DVC B** for telecommunication circuits (see 4.4.2.1). Within this document a **DVC As** represents a safe to touch circuit, as it has to meet:

- a) protective separation requirements as outlined in 4.4.5; and
- b) voltage limits according to Table 5, during normal and fault conditions, with considerations according to 4.2 and testing to 5.2.4.

Service person access is allowed to parts/circuitry or simultaneously accessible parts/circuitry up to voltages at **DVC B**.

The **DVC B** circuit has to meet:

- a) protective separation requirements as outlined in 4.4.5; and
- b) voltage limits according to 4.4.2.2.3 Table 5, during normal and fault conditions, with considerations according to 4.2 and testing to 5.2.4.

4.4.5.102 Protection by limitation of current

Access to parts able to deliver currents over the limits of Table 100 shall be prevented under normal, fault and abnormal operation, except for conductive parts reliably connected to PE according to 4.4.4.3.3, if they are marked as described in 6.3.7.4.

Table 100 – Limits for access of current

Frequency range	Normal operation limit ^{a,b}	Fault condition limit ^{a,b}
Direct current	2 mA	10 mA
Up to 1 kHz	0,5 mA RMS or 0,7 mA peak	3,5 mA RMS or 5 mA peak
1 kHz up to 100 kHz	0,5 mA RMS. x frequency in kHz or 0,7 mA peak. x frequency in kHz	3,5 mA RMS + 0,95 x frequency in kHz or 5 mA peak + 0,95 x frequency in kHz
Above 100 kHz	50 mA RMS or 70 mA peak	100 mA RMSA or 140 mA peak
^a For non-sinusoidal waveforms, the peak values apply and the current is measured using the measuring network specified in Figure 4 of IEC 60990:1999, for currents up to 2 mA, or Figure 5 of IEC 60990:1999, for currents above.		
^b For sinusoidal waveforms and DC, the RMS values apply and the current may be measured using a 2 000 Ω resistor.		

The currents are measured according to 5.2.3.7 and 5.2.3.7.100.

When protective impedances are used to bridge any insulation 4.4.5.4 and 4.4.7.1.7 applies.

4.4.5.103 Protection by limitation of energy or charge

The limitation of energy or charge has to be investigated in unloaded condition.

Operator access to parts at an energy above 0,5 mJ shall be prevented under normal and under fault and abnormal operation. Additionally, the requirements for capacitor discharge of 4.4.9 and access with test finger to hazardous energy level of 4.5.1.1 apply.

NOTE 1 Voltage limits at a certain capacitance can be calculated over the formula $U = \sqrt{\frac{E}{C}}$.

Service persons shall not have access to a stored charge above 50 µC, with the exception that there is no energy limit in **restricted access areas**, if the preventions of 4.4.5.100 are used.

NOTE 2 Voltage limits at a certain capacitance can be calculated over the formula $U = \frac{Q}{C}$.

4.4.6 Protective measures

4.4.6.1 General

The provisions of 4.4.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE Refer to Annex AD for further explanation.

4.4.6.2 Protective measures for protective class I equipment

The provisions of 4.4.6.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.6.3 Protective measures for protective class II equipment

Replacement:

Protective class II equipment shall meet the requirements for enhanced protection according to 4.4.5.

Protective class II equipment shall not have means of connection for the PE conductor. This does not apply if a PE conductor is passed through the equipment to equipment series connected beyond it.

In the latter case, the PE conductor and its means for connection shall be separated from

- accessible surface of the equipment, and
- circuits which employ protective separation

with at least basic insulation designed according to the rated voltage of the series-connected equipment.

Equipment of protective class II may have provision for the connection of an earthing conductor for functional reasons or for the damping of overvoltages. In this case, the functional earthing conductor shall meet the same separation requirements like a **DVC As** circuit.

Equipment of protective class II shall be marked according to 6.3.7.3.3.

Compliance is checked by inspection.

4.4.6.4 Protective measures for protective class III equipment or circuits

4.4.6.4.1 General

The provisions of 4.4.6.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.6.4.2 Connection to PELV and SELV circuits

Replacement:

External **PELV** or **SELV** circuits have to be classified to a **DVC**, as defined in Table 5, for the investigation and treated according to their **DVC** classification.

NOTE **SELV/PELV** are usually considered **DVC B**.

4.4.7 Insulation

4.4.7.1 General

4.4.7.1.1 Influencing factors

The provisions of 4.4.7.1.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.1.2 Pollution degree

The provisions of 4.4.7.1.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.1.3 Overvoltage category (OVC)

The provisions of 4.4.7.1.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.1.4 Supply system earthing

The provisions of 4.4.7.1.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.1.5 Determination of impulse withstand voltage and temporary overvoltage

The provisions of 4.4.7.1.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.1.6 Determination of the system voltage

4.4.7.1.6.1 For AC mains supply

The provisions of 4.4.7.1.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.1.6.1.100 For DC mains supply

4.4.7.1.6.1.100.1 Transients for a DC mains supply

The transients for a DC **mains supply** have to be determined taking into account the overall installation conditions.

Table 9 of IEC 62477-1:2012 can be used to determine transients, if there is no information on the final application.

4.4.7.1.6.1.100.2 Connection to a DC mains supply

For safe and reliable connection to a DC mains supply, equipment shall be provided with one of the following:

- terminals for permanent connection to the supply;
- a non-detachable power supply cord for permanent connection to the supply, or for connection to the supply by means of a plug;
- an appliance inlet for connection of a detachable power supply cord.

Plugs and appliance inlets shall not be of a type that is used for AC mains supplies if a hazard could be created by their use. Plugs and appliance inlets shall be so designed that reverse polarity connections are prevented if a hazard could be created by such connection.

It is permitted for one pole of the DC **mains supply** to be connected both to an equipment mains input terminal and to the main **protective earthing** terminal of the equipment, if any, provided the equipment installation instructions detail the proper earthing for the system.

Compliance is checked by inspection.

4.4.7.1.6.1.100.3 Disconnection from a DC mains supply

Additionally to the requirements for disconnection of a **SMPS**, the disconnection device shall be rated for the DC voltage and current, and be able to interrupt the expected currents.

4.4.7.1.6.2 For non-mains supply

Replacement:

For SMPS supplied by non-mains AC or DC, the system voltage is the RMS value of the supply voltage between poles.

NOTE Non-mains supply can also relate to an external communication circuit, supplying power to the SMPS or is being supplied by the SMPS.

4.4.7.1.7 Components bridging insulation

The provisions of 4.4.7.1.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.1.7.100 Selection requirements for components

As an option, already investigated components selected and used as described under

- a) 7.10 for surge protection devices (SPDs), and
- b) 7.13 for capacitors and RC units

are considered acceptable in the meaning of this document.

4.4.7.2 Insulation to the surroundings

4.4.7.2.1 General

The provisions of 4.4.7.2.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.2.2 Circuits connected to mains supply

The provisions of 4.4.7.2.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.2.3 Circuits connected to non-mains supply

The provisions of 4.4.7.2.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE For committee considerations related to overvoltage category, refer to 4.4.7.2.3.100.

Addition:

4.4.7.2.3.100 Overvoltage in supply circuitry

The standard overvoltage category considered in the scope of this document is overvoltage category II, and Table 9 of IEC 62477-1:2012 applies, except if specified differently by the manufacturer and relevant information is provided in the accompanying documentation.

4.4.7.2.4 Insulation between circuits

The provisions of 4.4.7.2.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.3 Functional insulation

The provisions of 4.4.7.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.3.100 Additional requirements for functional insulation

Functional insulation shall satisfy one of the following requirements a) or b) or c).

- a) They meet the clearance and creepage distance requirements for **functional insulation** according to cl. 4.4.7.4 and 4.4.7.5.
- b) They withstand the electric strength tests for **simple separation** according to 5.2.3.4.2.
- c) They are short-circuited where a short-circuit could cause
 - overheating of any material creating a risk of fire, unless the material that could be overheated is of V-1 class material, or
 - thermal damage to **basic insulation, supplementary insulation** or **reinforced insulation**, thereby creating a risk of electric shock.
 - a hazardous result during fault and abnormal testing.

4.4.7.4 Clearance distances

4.4.7.4.1 Determination

The provisions of 4.4.7.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.4.2 Electric field homogeneity

The provisions of 4.4.7.4.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.4.3 Clearance to conductive enclosures

The provisions of 4.4.7.4.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.5 Creepage distances

4.4.7.5.1 Insulating material groups

The provisions of 4.4.7.5.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.5.2 Determination

The provisions of 4.4.7.5.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.6 Coating

The provisions of 4.4.7.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.7 PWB spacings for functional insulation

The provisions of clause 4.4.7.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.8 Solid insulation

4.4.7.8.1 General

The provisions of 4.4.7.8.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.8.2 Material requirements

The provisions of 4.4.7.8.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.8.2.100 Thickness through insulation

Except where another subclause of clause 4.4.7.8 applies, distances through insulation shall be dimensioned according to the application of the insulation and as follows:

- if the working voltage does not exceed DVC B limits, there is no requirement for distance through insulation;
- if the working voltage exceeds DVC B voltage limits, the following rules apply:
 - for basic insulation, no minimum distance through insulation is specified, but shall meet the electric strength requirements of 4.4.7.10.1 for basic insulation;
 - for supplementary insulation or reinforced insulation comprised of a single layer, the minimum distance through insulation shall be 0,4 mm and shall meet the electric strength requirements of 4.4.7.10.2 for supplementary insulation or reinforced insulation as applicable;
 - for supplementary insulation or reinforced insulation comprised of multiple layers, the minimum distance through insulation shall comply with 4.4.7.8.3.

4.4.7.8.3 Thin sheet or tape material

4.4.7.8.3.1 General

The provisions of 4.4.7.8.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.8.3.2 Material thickness equal to or more than 0,2 mm

The provisions of 4.4.7.8.3.2 of IEC 62477-1:2012 do not apply.

4.4.7.8.3.3 Material thickness less than 0,2 mm

The provisions of 4.4.7.8.3.3 of IEC 62477-1:2012 do not apply.

Addition:

4.4.7.8.3.3.100 Thin sheet material

Thin sheet material shall meet one of the following requirements:

- supplementary insulation consisting of two layers of material, each layer shall meet the electric strength requirements of 4.4.7.10.1 for supplementary insulation; or
- supplementary insulation consisting of three layers of material, any combination of two layers shall meet the electric strength requirements of 4.4.7.10.1 for supplementary insulation; or
- reinforced insulation consisting of two layers of material, each layer shall meet the electric strength requirements of 4.4.7.10.2 for reinforced insulation; or
- reinforced insulation consisting of three layers of material, any combination of two layers shall meet the electric strength requirements of 4.4.7.10.2 for reinforced insulation.

If more than three layers are used, layers may be divided into two or three groups of layers.

Each group of layers shall pass the electric strength tests for the appropriate insulation.

A test on a layer or group of layers is not repeated on an identical layer or group.

4.4.7.8.3.4 Compliance

The provisions of 4.4.7.8.3.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.8.3.100 Separable thin sheet material

For separable layers, electric strength tests are applied in accordance with 4.4.7.10 to a single layer.

The test procedure is given in 5.2.3.102.

4.4.7.8.3.101 Non-separable thin sheet material

NOTE Requirements have been taken from IEC 62368-1.

4.4.7.8.3.101.1 General

For insulation consisting of non-separable thin sheet materials the test procedures in Table 101 are applied. There is no requirement for all layers of insulation to be of the same material and thickness.

Compliance is checked by inspection and by the tests specified in Table 101.

Table 101 – Tests for insulation in non-separable layers

Number of layers	Test procedure
Supplementary insulation	
Two or more layers:	The test procedure of 5.2.3.103 is applied.
Reinforced insulation	
Two layers:	The test procedure of 5.2.3.103 is applied.
Three or more layers:	The test procedures 5.2.3.103 and 5.2.3.104 ^a are applied.
NOTE The purpose of the tests in 5.2.3.104 is to ensure that the material has adequate strength to resist damage when hidden in inner layers of insulation. Therefore, the tests are not applied to insulation in two layers. The tests in 5.2.3.104 are not applied to supplementary insulation .	
^a Where the insulation is integral to winding wire, the test does not apply. For insulated winding wires for use without interleaved insulation, 4.4.7.8.5.100 applies.	

4.4.7.8.4 Printed wiring boards (PWBs)

4.4.7.8.4.1 General

The provisions of 4.4.7.8.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.8.4.1.100 Insulation of inner PWB layers acting as solid insulation

For the inner layers of multi-layer PWBs, the insulation between adjacent tracks on the same layer shall only be acceptable as solid insulation, when tested to 4.4.7.9.

4.4.7.8.4.2 Use of coating materials

The provisions of 4.4.7.8.4.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.8.5 Wound components

The provisions of 4.4.7.8.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.4.7.8.5.100 Insulated winding wires for use without interleaved insulation

The winding wire shall comply with Annex AA. The minimum number of overlapping layers of spirally wrapped tape or extruded layers of insulation shall be as follows:

- for **basic insulation**: one layer;
- for **supplementary insulation**: two layers;
- for **reinforced insulation**: three layers.

For insulation between two adjacent winding wires, one layer on each conductor is considered to provide **supplementary insulation**.

Wires investigated to IEC 60950-1:2005/AMD1:2009/AMD2:2013, Annex U, or IEC 62368-1:2014, Annex J, are equally accepted.

The winding wire shall pass a routine test for electric strength test.

4.4.7.8.6 Potting materials

The provisions of 4.4.7.8.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.9 Connection of parts of solid insulation (cemented joints)

The provisions of 4.4.7.9 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.10 Requirements for electrical withstand capability

4.4.7.10.1 Basic or supplementary insulation

The provisions of 4.4.7.10.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.7.10.2 Double or reinforced insulation

The provisions of 4.4.7.10.2 of IEC 62477-1:2012 apply:

Addition:

4.4.7.10.2.100 Level of testing

When conducting electrical testing according to 4.4.7.10, the following shall apply.

- Testing with impulse withstand voltage and AC or DC voltage is used to test suitability of insulation. Spacings are investigated to 5.2.2.1.
- Partial discharge testing is conducted on a final component configuration (e.g. transformer) or sub-assembly. Individual materials are not tested.
- Testing does not have to be conducted on the final product, if testing on final component configuration or sub-assembly is representative.

NOTE In some situations testing on the final product is even not possible, due to the selected insulation concept.

4.4.7.11 Insulation requirements above 30 kHz

The provisions of 4.4.7.11 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.8 Compatibility with residual current-operated protective devices (RCD)

The provisions of 4.4.8 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.4.9 Capacitor discharge

Replacement:

For protection against shock hazard, capacitors within a **SMPS** shall be discharged to a voltage less than the limits outlined in 4.4.5.101, or to an energy less than the limits outlined in 4.4.5.103, after the removal of power from the **SMPS** or after any charge of a capacitor becomes accessible:

- for pluggable **SMPS** type A and B, the discharge time shall not exceed 1 s or the hazardous **live parts** shall be protected against direct contact by at least IPXXB (see 4.4.3.3);
- for **permanently connected SMPS**, the discharge time shall not exceed 5 s.

For pluggable **SMPS** type A and B and **permanently connected SMPS** which do not meet the above requirements, access shall only be possible by means of a tool or key and the information and marking requirements of 6.5.2 apply.

Compliance is checked by test of 5.2.3.8.

NOTE This requirement also applies to capacitors used for power factor correction, filtering, etc.

4.5 Protection against electrical energy hazards

4.5.1 Operator access areas

4.5.1.1 General

The provisions of 4.5.1.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.5.1.2 Determination of hazardous electrical energy level

The provisions of 4.5.1.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.5.2 Service access areas

The provisions of 4.5.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6 Protection against fire and thermal hazards

4.6.1 Circuits representing a fire hazard

The provisions of 4.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.2 Components representing a fire hazard

4.6.2.1 General

The provisions of 4.6.2.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.2.2 Components within a circuit representing a fire hazard

The provisions of 4.6.2.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.2.3 Components within a circuit not representing a fire hazard

The provisions of 4.6.2.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.3 Fire enclosures

4.6.3.1 General

Replacement:

Fire enclosures are used to reduce the risk of fire to the environment, independent of the location where they are installed.

A fire enclosure shall be provided for all SMPS, unless it is:

- a) a **component SMPS** and intended for final installation in equipment providing a fire enclosure; or
- b) supplied by a limited power source and the circuits (according to 4.6.5) are mounted on printed wiring boards of minimum V-1 class material; or
- c) for usage in areas without combustible materials (**restricted access areas**) and is marked according to 6.3.5.

4.6.3.2 Flammability of enclosure materials

Replacement:

Materials used for fire enclosures of **SMPS** shall meet the flammability test requirements of 5.2.5.5, except for those portions of the enclosure that enclose only circuits not representing a fire hazard.

Materials are considered to comply without test if, in the minimum thickness used, the material is of flammability class 5VA or better, according to IEC 60695-11-20:1999.

Materials for **moveable** and **transportable equipment** comply without test if, in the minimum thickness used, the material is of flammability class of V-1 or better, according to IEC 60695-11-20.

Metals, ceramic materials, and glass which is heat-resistant tempered, wired or laminated, are considered to comply without test.

Materials for components that fill an opening in a fire enclosure shall

- be of at least V-1 class material and no larger than 100 mm in any dimension, or
- be of at least V-2 class material and there is a barrier or device(s) that forms a barrier made of a V-0 class material between the part and a source of fire hazard, or
- comply with a relevant IEC component standard that includes flammability requirements for components that are intended to form part of, or fill openings in, a fire enclosure.

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

Polymeric materials that serve as the outer enclosure and have surface area greater than 1 m² or a single dimension larger than 2 m, shall have a maximum flame spread index of 100 as determined by ASTM E162 or ANSI/ASTM E84.

The manufacturer may provide data from the fire enclosure material supplier to demonstrate compliance with the above requirements. In this case, no further testing is required.

Compliance shall be checked by visual inspection and, where necessary, by test.

4.6.3.3 Openings in fire enclosures

4.6.3.3.1 General

The provisions of 4.6.3.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.3.3.2 Openings in the top and side of fire enclosures

The provisions of 4.6.3.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.3.3.3 Openings in the bottom of a fire enclosure

Replacement:

The bottom of a fire enclosure or individual barriers shall provide protection against emission of flaming or molten material under all internal parts, including partially enclosed components or assemblies, located in a circuit representing a fire hazard.

The location and size of the bottom or barrier shall cover area D in Figure 6 of IEC 62477-1:2012 and shall be horizontal, lipped or otherwise shaped to provide equivalent protection. The area shall be free of openings, except for those protected by a baffle, screen or other means so that molten metal and burning material are unlikely to fall outside the fire enclosure.

The provisions of Figure 6 of IEC 62477-1:2012 apply.

The following constructions are considered to satisfy the requirement without test:

- a) no opening in the bottom of a **fire enclosure**;
- b) openings in the bottom of any size under an internal barrier, screen or the like, which itself complies with the requirements for a **fire enclosure**;
- c) baffle plate construction as illustrated in Figure 7;
- d) under components and parts meeting the requirements for V-1 class material, or HF-1 class foamed material or under components that pass the needle-flame test of IEC 60695-11-5 using a 30 s flame application, bottom openings shall not exceed 6 mm in any dimension;
- e) the bottom openings do not exceed a 2 mm by 2 mm mesh of at least 0,45 mm diameter metal wire;
- f) the openings in the metal bottom enclosure comply with Table 34.

Compliance is checked by inspection or with the hot flaming oil test in 5.2.5.6, in case the fire enclosure is designed differently than as described above.

The provisions of Figure 7 of IEC 62477-1:2012 apply.

The provisions of Table 13 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.3.3.4 Doors or covers in fire enclosures

The provisions of 4.6.3.3.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.6.4 Temperature limits

4.6.4.1 Internal parts

The provisions of 4.6.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.6.4.1.100 Maximum temperature of internal parts

The maximum temperature of internal parts during normal operation shall not exceed 300°C.

NOTE Even if outlined differently in 4.6.4.1.

4.6.4.2 Accessible parts

The provisions of 4.6.4.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE Refer to 4.6.4.2.100 for specific considerations made by the product committee.

Addition

4.6.4.2.100 Maximum limit for accessible parts

Temperatures shall not exceed 150°C for accessible parts made of wood and 100 °C for all other materials.

Temperatures exceeding the limits of Table 15 are acceptable up to a maximum of 100 °C, if one of the following conditions are met:

- an area on the external surface of the equipment that has no dimension exceeding 50 mm, and that is not likely to be touched in normal use; or

- accessible surfaces of the equipment requiring heat for the intended function (for example, equipment that contains a document laminator, thermal print head, fuser heater, etc.), and that are not likely to be touched in normal use; or
- heatsinks and metallic parts directly covering heatsinks, except those on surfaces incorporating switches or controls handled during normal use.

For these areas and parts, instructions and the caution marking for hot surfaces of IEC 60417-5041 (see Annex C) shall be provided.

4.6.5 Limited power sources

The provisions of 4.6.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.7 Protection against mechanical hazards

4.7.1 General

The provisions of 4.7.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.7.2 Specific requirements for liquid cooled SMPS

The provisions of 4.7.2 of IEC 62477-1:2012 and its subclauses apply.

4.8 Equipment with multiple sources of supply

The provisions of 4.8 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.9 Protection against environmental stresses

The provisions of 4.9 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.10 Protection against sonic pressure hazards

The provisions of 4.10 of IEC 62477-1:2012 and its subclauses apply.

4.11 Wiring and connections

4.11.1 General

The provisions of 4.11.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.11.2 Routing

The provisions of 4.11.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.11.3 Colour coding

The provisions of 4.11.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.11.4 Splices and connections

The provisions of 4.11.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.11.5 Accessible connections

The provisions of 4.11.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.11.6 Interconnections between parts of the SMPS

The provisions of 4.11.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.11.7 Supply connections

The provisions of 4.11.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

4.11.7.100 Connection by mains supply cord

Mains supply cords shall comply with 7.9.

Pluggable equipment type A configurations shall be used only, if **touch currents** are within the limits outlined in 4.4.5.102.

4.11.8 Terminals

4.11.8.1 Construction requirements

The provisions of 4.11.8.1 of IEC 62477-1:2012.

4.11.8.2 Connecting capacity

The provisions of 4.11.8.2 of IEC 62477-1:2012.

Addition:

4.11.8.2.100 Terminals for external conductors

The terminals shall be such that the external conductors may be connected by a means (screws, connectors, etc.) which ensures that the necessary contact pressure corresponding to the current rating and the short-circuit strength of the apparatus and the circuit is maintained.

Terminals shall be capable of accommodating copper conductors from the smallest to the largest cross-sectional areas corresponding to the appropriate rated current (see Annex AB), except the manufacturer allows different configurations (e.g. material, type, sizes and connection methods) in the accompanying documents.

4.11.8.3 Connection

The provisions of 4.11.8.3 of IEC 62477-1:2012 and its subclauses apply.

4.11.8.4 Wire bending space for wires 10 mm² and greater

The provisions of 4.11.8.4 of IEC 62477-1:2012 and its subclauses apply.

4.12 Enclosures

4.12.1 General

The provisions of 4.12.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.12.2 Handles and manual controls

The provisions of 4.12.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.12.3 Cast metal

The provisions of 4.12.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.12.4 Sheet metal

The provisions of 4.12.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

4.12.5 Stability test for enclosure

The provisions of 4.12.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5 Test requirements

The provisions of Clause 5 of IEC 62477-1:2012 apply, except as follows.

5.1 General

5.1.1 Test objectives and classification

The provisions of 5.1.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.2 Selection of test samples

The provisions of 5.1.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.3 Sequence of tests

The provisions of 5.1.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.4 Earthing conditions

The provisions of 5.1.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.5 General conditions for tests

5.1.5.1 Application of tests

The provisions of 5.1.5.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.5.2 Test samples

The provisions of 5.1.5.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.5.3 Operating parameters for tests

The provisions of 5.1.5.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

5.1.5.3.100 Standard test conditions

SMPS shall be tested at least for the following conditions:

- a) indoor use;
- b) altitude up to 2 000 m;
- c) ambient temperature from 5 °C to 30 °C;
- d) maximum relative humidity: 10 % to 75 % R.H. non-condensing;

- e) **mains supply** voltage fluctuations as stated under 5.1.5.3.101;
- f) transient overvoltages of category II on the **mains supply**;
- g) pollution degree 2.

Increased specifications can be used, based on manufacturers declaration.

5.1.5.3.101 Supply voltage

Unless specifically stated for a test, in determining the most unfavourable supply voltage for a test, the following variables shall be taken into account:

- multiple rated voltages;
- extremes of rated voltage ranges; and
- tolerance on rated voltage as declared by the manufacturer.

Unless the manufacturer declares a wider tolerance, the minimum tolerance shall be taken as +10 % and –10 % for **AC mains supply** and +20 % and –15 % for **DC mains supply**. Equipment intended by the manufacturer to be restricted to connection to a conditioned power supply system (for example, a UPS) may be provided with a narrower tolerance if the equipment is also provided with instructions specifying such restriction.

5.1.5.3.102 Electrical measuring instruments

Electrical measuring instruments shall have adequate bandwidth to provide accurate readings, taking into account all components (DC, mains frequency, high frequency and harmonic content) of the parameter being measured.

If an RMS value is measured, care shall be taken that the measuring instrument gives a true RMS reading of non-sinusoidal waveforms as well as sinusoidal waveforms.

Measurements are made with a meter whose input impedance has a negligible influence on the measurement.

5.1.6 Compliance

The provisions of 5.1.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.1.7 Test overview

Replacement:

Table 22 provides an overview of the *type*, *routine* and *sample testing* of electronic components, equipment and **SMPS**.

Table 22 – Test overview

Test	Type	Routine	Sample	Requirement(s)	Specification
Visual inspection	X	X	X		5.2.1
Mechanical tests					5.2.2
Clearance and creepage distances test	X			4.4.7.1, 4.4.7.5	5.2.2.1
Non-accessibility test	X			4.4.3.3, 4.5.1.1, 4.6.3.3.2	5.2.2.2
Ingress protection test (IP rating)	X			4.12.1	5.2.2.3
Enclosure integrity test	X			4.12.1	5.2.2.4
Deflection test	X			4.12.1	5.2.2.4.2
Steady force test, 30 N	X			4.12.1	5.2.2.4.2.2
Steady force test, 250 N	X			4.12.1	5.2.2.4.2.3
Impact test	X			4.12.1	5.2.2.4.3
Drop test	X			4.12.1	5.2.2.4.4
Stress relief test	X			4.12.1	5.2.2.4.5
Stability test	X			4.12.1	5.2.2.5
Wall or ceiling mounted equipment test	X			4.12.1	5.2.2.6
Handles and manual control securement test	X			4.12.1	5.2.2.7
Electrical tests				4.4.7.10	5.2.3
Impulse voltage test	X		X	4.4.3.2, 4.4.5.4, 4.4.7.1, 4.4.7.8.3, 4.4.7.10.1, 4.4.7.10.2	5.2.3.2
AC or DC voltage test	X	X		4.4.3.2, 4.4.5.4, 4.4.7.1, 4.4.7.8.4.2, 4.4.7.10.1, 4.4.7.10.2,	5.2.3.4
Partial discharge test	X		X	4.4.7.1, 4.4.7.8.3, 4.4.7.10.2	5.2.3.5
Protective impedance test	X	X		4.4.5.4	5.2.3.6
Touch current measurement test	X			4.4.5.102	5.2.3.7
Circuits with current limitation	X			4.4.5.102, 4.4.5.103	5.2.3.7.100
Capacitor discharge test	X			4.4.9, 4.4.5.103	5.2.3.8, 5.2.3.8.100
Limited power source test	X			4.5.1.2, 4.6.5	5.2.3.9
Temperature rise test	X			4.6.4	5.2.3.10
Protective equipotential bonding test	X	X		4.4.4.2.2	5.2.3.11
Protective equipotential bonding short circuit withstand test	X		X	5.2.3.11.3	5.2.4.3
Input test	X			6.2.100	5.2.3.100
Determination of working voltage	X			4.4.2.2.3	5.2.3.101
Standard test procedure for separable thin sheet material	X			4.4.7.8.3.100	5.2.3.102
Standard test procedure for non-separable thin sheet material	X		X	4.4.7.8.3.101	5.2.3.103
Mandrel test	X		X	4.4.7.8.3.101	5.2.3.104

Test	Type	Routine	Sample	Requirement(s)	Specification
Insulated winding wires for use without interleaved insulation	X	X	X	4.4.7.8.5.100	5.2.3.105
Abnormal operation tests				4.2	5.2.4
Setting of voltage selector	X			4.2	5.2.4.1.100.2
Polarity test	X			4.2	5.2.4.1.100.3
Output short circuit test	X			4.3	5.2.4.4
Output overload test	X			4.3	5.2.4.5
Breakdown of components test	X			4.2	5.2.4.6
PWB short circuit test	X			4.4.7.7	5.2.4.7
Loss of phase test	X			4.2	5.2.4.8
Cooling failure tests	X			4.2, 4.7.2.3.6	5.2.4.9
Inoperative blower test	X			4.2	5.2.4.9.2
Clogged filter test	X			4.2	5.2.4.9.3
Loss of coolant test	X			4.7.2.3.6	5.2.4.9.4
Transformer overload	X			7.6	5.2.4.100
Covering of ventilation openings	X			4.2	5.2.4.101
Fuse test (AC fuse in DC application)	X			5.2.4.2 i)	5.2.4.2 i)
Material tests					5.2.5
High current arcing ignition test	X			4.4.7.8.2	5.2.5.2
Glow-wire test	X			4.4.7.8.2	5.2.5.3
Hot wire ignition test	X			4.4.7.8.2	5.2.5.4
Flammability test	X			4.6.3	5.2.5.5
Flaming oil test	X			4.6.3.3.3	5.2.5.6
Cemented joints test	X			4.4.7.9	5.2.5.7
Environmental tests	X			4.9	5.2.6
Dry heat test	X			4.9	5.2.6.3.1
Damp heat test	X			4.9	5.2.6.3.2
Vibration test	X			4.9	5.2.6.4
Salt mist test	X			4.9	5.2.6.5
Dust and sand test	X			4.9	5.2.6.6
Hydrostatic pressure test	X	X		4.7.2.3.3	5.2.7

5.2 Test specifications

5.2.1 Visual inspections (type test, sample test and routine test)

The provisions of 5.2.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2 Mechanical tests

5.2.2.1 Clearances and creepage distances test (type test)

Replacement:

It shall be verified by measurement or visual inspection that the clearance and creepage distances comply with 4.4.7.4 and 4.4.7.5. See Annex D for measurement examples.

5.2.2.2 Non-accessibility test (type test)

The provisions of 5.2.2.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.3 Ingress protection test (IP rating) (type test)

The provisions of 5.2.2.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.4 Enclosure integrity test (type test)

5.2.2.4.1 General

The provisions of 5.2.2.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.4.2 Deflection test (type test)

5.2.2.4.2.1 General

The provisions of 5.2.2.4.2.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.4.2.2 Steady force test, 30 N

The provisions of 5.2.2.4.2.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.4.2.3 Steady force test, 250 N

The provisions of 5.2.2.4.2.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.4.3 Impact test (type test)

The provisions of 5.2.2.4.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.4.4 Drop test

The provisions of 5.2.2.4.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

5.2.2.4.4.100 Drop test surface

A 50 mm thick hardwood board having a density of more than 700 kg/m³ lying flat on a rigid base such as concrete, is considered to be sufficiently rigid for the drop test.

5.2.2.4.5 Stress relief test

The provisions of 5.2.2.4.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.5 Stability test

The provisions of 5.2.2.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.6 Wall or ceiling mounted equipment test

The provisions of 5.2.2.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.2.7 Handles and manual controls securement test

The provisions of 5.2.2.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3 Electrical tests

5.2.3.1 General

The provisions of 5.2.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.2 Impulse voltage test (type test and sample test)

The provisions of 5.2.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.3 Alternative to impulse voltage test (type test and sample test)

The provisions of 5.2.3.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.4 AC or DC voltage test (type test and routine test)

5.2.3.4.1 Purpose of test

Replacement:

The test is used to verify that solid insulation of components and assembled **SMPS** have adequate dielectric strength to resist temporary overvoltage conditions.

5.2.3.4.2 Value and type of test voltage

The provisions of clause 5.2.3.4.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.4.3 Performing the voltage test

Replacement:

The test shall be applied as follows, according to Figure 10:

- a) Test (1) between accessible conductive part (connected to earth) and each circuit sequentially (except **DVC As** circuits). Test voltage according to Table 26, or Table 27, column 2, corresponding to voltage of considered circuit under test.
Test (2) between accessible surface (non-conductive or conductive but not connected to earth) and each circuit sequentially (except **DVC As** circuits). Test voltage according to Table 26 or Table 27, column 3 (for type test) or column 2 (for routine test), corresponding to voltage of considered circuit under test.
- b) Test between each considered circuit sequentially and the other adjacent circuits connected together. Test voltage according to Table 26 or Table 27, column 2, corresponding to voltage of considered circuit under test.
- c) Test between **DVC As** circuit and each **adjacent circuit** sequentially. Test voltage according to Table 26 or Table 27, column 3 (for **type test**) or column 2 (for **routine test**), corresponding to the circuit with the higher voltage. Either the adjacent circuit or the **DVC As** circuit may be earthed for this test.

Because circuits of **DVC As** and circuits of **DVC C** are typically separated from chassis (earth) by **basic insulation**, it is typically impossible to test **double** or **reinforced insulation** separating low-voltage circuits from high-voltage circuits in a fully-assembled **SMPS** without overstressing the **basic insulation**. Because of this, it may be necessary to disassemble the **SMPS**, or it may not be possible to perform type tests of protective insulation at voltages according to column 3 of Table 26 to Table 27. In these cases the type test of insulation used for protective separation shall be performed at voltages according to column 2 of the appropriate table.

For Figure 10, refer to Figure 10 of IEC 62477-1:2012.

The tests shall be performed with the doors of the enclosure closed.

When the circuit is electrically connected to accessible conductive parts, the voltage test is not relevant, and may be omitted.

To create a continuous circuit for the voltage test on the **SMPS**, terminals, open contacts on switches and semiconductor devices, etc. shall be bridged where necessary. Before testing, semiconductor devices and other vulnerable components within a circuit may be disconnected and/or their terminals bridged to avoid damage occurring to them during the test.

Wherever practicable, individual components forming part of the **insulation** under test, for example interference suppression capacitors, should not be disconnected or bridged before the test. In this case, it is recommended to use the DC test voltage according to 5.2.3.4.2.

Where the **SMPS** is covered totally or partly by a non-conductive accessible surface, a conductive foil, to which the test voltage is applied, shall be wrapped around this surface for testing. In this case, the **insulation** test between a circuit and non-conductive accessible surface may be performed as a sample test instead of a routine test.

Routine testing of the assembled **SMPS** is not required if

- routine testing of all sub-assemblies related to the insulation system of the SMPS is performed, and
- it can be demonstrated that final assembly will not compromise the insulation system, and
- type testing of the fully-assembled **SMPS** was performed successfully.

Protective impedances according to 4.4.5.4 shall either be included in the testing or the connection to the protectively separated part of the circuit shall be opened before testing. In the latter case, the connection shall be carefully restored after the voltage test in order to avoid any damage to the **insulation**. Protective screens according to 4.4.4.7 shall remain connected to accessible conductive parts during the voltage test.

5.2.3.4.4 Duration of the AC or DC voltage test

The provisions of 5.2.3.4.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.4.5 Verification of the AC or DC voltage test

The provisions of 5.2.3.4.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.5 Partial discharge test (type test, sample test)

The provisions of 5.2.3.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.6 Protective impedance test (type test and routine test)

The provisions of 5.2.3.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.7 Touch current measurement test (type test)

Replacement:

The **touch current** shall be measured to determine if the measures of protection need not be taken (see 4.4.4.3.3). The testing shall be conducted at the most unfavourable supply voltage (refer to 5.1.5.3.101). The **SMPS** shall be set up in an insulated state without any connection

to the earth. Under these conditions, the **touch current** shall be measured between the means of connection for the **PE conductor** and the **PE conductor**.

- For a **SMPS** to be connected to an earthed neutral system, the neutral of the mains of the test site shall be directly connected to the **PE conductor**.
- For a **SMPS** to be connected to an isolated system or impedance system, the neutral shall be connected through a resistance of 1 k Ω to the **PE conductor** which shall be connected to each input phase in turn. The highest value will be taken as the definitive result.
- For a **SMPS** to be connected to a corner earthed system, the **PE conductor** shall be connected to each input phase in turn. The highest value will be taken as the definitive result.
- For a **SMPS** with a particular system earthing, this system shall operate as intended during the test.
- If a **SMPS** is intended to be connected to more than one system network, each of these different system networks (or the worst-case, if that can be determined) shall be used to make the **touch current** measurement.

For non-sinusoidal waveforms the peak values apply and the current is measured using the measuring network specified in Figure 4 of IEC 60990:1999, for currents up to 2 mA, or Figure 5, of IEC 60990:1999, for currents above.

For sinusoidal waveforms and DC the RMS values apply, and the current may be measured using a 2 000 $\Omega \pm 10\%$ resistor.

This is performed as a **type test**.

Addition:

5.2.3.7.100 Circuits with current limitation

To qualify circuits with current limitation, the following conditions have to be considered and fulfilled:

- a) the circuit has to meet the requirements of 4.4.5.101 or 4.4.5.103 in no load or open circuit condition, and
- b) the circuit has to meet the requirements of 4.4.5.102 during load condition, when measured with the measuring network;
- c) the requirements of a) and b) shall be fulfilled under normal, fault and abnormal operation.

5.2.3.8 Capacitor discharge test (type test)

The provisions of 5.2.3.8 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

5.2.3.8.100 Capacitor discharge test conditions

The discharge test shall be carried out at maximum input voltage including the tolerance and at the most unfavourable loading condition, which is usually no load. If a resistor is provided to comply with the requirements of 4.4.5.103, an overcurrent protective device, if provided, shall not be wired between the capacitor and resistor.

5.2.3.9 Limited power source test (type test)

The provisions of 5.2.3.9 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.10 Temperature rise test (type test)

The provisions of 5.2.3.10 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.11 Protective equipotential bonding tests (type tests and routine test)

5.2.3.11.1 General

The provisions of 5.2.3.11.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.11.2 Protective equipotential bonding impedance test

5.2.3.11.2.1 Test conditions

The provisions of 5.2.3.11.2.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.11.2.2 Test current, duration and acceptance criteria

The provisions of 5.2.3.11.2.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.11.3 Protective equipotential bonding short circuit withstand test (type test)

The provisions of 5.2.3.11.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.3.11.4 Protective equipotential bonding continuity test (routine test)

The provisions of 5.2.3.11.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

5.2.3.100 Input test (type test)

In determination of the input current or input power, the following variables shall be considered:

- loads due to optional features, offered or provided for by the manufacturer for inclusion in or with the EUT;
- loads due to other units of equipment intended by the manufacturer to draw power from the EUT;
- loads that could be connected to any standard supply outlet on the equipment that is **accessible** to an **operator**, up to the value specified by the manufacturer.

Artificial loads may be used to simulate such loads during testing.

In each case, the readings are taken when the input current or input power has stabilized. If the current or power varies during the normal operating cycle, the steady-state current or power is taken as the mean indication of the value, measured on a recording RMS ammeter or power meter, during a representative period.

The measured input current or input power under **normal operating conditions**, but at the **rated voltage** or at each end of each **rated voltage range**, shall not exceed the **rated current** or **rated power** by more than 10 %.

Compliance is checked by measuring the input current or input power of the equipment under the following conditions:

- where equipment has more than one **rated voltage**, the input current or input power is measured at each **rated voltage**;
- where equipment has one or more **rated voltage ranges**, the input current or input power is measured at each end of each **rated voltage range**
 - where a single value of **rated current** or **rated power** is marked, it is compared with the higher value of input current or input power measured in the associated **rated voltage range**,

- where two values of **rated current** or **rated power** are marked, separated by a hyphen, they are compared with the two values measured in the associated **rated voltage range**.

5.2.3.101 Determination of working voltage (type test)

5.2.3.101.1 General

In determining **working voltages**, all of the following requirements apply:

- unearthed accessible conductive parts are assumed to be earthed;
- if a transformer winding or other part is not connected to a circuit that establishes its potential relative to earth, the winding or other part are assumed to be earthed at a point by which the highest **working voltage** is obtained;
- for insulation between two transformer windings, the highest voltage between any two points in the two windings is the **working voltage**, taking into account the voltages to which the input windings will be connected;
- for insulation between a transformer winding and another part, the highest voltage between any point on the winding and the other part is the **working voltage**;
- where **double insulation** is used, the **working voltage** across the **basic insulation** is determined by imagining a short-circuit across the **supplementary insulation**, and vice versa. For **double insulation** between transformer windings, the short-circuit is assumed to take place at the point by which the highest **working voltage** is produced across the other insulation;
- when the **working voltage** is determined by measurement, the input power supplied to the equipment shall be the rated voltage or the voltage within the rated voltage range that results in the highest measured value;
- the **working voltage** between
 - any point in the circuit supplied by the mains and any part connected to earth; and
 - any point in the circuit supplied by the mains and any point in a circuit isolated from the mains,
 shall be assumed to be the greater of the following:
 - the rated voltage or the upper voltage of the rated voltage range; and
 - the measured **working voltage**.

5.2.3.101.2 RMS working voltage

In determining the RMS **working voltage**, short-term conditions and non-repetitive transients (for example, due to atmospheric disturbances) are not taken into account.

NOTE The creepage distances are determined from the RMS working voltages.

5.2.3.101.3 Peak working voltage

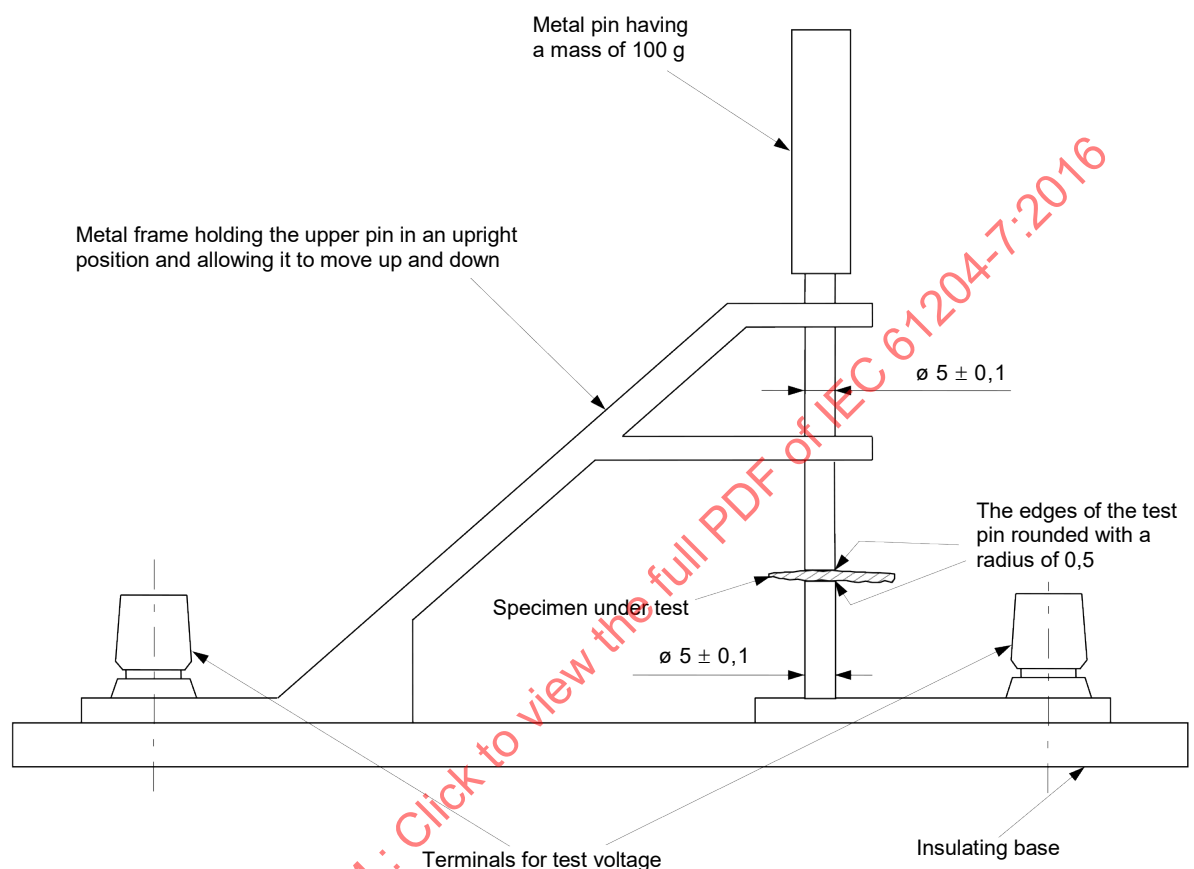
For the peak **working voltage** used to determine the required impulse withstand voltage for minimum clearances and test voltages for electric strength:

- when determining the peak **working voltage** between circuits connected to the mains and circuits isolated from the mains, the voltage of any **DVC As** or **DVC B** circuit or external circuits shall be regarded as 0;
- when determining the peak **working voltage** for an external circuit that does not have transients, the peak **working voltage** of repetitive signals shall be taken into account;
- non-repetitive transients (for example, due to atmospheric disturbances) shall not be taken into account.

5.2.3.102 Standard test procedure for separable thin sheet material (type test)

One layer of the material is placed in the electric strength test instrument, as shown in Figure 100, and the test voltage is applied. It has to be made sure, that the foil does sufficiently extend the borders of the vertical test rods in order to avoid an electric breakdown around the foil.

Dimensions in millimetres



IEC

Figure 100 – Electric strength test instrument

5.2.3.103 Standard test procedure for non-separable thin sheet material (type test, sample test)

For non-separable layers, electric strength tests are applied in accordance with 4.4.7.10 to all layers together. The test voltage is:

- 200 % of U_{test} if two layers are used; or
- 150 % of U_{test} if three or more layers are used,

where U_{test} is the test voltage specified in 4.4.7.10 for supplementary insulation or **reinforced insulation** as appropriate.

NOTE Unless all the layers are of the same material and have the same thickness, there is a possibility that the test voltage will be divided unequally between layers, causing breakdown of a layer that would have passed if tested separately.

5.2.3.104 Mandrel test (type test, sample test)

The test requirements for **reinforced insulation** made of three or more thin insulating sheets of material that are inseparable are specified below.

NOTE This test is based on IEC 61558-1 and will give the same results.

Three test samples, each individual sample consisting of three or more layers of non-separable thin sheet material forming **reinforced insulation**, are used. One sample is fixed to the mandrel of the test fixture given in Figure 101. The fixing shall be performed as shown in Figure 102.

Dimensions in millimetres

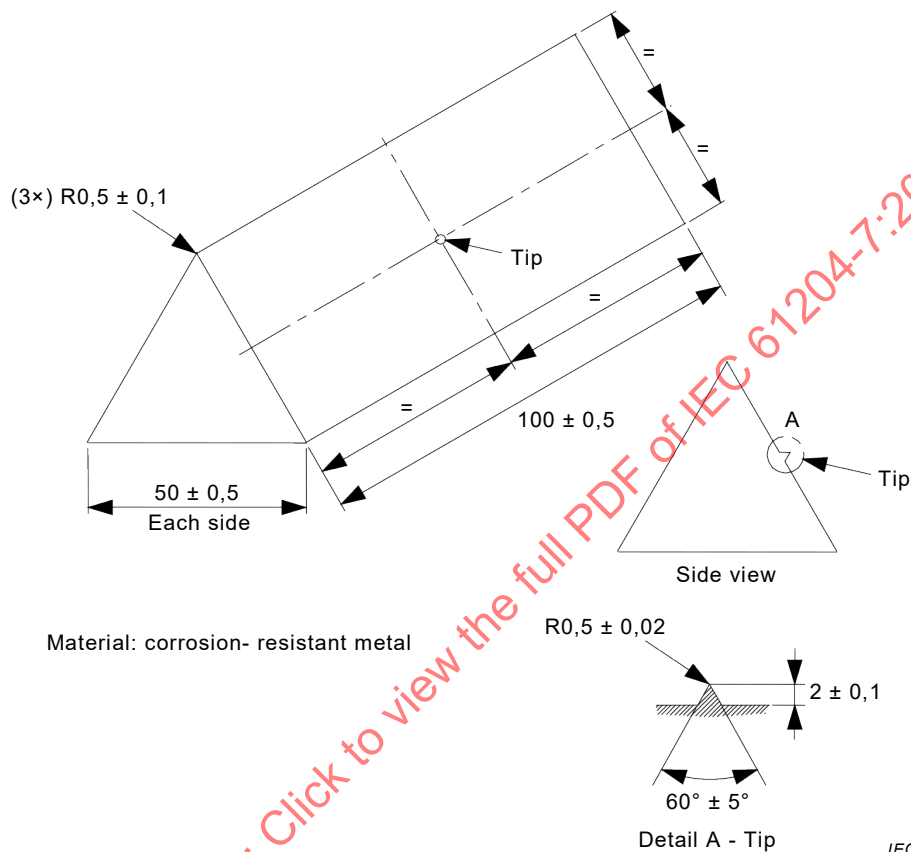
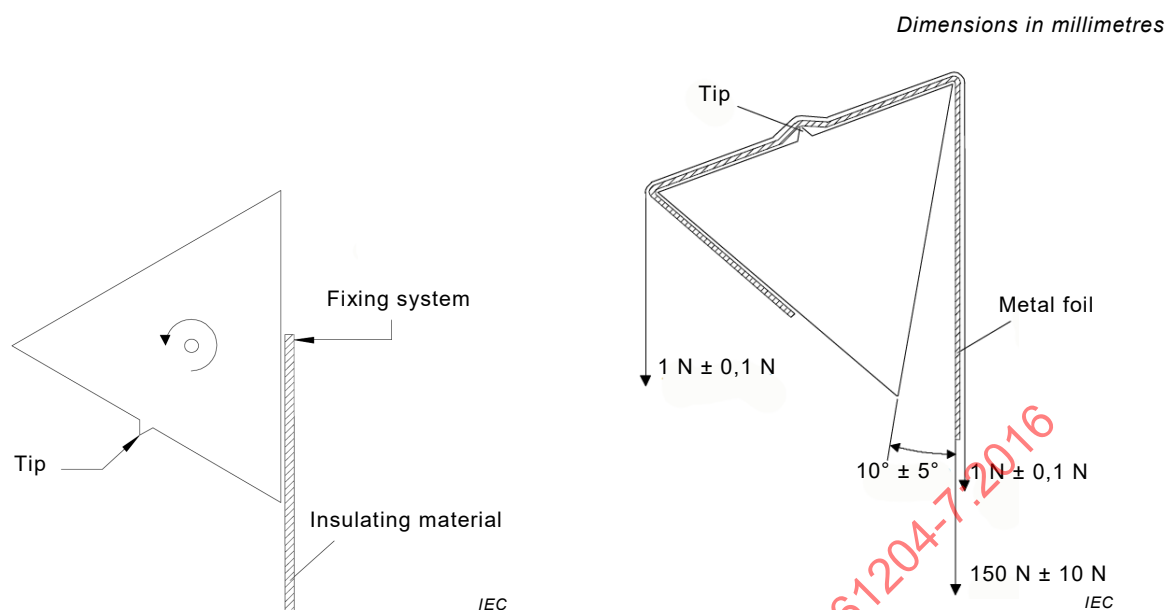


Figure 101 – Mandrel



The final position of the mandrel is rotated $230^\circ \pm 5^\circ$ from the initial position.

Figure 102 – Initial position of mandrel

Figure 103 – Final position of mandrel

A pull is applied to the free end of the sample, using an appropriate clamping device. The mandrel is rotated:

- from the initial position (Figure 102) to the final position (Figure 103) and back;
- a second time from the initial position to the final position.

If a sample breaks during rotation where it is fixed to the mandrel or to the clamping device, this does not constitute a failure. If a sample breaks at any other place, the test has failed.

After the above test, a sheet of metal foil, $0,035\text{ mm} \pm 0,005\text{ mm}$ thick, at least 200 mm long, is placed along the surface of the sample, hanging down on each side of the mandrel (see Figure 103). The surface of the foil in contact with the sample shall be conductive, not oxidized or otherwise insulated. The foil is positioned so that its edges are not less than 20 mm from the edges of the sample (see Figure 104). The foil is then tightened by two equal weights, one at each end, using appropriate clamping devices.

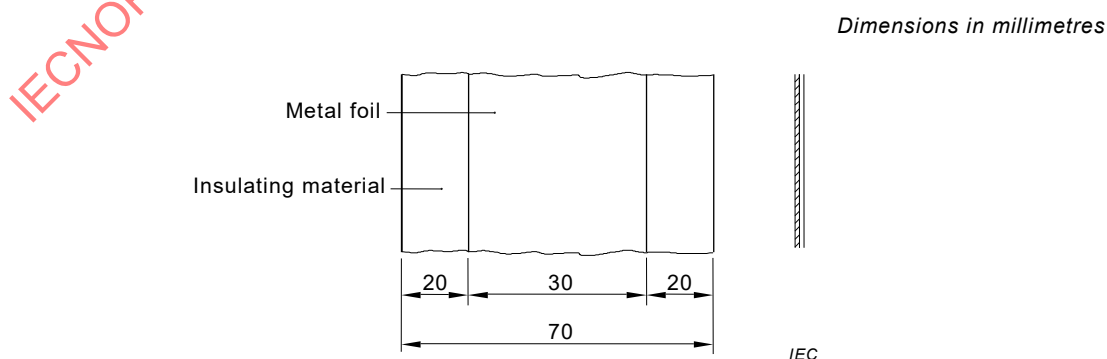


Figure 104 – Position of metal foil on insulating material

While the mandrel is in its final position, and within the 60 s following the final positioning, electric strength tests are applied between the mandrel and the metal foil in accordance with 4.4.7.10. The test voltage is 150 % of U_{test} .

U_{test} is the test voltage specified in 4.4.7.10 for **reinforced insulation**.

Where the peak voltage of 150 % of U_{test} is less than 7,1 kV, the impulse and AC or DC voltage test shall be replaced by an AC voltage test of 5 kV RMS.

The test is repeated on the other two samples.

5.2.3.105 Insulated winding wires for use without interleaved insulation (type test, sample test)

Refer to Annex AA for further information on the test procedure.

5.2.4 Abnormal operation and simulated faults tests

5.2.4.1 General

The provisions of 5.2.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

5.2.4.1.100 Additional considerations

5.2.4.1.100.1 Power source used for testing

Individual tests within this document define a specific power source.

In case there is no definition for a specific power source, the sample is to be tested at a source representative for the available power in the final application.

NOTE A limited voltage drop of 10 % and an available current of min. 10 times the rating of the overcurrent protection during load can constitute a suitable power source, if no further information of the final application is available.

5.2.4.1.100.2 Setting of voltage selector (type test)

Equipment to be supplied from the **mains** and provided with a voltage setting device to be set by the **operator**, is tested with the **mains** voltage setting device at the most unfavourable position.

5.2.4.1.100.3 Polarity test (type test)

If a connection is not polarized and the connection is accessible to an **operator**, then the possible influence of polarity shall be taken into account for testing.

5.2.4.2 Pass criteria

Replacement:

As a result of the abnormal operation tests, the **SMPS** shall comply with the following:

- a) there shall be no emission of flame, burning particles or molten metal;
- b) the cheese cloth or surgical cotton indicator shall not have ignited;
- c) the earth connection and **protective equipotential bonding** of the **SMPS** shall not have opened;
- d) doors and covers shall remain in place;
- e) during and after the test **DVC As** circuits and accessible conductive parts shall not exhibit voltages greater than the time dependent voltages of Table 5, as appropriate and shall be

separated from **live parts** at voltages greater than **DVC As** with at least **basic insulation**. Compliance shall be checked by the AC or DC voltage test of 5.2.3.4 for **basic insulation**;

- f) during and after the test, **live parts** at voltages greater than **DVC As** shall not become accessible;
- g) overcurrent protective device currents are measured, if there is certain doubt that such a component is operated outside its maximum current interrupt capability;
- h) if a fault is terminated by the opening of a fuse and if the fuse does not operate within approximately 1 s, the current through the fuse under the relevant fault condition shall be measured. Evaluation with the pre-arcing time/current characteristics shall be made to find out whether the minimum operating current of the fuse is reached or exceeded and what the maximum time before the fuse operates is. The current through the fuse may vary as a function of time;
- i) fuses are not permitted to shatter or rupture their casing. Small holes in fuse end caps are acceptable, but end caps shall not become loose during the abnormal tests. Where fuses rated for AC are used in DC circuits, then the test shall be repeated 10 times using the DC supply, and shall pass the AC or DC voltage test of 5.2.3.4 for **basic insulation**;
- j) an electrolytic capacitor is permitted to vent if venting does not cause a safety hazard within the meaning of this document;
- k) wire conductors and traces of printed circuit boards are not permitted to act as fuses. If a wire or trace opens, then it is to be linked out across the break and the test repeated. This process shall be repeated until the test reaches an ultimate conclusion.

The **SMPS** is not required to be operational after testing and it is possible that the **enclosure** can become deformed. Overcurrent protection integral to the **SMPS**, or required to be used with the **SMPS**, is allowed to open.

5.2.4.3 Protective equipotential bonding short circuit withstand test (type test)

5.2.4.3.1 General

The provisions of 5.2.4.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.3.2 Test conditions

The provisions of 5.2.4.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.3.3 Protective equipotential bonding short circuit test method

The provisions of 5.2.4.3.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.3.4 Pass criteria

Replacement:

The pass criteria of 5.2.4.2 e) apply, and at the conclusion of the test, there shall be no damage to the **protective equipotential bonding** means under test. Compliance shall be checked by inspection, and if necessary, by the **protective equipotential bonding** continuity test (**routine test**) of 5.2.3.11.4.

5.2.4.4 Output short-circuit test (type test)

5.2.4.4.1 Load conditions

The provisions of 5.2.4.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.4.2 Short-circuit test method

The provisions of 5.2.4.4.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.5 Output overload test (type test)

The provisions of 5.2.4.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.6 Breakdown of components test (type test)

5.2.4.6.1 Load conditions

The provisions of 5.2.4.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.6.2 Application of short circuit or open-circuit

The provisions of 5.2.4.6.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.6.3 Test sequence

The provisions of 5.2.4.6.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.7 PWB short circuit test (type test)

The provisions of 5.2.4.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.8 Loss of phase test (type test)

The provisions of 5.2.4.8 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.9 Cooling failure tests (type tests)

5.2.4.9.1 General and pass criteria

The provisions of 5.2.4.9.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.9.2 Inoperative blower motor test

The provisions of 5.2.4.9.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.9.3 Clogged filter test

The provisions of 5.2.4.9.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.4.9.4 Loss of coolant test

The provisions of 5.2.4.9.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

5.2.4.100 Transformer overload tests (type tests)

NOTE Requirements have been taken from IEC 62368-1.

5.2.4.100.1 Test conditions

If the tests are carried out under simulated conditions on the bench, these conditions shall include any protection device that would protect the transformer in the complete equipment.

Transformers for **SMPS** are tested in the complete unit. Test loads are applied to the output of the **SMPS**.

A linear transformer or a ferro-resonant transformer has each winding isolated from the mains loaded in turn, with any other winding isolated from the mains loaded between zero and its specified maximum load to result in the maximum heating effect.

The transformer output (after the first rectification component) is loaded to result in the maximum heating effect in the transformer.

Where an overload condition cannot occur or is unlikely to cause an insulation relied on for safety to fail, the tests are not made.

5.2.4.100.2 Compliance criteria

Maximum temperatures of windings shall not exceed the values in Table 102 when measured as specified in 5.2.3.10, and determined as specified below:

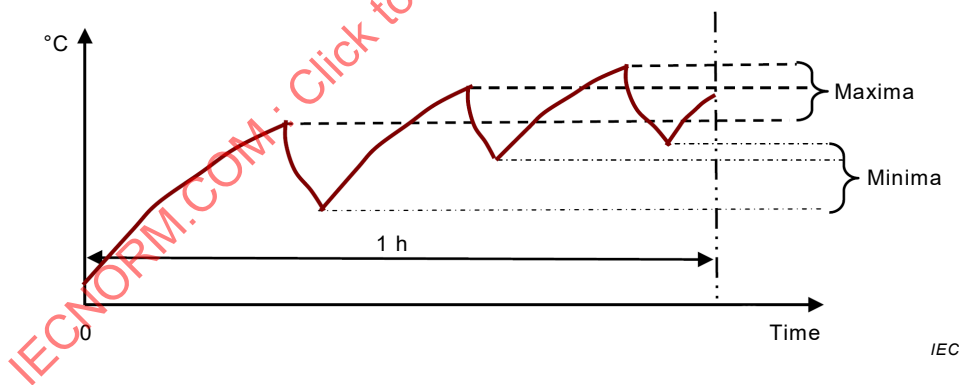
- with external overcurrent protection: at the moment of operation, for determination of the time until the overcurrent protection operates, reference may be made to a data sheet of the overcurrent protective device showing the trip time versus the current characteristics;
- with an automatic reset overtemperature protection device: as shown in Table 102 and after 400 h;
- with a manual reset overtemperature protection device: at the moment of operation;
- for current limiting transformers: after the temperature has stabilized.

Windings isolated from the mains, that exceed the temperature limits but that become open circuit or otherwise require replacement of the transformer, do not constitute a failure of this test provided that the transformer continues to comply with 5.2.4.2.

During the test the transformer shall not emit flames or molten-metal.

Table 102 – Temperature limits for transformer windings

Method of protection	Maximum temperature °C							
	Class 105 (A)	Class 120 (E)	Class 130 (B)	Class 155 (F)	Class 180 (H)	Class 200 (N)	Class 220 (R)	Class 250 -
Protection by inherent or external impedance	150	165	175	200	225	245	265	295
Protection by protective device that operates during the first hour	200	215	225	250	275	295	315	345
Protection by any protective device:								
– maximum after first hour	175	190	200	225	250	270	290	320
– arithmetic average during the 2 nd hour and during the 72 th hour ^a	150	165	175	200	225	245	265	295
The classes are related to the classification of electrical insulating materials and EIS in accordance with IEC 60085. The assigned letter designations are given in parentheses.								
^a The arithmetic average temperature is determined as follows: The graph of temperature against time (see Figure 105), while the power to the transformer is cycling on and off, is plotted for the period of test under consideration. The arithmetic average temperature (t_A) is determined by the formula: $t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$ where $t_{\max}$ is the average of the maxima; $t_{\min}$ is the average of the minima.								

**Figure 105 – Determination of arithmetic average temperature****5.2.4.100.3 Alternative test method**

The transformer is covered with a single layer of cheesecloth and is placed on a wooden board that is covered with a single layer of wrapping tissue. The transformer is then gradually loaded until one of the following situations occurs:

- the overload protective device operates;
- the winding becomes an open circuit;
- the load cannot be increased any further without reaching a short-circuit or foldback condition.

The transformer is then loaded to a point just before the above applicable situation occurs and is operated for 7 h.

During the test, the transformer shall not emit flames or molten metal. The cheesecloth shall not char or catch fire.

If the transformer voltage exceeds **DVC As**, the **basic insulation** or **reinforced insulation** provided in the transformer shall withstand the AC or DC voltage test to clause 5.2.3.4 as applicable after it has cooled to room temperature.

5.2.4.101 Covering of ventilation openings (type tests)

The top, sides and the back of stationary and moveable equipment, if such surfaces have ventilation openings, shall be covered one at a time.

All openings of transportable equipment are covered simultaneously.

5.2.5 Material tests

5.2.5.1 General

The provisions of 5.2.5.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.5.2 High current arcing ignition test (type test)

The provisions of 5.2.5.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.5.3 Glow-wire test (type test)

The provisions of 5.2.5.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.5.4 Hot wire ignition test (type test – alternative to glow-wire test)

The provisions of 5.2.5.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.5.5 Flammability test (type test)

The provisions of 5.2.5.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.5.6 Flaming oil test (type test)

The provisions of 5.2.5.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.5.7 Cemented joints test (type test)

The provisions of 5.2.5.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.6 Environmental tests (type tests)

5.2.6.1 General

The provisions of 5.2.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.6.2 Acceptance criteria

The provisions of 5.2.6.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.6.3 Climatic tests

5.2.6.3.1 Dry heat test (steady state)

The provisions of 5.2.6.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.6.3.2 Damp heat test (steady state)

The provisions of 5.2.6.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

5.2.6.4 Vibration test (type test)

The provisions of 5.2.6.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE No special considerations made by the product committee, beyond the conditions outlined in 5.1.5.3.100.

5.2.6.5 Salt mist test (type test)

The provisions of 5.2.6.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE No special considerations made by the product committee, beyond the conditions outlined in 5.1.5.3.100.

5.2.6.6 Dust and sand test (type test)

The provisions of 5.2.6.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE No special considerations made by the product committee, beyond the conditions outlined in 5.1.5.3.100.

5.2.7 Hydrostatic pressure test (type test and routine test)

The provisions of 5.2.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

6 Information and marking requirements

The provisions of Clause 6 of IEC 62477-1:2012 apply, except as follows.

6.1 General

Replacement

The provisions of clause 6.1 of IEC 62477-1:2012 apply, except the Table 36 is replaced by:

Table 36 – Information requirements

Information	Subclause reference	Location ^{a, b}					Technical subclause reference
		1	2	3	4	5	
For selection	6.2						
Manufacturer's name or trademark	6.2	X	X	X	X	X	
Catalogue number	6.2	X	X	X	X	X	
Voltage rating	6.2	X		X	X	X	
Current / power rating	6.2	X		X		X	
Power rating	6.2	X		X		X	
Frequency and numbers of phases	6.2	X		X		X	
Protective class	6.2, 6.3.7.3	X		X		X	4.4.6, 4.4.4.3.2, 4.4.6.3
Type of electrical supply system	6.2; 6.3.7.2			X			6.3.7.2
Short circuit ratings	6.2			X			4.3
IP rating of enclosure	6.2	X		X	X		4.4.3.3, 4.12.1
Reference to standards	6.2			X			
Supply requirements for the load	6.2			X			
Coolant type and design pressure	6.2			X		X	4.7.2
Reference to instructions	6.2			X	X	X	
Additional marking requirements for SMPS	6.2.100	X		X	X	X	
Additional information for component SMPS	6.2.101			X		X	
For installation and commissioning	6.3						
Dimensions (SI units)	6.3.2			X		X	
Mass (SI units)	6.3.2		X	X		X	
Mounting details (SI units)	6.3.2			X		X	
Operating and storage environments	6.3.3			X		X	4.9
Handling requirements	6.3.4		X	X		X	
Enclosures temperature	6.3.5			X		X	4.6.4.2, 4.6.3.1
Interconnection and wiring diagrams	6.3.6.2			X		X	
Cable requirements	6.3.6.3			X		X	4.11
Terminal details	6.3.6.4			X		X	4.11.8
Polarity identification	6.3.6.4.100	X		X		X	
Mains socket-outlets	6.3.6.4.101	X		X	X	X	
Field wiring terminal temperature marking	6.3.6.4.102	X		X		X	
Protection requirements	6.3.7			X		X	4.3
Accessible parts and circuits	6.3.7.1			X		X	4.4.3.3; 4.4.6.4.2
Touch current	6.3.7.4	X		X		X	4.4.4.3.3
Manual reference for high touch current	6.3.7.4.100	X		X		X	4.4.3.3
Compatibility with RCD	6.3.7.5	X		X		X	4.4.8
Special requirements	6.3.7.6			X		X	
External protective devices	6.3.7.7			X		X	4.3.2, 4.3.3, 5.2.4
Replacement fuse identification and rating markings	6.3.7.7.100	X		X		X	
Commissioning information	6.3.8			X			
For use	6.4						

Information	Subclause reference	Location ^{a, b}					Technical subclause reference
		1	2	3	4	5	
General	6.4.1				X		
Adjustment	6.4.2	X		X	X	X	
Labels, signs and signals	6.4.3	X		X	X	X	
For maintenance	6.5						
Date code or serial number	6.5.1	X					
Maintenance procedures	6.5.1					X	4.4.3.3
Maintenance schedules	6.5.1				X	X	
Sub-assembly and component locations	6.5.1					X	
Repair and replacement procedures	6.5.1					X	
Adjustment procedures	6.5.1			X	X	X	
Special tools list	6.5.1			X		X	
Capacitor discharge	6.5.2	X		X		X	4.4.3.4
Auto restart/bypass	6.5.3			X	X	X	
Other hazards	6.5.4	X		X		X	
Multiple power sources	6.5.5			X	X	X	
Electrical ratings (for multiple power sources)	6.5.5.100			X		X	
External disconnect device	6.5.100			X	X	X	
Power cord as disconnecting device	6.5.101			X	X	X	
^a Location: 1. On product (see 6.4.3); 2. On packaging; 3. In installation manual; 4. In user's manual; 5. In maintenance manual. ^b The installation, user's and maintenance manuals may be combined as appropriate and, if acceptable to the customer, may be supplied in electronic format. When more than one of any product is supplied to a single customer, it is not necessary to supply a manual with each unit, if acceptable to the customer.							

6.2 Information for selection

The provisions of 6.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

6.2.100 Additional marking requirements for SMPS

NOTE Requirements have been taken from IEC 62368-1.

The **SMPS** shall be marked with the following information:

a) nature of supply:

The nature of the supply voltage, DC, AC, or three-phase AC, shall be marked on the equipment and shall immediately follow the equipment voltage rating. If a symbol is used to identify AC or DC, the symbol IEC 60417-5032 (2002-10) shall be used for AC and the symbol IEC 60417-5031 (2002-10) shall be used for d.c, as shown in Table C.100.

Three-phase equipment may be identified with "3-phase" or "3Ø" or any other arrangement that clearly indicates the phase of the supply voltage of the equipment.

NOTE 1 Use IEC 61293:1994 as guidance for marking of rated voltages. The rating should help to distinguish between 3-phase supplies with and without neutral.

b) rated voltage:

The rated voltage of the equipment shall be marked on the equipment. The voltage rating marking shall be immediately followed by the nature of the supply marking.

The rated voltage may be

- a single, nominal value, or
- a single nominal value and a tolerance percentage of the nominal value, or
- two or more nominal values separated by a solidus (/), or
- a range indicated by minimum and maximum values separated by a hyphen, or
- any other arrangement that clearly indicates the voltage of the equipment.

If the equipment has more than one nominal voltage, all such voltages may be marked on the equipment. However, the voltage for which the equipment is set shall be clearly indicated.

For transportable **SMPS** the indication shall be visible from the exterior. If the **SMPS** is so constructed that the supply voltage setting can be altered without the use of a tool, the action of changing the setting shall also change the indication.

Three-phase equipment shall be marked with the phase-to-phase voltage, a symbol indicating power supply system in accordance with IEC 61293:1994, a solidus (/), the phase-to-neutral voltage, the symbol for voltage (V) and the number of phases, in that order. Any other arrangement that clearly indicates the three-phase rated voltage of the equipment is also acceptable.

NOTE 2 The solidus (/) represents the word “or” and the hyphen (-) represents the word “to”.

c) rated frequency:

The rated frequency of the equipment shall be marked on the equipment.

The rated frequency may be

- a single, nominal value, or
- a single nominal value and a tolerance percentage of the nominal value, or
- two or more nominal values separated by a solidus (/), or
- a range indicated by minimum and maximum values separated by a hyphen, or
- any other arrangement that clearly indicates the rated frequency of the equipment.

d) rated current or rated power:

The rated current or rated power of the equipment shall be marked on the equipment.

For three-phase equipment, the rated current or rated power is the current or power of one phase.

Subclause 5.2.3.100 establishes criteria for the way in which rated current or rated power are measured.

NOTE 3 The rated current or rated power need not be stated to more than one significant digit.

NOTE 4 In some countries, for markings on equipment, a period is required as the decimal designator.

If the equipment has a **mains socket-outlet** for providing mains power to other equipment, the rated current or rated power of the equipment shall include the assigned current or power of the **mains socket-outlet** (see also clause 6.3.6.4.101).

If the equipment has more than one rated voltage, the rated current or rated power for each rated voltage shall be marked on the equipment. The arrangement of the markings shall clearly indicate the rated current or rated power associated with each rated voltage of the equipment.

- e) DC outputs and AC auxiliary outputs of **stand-alone SMPS** shall be marked with polarity, voltage and current ratings. In addition AC auxiliary outputs shall be marked with the frequency if different from the input frequency. This information may be provided in the instructions if the output appears on a polarized connector.
- f) Ventilation and orientation requirements, if this information is necessary for safe operation.

6.2.101 Additional information for component SMPS

Component SMPS shall be provided additionally with the following information for input and output as applicable, either on the unit or in the **installation** instructions or data sheets or specifications

- output **DVC** classification;
- output ratings (voltage, current and/or power);
- specification of limits for intermittent operation;
- output limited power source (LPS) classification;
- ventilation and orientation requirements.

6.3 Information for installation and commissioning

6.3.1 General

The provisions of 6.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.2 Mechanical considerations

The provisions of 6.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.3 Environment

The provisions of 6.3.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.4 Handling and mounting

The provisions of 6.3.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.5 Enclosure temperature

The provisions of 6.3.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.6 Connections

6.3.6.1 General

The provisions of 6.3.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.6.2 Interconnection and wiring diagrams

The provisions of 6.3.6.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.6.3 Conductor (cable) selection

The provisions of 6.3.6.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.6.4 Terminal capacity and identification

The provisions of 6.3.6.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

6.3.6.4.100 Polarity identification

The polarity of DC **mains supply** terminals and DC outputs of **SMPS** shall be marked on the product or can be provided in the accompanying documents for component **SMPS**.

If a single terminal is provided, both as a main **protective earthing** terminal in the equipment and for the connection to one pole of the DC **mains supply**, it shall be marked as specified in the symbol IEC 60417-5019 (2006-08) (see Annex C of IEC 62477-1:2012), in addition to polarity marking.

These indications shall not be located on screws or other parts that might be removed when conductors are being connected.

6.3.6.4.101 Mains socket-outlets

Mains socket-outlet accepting standard mains plugs shall be marked with the voltage if it is different from the **mains supply** voltage. If the **mains socket-outlet** is for use only with specific equipment, it shall be marked to identify the equipment for which it is intended. If not, the maximum rated current or power shall be marked, or symbol ISO 7010–W001 shown in Table C.1 of IEC 62477-1:2012 placed beside the **mains socket-outlet** with the full details included in the documentation.

Compliance is checked by inspection and by measurement of power or input current to check the marking of 6.2.100 d). The measurement is made after the current has reached a stationary stage (usually after 1 min) so as to exclude any initial inrush current. The **SMPS** shall be in the condition of maximum power consumption. Transients are ignored. The measured value shall not exceed the marked value by more than 10 %.

6.3.6.4.102 Field wiring terminal temperature marking

If the temperature of the terminals or the **enclosure** of a field-wiring terminal box or compartment exceeds 60 °C in normal condition at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum rated ambient temperature if higher, there shall be a marking of the minimum temperature rating of the cable to be connected to the terminals. The marking shall be visible before and during connection, or be beside the terminals.

Compliance, in case of doubt, is checked by measurement and if applicable, by inspection of markings.

6.3.7 Protection requirements

6.3.7.1 Accessible parts and circuits

The provisions of 6.3.7.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.2 Type of electrical supply system

The provisions of 6.3.7.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.3 Protective class

6.3.7.3.1 General

The provisions of 6.3.7.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.3.2 Protective class I equipment

The provisions of 6.3.7.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.3.3 Protective class II equipment

The provisions of 6.3.7.3.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.3.4 Protective class III equipment

The provisions of 6.3.7.3.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.4 Touch current marking

The provisions of 6.3.7.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition

6.3.7.4.100 Manual reference for high touch current

Where the touch current in the PE conductor exceeds the limits given in 4.4.4.3.3., in addition to 6.3.7.4 the markings ISO 7000-0434 and ISO 7000-1641 (see Table C.100) shall be provided.

6.3.7.5 Compatibility with RCD marking

The provisions of 6.3.7.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.6 Cable and connection

The provisions of 6.3.7.6 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.3.7.7 External protection devices

The provisions of 6.3.7.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

6.3.7.7.100 Replacement fuse identification and rating markings

NOTE Requirements have been taken from IEC 62368-1.

If a fuse is replaceable by an **operator**, identification of a suitable replacement fuse shall be marked adjacent to the fuseholder. Identification shall include the fuse current rating and the following as appropriate:

- if the fuse needs a special breaking capacity to ensure safety, the appropriate symbol that indicates the breaking capacity;
- if the fuse can be replaced with a fuse of a different voltage rating, the fuse voltage rating;
- if the fuse is a time-delay fuse, and the time-delay is safety relevant, the appropriate symbol that indicates the time-delay.

If a fuse is replaceable by an **operator**, the codings of the relevant fuses shall be explained in the **user** instructions.

If a fuse is only replaceable by a service person:

- identification of a suitable replacement fuse shall be marked adjacent to the fuse or shall be provided in the service instructions;
- if the fuse is, or could be, in the neutral of the **mains supply**, the instruction shall state that the fuse is in the neutral, and that the **mains supply** shall be disconnected to de-energize the phase conductors.

If a fuse is not intended to be replaceable, fuse ratings need not be marked.

Compliance is checked by inspection.

6.3.8 Commissioning

The provisions of 6.3.8 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4 Information for use

6.4.1 General

The provisions of 6.4.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4.2 Adjustment

The provisions of 6.4.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4.3 Labels, signs and signals

6.4.3.1 General

The provisions of 6.4.3.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4.3.2 Isolators

The provisions of 6.4.3.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4.3.3 Visual and audible signals

The provisions of 6.4.3.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4.3.4 Hot surfaces

The provisions of 6.4.3.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.4.3.5 Control and device marking

The provisions of 6.4.3.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.5 Information for maintenance

6.5.1 General

The provisions of 6.5.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.5.2 Capacitor discharge

The provisions of 6.5.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.5.3 Auto restart/bypass connection

The provisions of 6.5.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.5.4 Other hazards

The provisions of 6.5.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

6.5.5 Equipment with multiple sources of supply

The provisions of 6.5.5 of IEC 62477-1:2012 apply.

Addition:

6.5.5.100 Electrical ratings (for multiple sources of supply)

If the equipment has multiple supply connections, each connection shall be marked with its rated current or rated power.

If the equipment has multiple supply connections, and if each connection has a different rated voltage than the other supply connections, each connection shall be marked with its rated voltage.

The overall system electrical rating need not be marked.

Compliance is checked by inspection.

Addition:

6.5.100 Disconnect device external to permanently connected equipment

Installation instructions shall state that an appropriate disconnect device shall be provided as part of the building **installation**.

6.5.101 Power cord acting as disconnecting device

The safety instructions shall state that the **mains socket-outlet** shall be easily accessible. For **pluggable equipment** intended for **installation** by an **operator**, the **installation** instructions shall be made available to the operator.

Addition:

7 Components

7.1 General

Where safety is involved, components shall comply either with the requirements of this document or, where specified in a requirements clause, with the safety aspects of the relevant IEC component standards.

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

Where use of an IEC component standard is permitted above, evaluation and testing of components shall be conducted as follows:

- a component shall be checked for correct application and use in accordance with its rating;
- a component that has been demonstrated to comply with a standard harmonized with the relevant IEC component standard shall be subjected to the applicable tests of this document, as part of the equipment, with the exception of those tests that are part of the relevant IEC component standard;
- a component that has not been demonstrated to comply with a relevant standard as above shall be subjected to the applicable tests of this document, as part of the equipment, and to the applicable tests of the component standard, under the conditions occurring in the equipment; and
- where components are used in circuits not in accordance with their specified ratings, the components shall be tested under the conditions occurring in the equipment. The number of samples required for test is, in general, the same as required by an equivalent standard.

Compliance is checked by inspection and by the relevant data or tests.

Table 103 shows an overview of the components requirements.

Table 103 – Component requirements

Component	Subclause
Switches	7.2
Overtemperature protection devices (thermal cut-offs or thermal links)	7.3
PTC thermistors	7.4
Overcurrent protective devices	7.5
Other protective devices requirements	7.6
Transformers	7.7
Motors	7.8
Mains supply cords	7.9
Surge protective devices (SPDs)	7.10
Wound components	7.11
IC current limiters	7.12
Capacitors and RC units bridging insulation	7.13
Optocouplers bridging insulation	7.14
Relays	7.15
Electrolytic capacitors	7.16

7.2 Switches

7.2.1 General

7.2 specifies requirements for switches that are located in circuits directly connected to mains circuits.

NOTE Voltage selector devices typically used to change the supply voltage configuration of power supplies are not considered to be switches, as they are not operated under load.

7.2.2 Requirements for switches acting as disconnecting device

NOTE Requirements have been taken from IEC 61010-1 and IEC 62368-1.

A disconnect device shall be provided to disconnect the equipment from the supply.

A disconnect device may be:

- the plug on the power supply cord; or
- an appliance coupler; or
- an isolating switch; or
- a circuit breaker; or
- any equivalent means for disconnection.

For equipment intended to be powered from an **AC mains** that is overvoltage category I, overvoltage category II or overvoltage category III, or from a DC mains that is **DVC C**, a disconnect device shall have a contact separation of at least 3 mm. For an **AC mains** that is overvoltage category IV, IEC 60947-1 shall apply.

When incorporated in the equipment, the disconnect device shall be connected as closely as practicable to the incoming supply.

Parts on the supply side of a disconnect device in the equipment, that remain energized when the disconnect device is switched off, shall be guarded to reduce the risk of accidental contact by **service persons**. As an alternative, instructions shall be provided in the service manual.

A disconnect device shall simultaneously interrupt all phase conductors and the neutral conductor. The neutral conductor does not need to be switched, when it is possible to rely on the identification of the neutral in the mains.

For **permanently connected** equipment the disconnect device shall be incorporated in the equipment, unless the equipment is accompanied by **installation** instructions shall comply with 6.5.100.

NOTE External disconnect devices will not necessarily be supplied with the equipment.

Where a plug on the power supply cord is used as the disconnect device, the **installation** instructions shall comply with 6.5.101.

An equipment switch or circuit-breaker employed as a disconnecting device shall meet the relevant requirements of IEC 60947-1 and IEC 60947-3 and be suitable for the application.

If the power supply switch or circuit-breaker is used as the disconnecting device, the off-position shall be clearly marked. Graphical symbols IEC 60417-5007 (2002-10) and IEC 60417-5008 (2002-10) (see Annex C) or IEC 60417-5268 (2002-10) and IEC 60417-5269 (2002-10) (see Annex C) for push-button switches.

A switch shall not be incorporated in a **mains supply** cord.

A switch or circuit-breaker shall not interrupt a protective earth conductor.

Compliance is checked by inspection.

7.2.3 Requirements for switches

A switch not complying with 7.2.1 may be tested separately or in the equipment and shall comply with all of the following:

- comply with the requirements of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007, whereby the following applies:
 - 10 000 operating cycles (see 7.1.4.4 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - the switch shall be suitable for use in the pollution degree environment in which it is used, typically a pollution degree 2 environment (see 7.1.6.2 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - the switch have a glow wire temperature of 850 °C (see 7.1.9.3 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - the characteristics of the switch with regard to the ratings and classification (see IEC 61058-1) shall be appropriate for the function of the switch under normal operating conditions as given below:
 - i) the ratings of the switch (see Clause 6 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - ii) the classification of the switch according to:
 - a) nature of supply (see 7.1.1 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - b) type of load to be controlled by the switch (see 7.1.2 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);

- c) ambient air temperature (see 7.1.3 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);

Compliance is checked according to IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007.

- the switch shall be so constructed that it does not attain excessive temperatures under normal operating conditions. Compliance is checked in the on-position according to 16.2.2 d), l) and m) of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007, except the current is the sum of the equipment current and the maximum current supplied to other equipment, if any.
- a mains switch controlling connectors supplying power to other equipment shall withstand the electrical endurance test according to 17.2 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007, with an additional load according to Figure 9 of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007. The total current rating of the additional load shall correspond to the marking of the connectors supplying power to other equipment. The peak surge current of the additional load shall have a value as shown in Table 104.

Table 104 – Peak surge current

Current rating A	Peak surge current A
up to and including 0,5	20
up to and including 1,0	50
up to and including 2,5	100
over 2,5	150

7.2.4 Test method and compliance criteria

The tests of IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007 shall be applied with the modifications shown in 7.2.3.

After the tests, the switch shall show no deterioration of its **enclosure** and no loosening of electrical connections or mechanical fixings.

7.3 Overtemperature protection devices (thermal cut-offs or thermal links)

NOTE Requirements have been derived from clause 6.10.1 of IEC 61010-1:2010.

Overtemperature protection devices are devices operating in **single fault condition**. They shall meet all of the following requirements:

- be constructed so that reliable function is ensured;
- be rated to interrupt the maximum voltage and current of the circuit in which they are employed;
- not operate in normal operation.

If a self-resetting overtemperature protection device is used to prevent a hazard in case of failure of a temperature control system (for example a thermostat), the protected part of the equipment shall require intervention before becoming operational again.

Compliance is checked by inspection of the circuit diagram, the data sheet for the overtemperature protection device, and the method in which it is installed in the equipment, and by the following tests, with the equipment operated in **single fault condition**.

The number of operations is as follows:

- self-resetting overtemperature protection devices are caused to operate 200 times;

- 2) non-self-resetting overtemperature protection devices, except thermal fuses, are reset after each operation and thus caused to operate 10 times;
- 3) non-resetting overtemperature protection devices are caused to operate once.

Forced cooling and resting periods are allowed to be introduced to prevent damage to the equipment. During the test, resetting overtemperature protection devices shall operate each time the single fault condition is applied and non-resetting overtemperature protection devices shall operate once. After the test, resetting overtemperature protection devices shall show no sign of damage which could prevent their operation in a further single fault condition.

7.4 PTC thermistors

NOTE 1 Derived from requirements of IEC 62368-1:2014.

PTC thermistors used for protection according to 4.6.5, shall comply with Clauses 15, 17, J.15 and J.17 of IEC 60730-1:2010 or shall provide IEC 60730-1 Type 2.A.L. action.

For PTC thermistors whose continuous power dissipation that appears at its maximum voltage at an ambient temperature of 25 °C or otherwise specified by the manufacturer for tripped state, determined as given in 3.38 of IEC 60738-1:2009, exceeds 15 W and with a size of 1 750 mm³ or more, the encapsulation or tubing shall be made of V-1 class material or equivalent material.

NOTE 2 Tripped state means the state in which PTC thermistors are shifted to a high resistance condition at a given temperature.

Compliance is checked by inspection and where applicable by the tests of IEC 60730-1.

7.5 Overcurrent protective devices

Overcurrent protective devices shall comply with their applicable IEC standards and be used according to their specification.

Compliance is checked by inspection.

7.6 Protective devices not mentioned in 7.2 to 7.5

7.6.1 Other protective devices requirements

Such protective devices (for example, fusing resistors, fuse-links not standardized in IEC 60127 (all parts) or miniature circuit breakers) shall have adequate rating including breaking capacity.

7.6.2 Compliance and test method

Compliance is checked by inspection and by performing **single fault condition** testing as specified in 5.2.4.

The test is carried out three times.

No failure is allowed.

7.7 Transformers

7.7.1 General

Transformers shall comply with one of the following:

- meet the requirements given in 7.7.2;

- meet the requirements of IEC 61558-1 and the relevant parts of IEC 61558-2 (all parts) with the following additions and limitations:
 - the limit values for **DVC As** of this document apply (see Table 5);
 - for **working voltages** above 1 000 V RMS, see 18.3 of IEC 61558-1:2005/AMD1:2009, using the test voltage specified in 4.4.7.10;
 - the overload test according to 5.2.4.100.

7.7.2 Insulation

7.7.2.1 Requirements

Insulation in transformers shall comply with the following requirements.

Windings and conductive parts of transformers shall be treated as parts of the circuits to which they are connected, if any. The insulation between them shall comply with the relevant requirements of 4.4.7 and pass the relevant electric strength tests, according to the application of the insulation in the equipment.

Precautions shall be taken to prevent the reduction below the required minimum values of clearances and creepage distance that provide **basic insulation**, **supplementary** insulation or reinforced insulation by

- displacement of windings, or their turns;
- displacement of internal wiring or wires for external connections;
- undue displacement of parts of windings or internal wiring, in the event of rupture of wires adjacent to connections or loosening of the connections;
- bridging of insulation by wires, screws, washers and the like should they loosen or become free.

It is not expected that two independent fixings will loosen at the same time. All windings shall have the end turns retained by positive means.

Examples of acceptable forms of construction are the following (there are other acceptable forms of construction):

- windings isolated from each other by placing them on separate limbs of the core, with or without spools;
- windings on a single spool with a partition wall, where either the spool and partition wall are pressed or moulded in one piece, or a pushed-on partition wall has an intermediate sheath or covering over the joint between the spool and the partition wall;
- concentric windings on a spool of insulating material without flanges, or on insulation applied in thin sheet form to the transformer core;
- insulation is provided between windings consisting of sheet insulation extending beyond the end turns of each layer;
- concentric windings, separated by an earthed conductive screen that consists of metal foil extending the full width of the windings, with suitable insulation between each winding and the screen. The conductive screen and its lead-out wire have a cross-section sufficient to ensure that on breakdown of the insulation an overload device will open the circuit before the screen is destroyed. The overload device may be a part of the transformer.

If a transformer is fitted with an earthed screen for protective purposes, the transformer shall pass the test of 5.2.4.3 between the earthed screen and the earthing terminal of the transformer.

No electric strength test applies to insulation between any winding and the core or screen, provided that the core or screen is totally enclosed or encapsulated and there is no electrical

connection to the core or screen. However, the tests between windings that have terminations continue to apply.

7.7.2.2 Compliance criteria

Compliance is checked by inspection, measurement and where applicable by test.

7.8 Motors

Motors that are used for air-handling only and where the air-propelling component is directly coupled to the motor shaft shall only be tested with locked rotor during fault conditions.

Motors connected to voltages other than **DVC As** have to be investigated to clearance and creepage distances according to this document or an IEC standard for motors covering spacing requirements.

AC motors with starting capacitors have to be faulted by shorting and opening the starting capacitor.

A loss of phase test, according to 5.2.4.8, has to be conducted in the case of 3-phase AC motors.

NOTE The only motors considered in this document are motors for air-handling.

7.9 Mains supply cords

NOTE Requirements have been derived from clause 6.10.1 of IEC 61010-1:2010.

7.9.1 General

The following requirements apply to non-detachable **mains supply** cords and to detachable **mains supply** cords supplied with the equipment.

Cords shall be rated for the maximum current for the equipment and the cable used shall meet the requirements of the relevant parts of IEC 60227 (all parts) or IEC 60245 (all parts).

If a cord is likely to contact hot external parts of the equipment, it shall be made of suitably heat-resistant material.

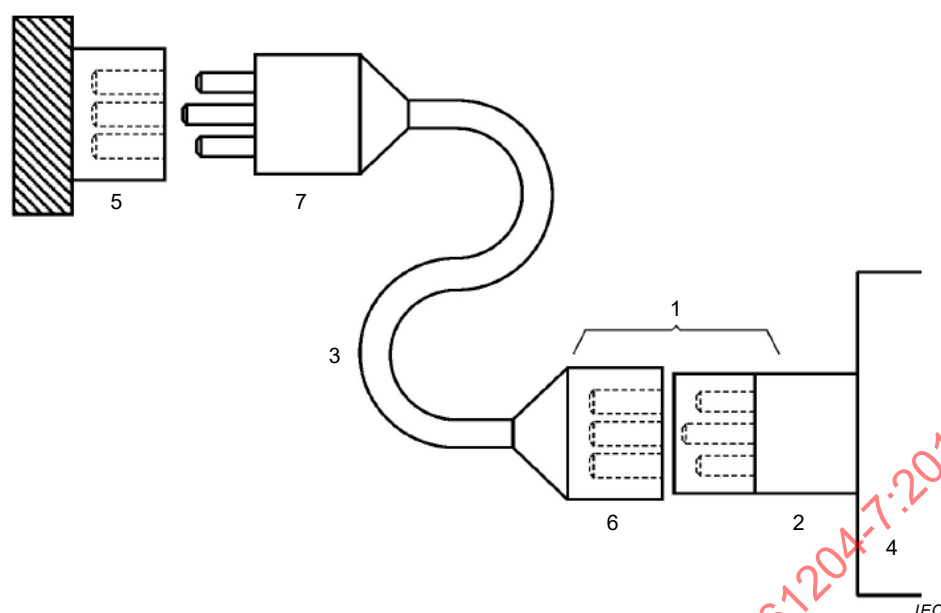
If the cord is detachable, both the cord and the appliance inlet shall have adequate temperature ratings.

Conductors coloured green-and-yellow shall be used only for connection to protective conductor terminals.

Detachable **mains supply** cords with mains connectors according to the relevant parts of IEC 60320 (all parts) shall either meet the requirements of IEC 60799, or shall be rated at least for the current rating of the mains connector fitted to the cord.

Figure 106 explains the terminology for **mains supply** cords.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by measurement.

**Key**

- 1 Appliance coupler
- 2 Appliance inlet
- 3 Cable
- 4 Equipment

- 5 Fixed mains socket-outlet
- 6 Mains connector
- 7 Mains plug

Figure 106 – Detachable mains supply cords and connections**7.9.2 Fitting of non-detachable mains supply cords****7.9.2.1 Cord entry**

Mains supply cords shall be protected against abrasion and sharp bends at the point where the cord enters the equipment, by one of the following means:

- a) an inlet or bushing with a smoothly rounded opening;
- b) reliably fixed flexible cord guard made of insulating material protruding beyond the inlet opening by at least five times the overall diameter of a cord with the largest cross-sectional area which can be fitted. For flat cords, the larger cross-sectional dimension is taken as the overall diameter.

Compliance is checked by inspection, and if needed by measurement of dimensions.

7.9.2.2 Cord anchorage

The cord anchorage shall relieve the conductors of the cord from strain, including twisting, where they are connected within the equipment, and shall protect the insulation of the conductors from abrasion. The protective earth conductor, if any, shall be the last to take the strain if the cord slips in its anchorage.

Cord anchorages shall meet the following requirements:

- a) the cord shall not be clamped by a screw which bears directly on the cord;
- b) knots in the cord shall not be used;
- c) it shall not be possible to push the cord into the equipment to an extent which could cause a hazard;
- d) failure of the cord insulation in a cord anchorage which has metal parts shall not cause accessible conductive parts to become **hazardous-live-parts**;
- e) it shall not be possible to loosen the cord anchorage without the use of a tool;

- f) it shall be designed so that cord replacement does not cause a hazard, and it shall be clear how the relief from strain is provided.

A compression bushing shall not be used as a cord anchorage unless it is suitable for use with the mains supply cord supplied with it or specified for it by the manufacturer.

Compliance is checked by inspection and by the following push-pull test:

For each combination of cord and bushing, the cord is pushed into the equipment manually, as far as possible. It is then subjected 25 times to a steady pull of the value shown in Table 105, applied for 1 s each time in the least favourable direction. Immediately afterwards it is subjected for 1 min to a torque of the value shown in Table 105. The torque shall be applied as close as possible to the external end of the cord anchorage or bushing.

Table 105 – Strain relief test force

Mass of the equipment kg	Force N	Torque for torque test Nm
Up to and including 1	30	0,10
Over 1 up to and including 4	60	0,25
Over 4	100	0,35

After the tests:

- 1) the cord shall not have been damaged;
- 2) the cord shall not have been displaced longitudinally by more than 2 mm;
- 3) there shall be no signs of strain at the point where the anchorage clamps the cord;
- 4) clearances and creepage distances shall not have been reduced below the applicable values;
- 5) the cord shall pass the AC voltage test of 5.2.4.3 (without humidity preconditioning) with a duration of at least 1 min as follows:
 - a) for equipment with a protective earth conductor, the test is made between the protective conductor and the line and neutral conductors joined together, with the test voltage according to 4.4.7.10 for basic insulation for the appropriate line-to-neutral voltage;
 - b) for equipment without a protective earth conductor, the test is made between accessible conductive parts of the equipment and the line and neutral conductors joined together, with the test voltage according to 4.4.7.10 for reinforced insulation for the appropriate line-to-neutral voltage.

7.9.2.3 Plugs and connectors

Plugs and connectors for connecting equipment to the **mains supply**, including appliance couplers used to connect detachable **mains supply** cords, shall conform to the relevant specifications for plugs, **mains socket-outlets** and connectors.

If the equipment is designed to be supplied only at voltages below **DVC As** in normal condition or **single fault condition**, or from a source used solely to supply that equipment, the plugs of the power supply cord shall not fit into the **mains socket-outlets** of **mains supply** systems at voltages above the rated supply voltage of the equipment. Mains-type plugs and sockets shall not be used for purposes other than connection of a **mains supply**.

If plug pins of cord-connected equipment receive a charge from an internal capacitor, the pins shall be investigated to 4.4.5.103, and testing to 4.4.9 shall be conducted, if necessary.

On equipment with mains socket-outlets:

- a) if the **mains socket-outlet** can accept a standard **mains supply** plug, there shall be a marking as specified in 6.3.6.4.101;
- b) if the **mains socket-outlet** has a terminal contact for a protective earth conductor, the input **mains supply** connection to the equipment shall include a protective earth conductor connected to a protective conductor terminal.

Compliance is checked by inspection. For plugs receiving a charge from an internal capacitor, investigation to 4.4.5.103 has to be conducted.

7.10 Surge protective devices (SPDs)

NOTE Derived from requirements of IEC 62368-1:2014.

7.10.1 Use of an SPD connected to reliable earthing

Where a varistor is used between the mains and earth,

- the earth connection shall comply with 4.4.4.3.3, and
- the varistor shall pass the test of 7.10.4.

NOTE Pluggable equipment type A and pluggable equipment type B without a multi-conductor power cable with a minimum cross section of 2,5 mm² for the PE conductor are not considered to have a reliable earth connection (refer to 7.10.2).

7.10.2 Use of an SPD between mains and protective earth

Where an SPD is used between the mains and protective earth, it shall consist of a varistor and a GDT (gas discharge tube) connected in series, where the following applies:

- the varistor shall pass the test of 7.10.4;
- the GDT shall comply with:
 - the electric strength tests for **basic insulation**; and
 - the external clearance and creepage distance requirements for **basic insulation**.

NOTE 1 Some examples of SPDs are MOVs, varistors and GDTs. A varistor is sometimes referred to as a VDR or a metal oxide varistor (MOV).

The above requirements do not apply to SPDs

- intended for attenuating transient voltages from external circuits, and
- connected to reliable earth (see 7.10.1).

NOTE 2 It is not a requirement of this document that surge suppressors comply with any particular component standard. However, attention is drawn to the IEC 61643 series of standards, in particular:

- IEC 61643-21 (surge suppressors in telecommunications application),
- IEC 61643-311 (gas discharge tubes),
- IEC 61643-321 (avalanche breakdown diodes),
- IEC 61643-331 (metal oxide varistors).

7.10.3 Bridging of supplementary, double or reinforced insulation by a SPD

It is not permitted to bridge **supplementary insulation**, **double insulation** or **reinforced insulation** by a SPD.

Compliance is checked by inspection.

7.10.4 Circuits or components used as transient voltage limiting devices

NOTE Derived from requirements in IEC 61010-1:2010, 14.8.

Transient overvoltages in a circuit may be limited by circuits or components. Components suitable for this purpose include varistors, spark gaps on printed wiring boards, and ceramic capacitors, in some cases combined with impedances or gas-filled surge arresters.

Any overvoltage limiting component or circuit that forms part of the equipment shall have adequate strength to limit likely transient overvoltages.

Compliance is checked by applying 5 positive and 5 negative impulses with the applicable impulse withstand voltage of Table 9 of IEC 62477-1:2012, with an interval of up to 1 min, from a hybrid impulse generator (see IEC 61180-1). The generator shall produce an open-circuit voltage waveform of 1,2/50 μ s, a short-circuit current waveform of 8/20 μ s, with an output impedance (peak open-circuit voltage divided by peak short-circuit current) of 12 Ω (resistance may be added in series if needed to raise the impedance). The test impulse shall be applied while the circuit is working under conditions during normal operation, in combination with the **mains supply**. The mains voltage is the maximum rated line-to-neutral mains voltage.

The test voltage is applied between each pair of **mains supply** terminals of the equipment where voltage limiting devices are present.

No hazard shall arise in the event that the component ruptures or overheats during the test. If a rupture occurs, no part of the component shall bridge safety-relevant insulation. If the component overheats, it shall not heat other materials to their self-ignition points. Tripping the circuit breaker of the **mains supply** is an indication of failure.

7.11 Wound components

Refer to 4.4.7.8.5.

7.12 IC current limiters

7.12.1 General

NOTE Derived from requirements of IEC 62368-1:2014.

IC current limiters used for current limiting in power sources to limited power source (4.6.5) are not shorted from input to output if all of the following conditions are met:

- the IC current limiters limit the current to manufacturer's defined value (not to be more than 5 A) under normal operating conditions with any specified drift taken into account;
- the IC current limiters are entirely electronic and have no means of manual operation or reset;
- the IC current limiters are supplied by a source whose output does not exceed 250 VA;
- the IC current limiters output current is limited to 5 A or less;
- the IC current limiters limit the current or voltage to the required value with the manufacturer's defined drift, as applicable, taken into account after each of the conditioning tests.

At the choice of the manufacturer, the conditioning tests shall be conducted in accordance with a test program outlined in 7.12.2, 7.12.3 or 7.12.4.

Compliance criteria:

After each of the tests below, the device shall limit the current in accordance with its specification as applicable or the device shall become open circuit. The open circuited device is replaced with a new sample and tests continued as applicable.

IC current limiters that meet the test program of either 7.12.2, 7.12.3 or 7.12.4 are considered to comply with the above requirements.

A different sample may be used for each test.

NOTE The power source for the tests should be capable of delivering 250 VA minimum unless the IC current limiter is tested in the end product.

7.12.2 Test program 1

Test program 1 consists of the following:

- 10 000 cycles of turning enable on and off with a $100\ \Omega \pm 5\ \Omega$ resistor and a $425\ \mu\text{F} \pm 10\ \mu\text{F}$ capacitor in parallel with the output;
- 10 000 cycles of turning enable on and off with a ferrite-core inductor having $0,35\ \text{mH} \pm 0,1\ \text{mH}$ inductance at 1 kHz and a DC resistance not exceeding $1\ \Omega$;
- 10 000 cycles of turning enable on and off with the input connected to a capacitor rated $425\ \mu\text{F} \pm 1\ \mu\text{F}$ and shorting the output;
- 10 000 cycles of turning the input pin on and off with a capacitor rated $425\ \mu\text{F} \pm 1\ \mu\text{F}$ connected to the input supply while keeping enable active and shorting the output;
- 10 000 cycles of turning the input pin on and off with a ferrite-core inductor having $0,35\ \text{mH} \pm 0,1\ \text{mH}$ inductance at 1 kHz and a DC resistance not exceeding $1\ \Omega$ connected to the input supply and return while keeping enable active and shorting the output;
- 50 cycles with the enable pin held active with the output open-circuited, each cycle consisting of shorting the output and then opening the output;
- 50 cycles with the enable pin held active while applying a short to the output, each cycle consisting of turning the power on and off;
- 50 cycles with the enable pin held active while power is applied, each cycle consisting of shorting the output, removing power, reapplying power, removing the short, followed by removal of power.

7.12.3 Test program 2

Test program 2 consists of the following:

- 50 cycles with the enable pin held active with the output open-circuited; each cycle consisting of shorting the output and then opening the output;
- 50 cycles with the enable pin held active while applying a short to the output; each cycle consisting of turning the power on and off;
- 50 cycles with the enable pin held active with the output loaded to maximum power, each cycle consisting of turning the power on and off;
- 50 cycles with the enable pin held active while power is applied, each cycle consisting of shorting the output, removing power, reapplying power, removing the short, followed by removal of power;
- 3 cycles of exposing the device (not energized) to $70\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$ for 24 h; followed by at least 1 h at room ambient; followed by at least 3 h at $-30\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$; followed by 3 h at room ambient;
- 10 cycles of exposing the device (while energized) to $50\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$ for 10 min; followed by 10 min at $0\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$ with a 5 min period of transition from one state to the other;
- 7 days with the output short-circuited and the device wrapped in a double layer of cheesecloth. A quick acting 5 A fuse kept in series with the output shall not open and a current meter shall not show a current of more than 5 A.

7.12.4 Test program 3

Test program 3 consists of the following:

- Subclause H.17.1.4.2 of IEC 60730-1:2010;
- 10 000 cycles of turning enable on and off with a 100 Ω resistor and 425 μ F capacitor in parallel with the output;
- 10 000 cycles of turning enable on and off with a ferrite-core inductor having 0,35 mH $\pm$ 0,1 mH inductance at 1 kHz and a DC resistance not exceeding 1 Ω connected in the output circuit;
- 10 000 cycles of turning enable on and off while input connected to a capacitor rated 425 μ F and shorting the output;
- 10 000 cycles of turning input pin on and off while a capacitor rated 425 μ F to the input supply keeping enable active and shorting the output;
- 10 000 cycles of turning input pin on and off with a ferrite-core inductor having 0,35 mH $\pm$ 0,1 mH inductance at 1 kHz and a DC resistance not exceeding 1 Ω connected to the input supply keeping enable active and shorting the output;
- 50 cycles with enable pin held active and applying short to output with power on and off;
- 50 cycles with enable pin held active and output loaded to maximum power with power on and off;
- 50 cycles with enable pin held active and applying power, apply short to output; remove power, apply power, remove short, remove power;
- 3 cycles of exposing the device (not energized) to 70 °C for 24 h; followed by at least 1 h at room ambient; followed by at least 3 h at –30 °C; followed by 3 h at room ambient;
- 10 cycles of exposing the device (while energized) to 49 °C for 10 min; followed by 10 min at 0 °C with a 5 min period of transition from one state to the other.

7.13 Capacitors and RC units bridging insulation

7.13 specifies selection requirements for capacitors and RC units, complying with IEC 60384-14, acceptable for **basic insulation**, **supplementary insulation** or **reinforced insulation**.

The following conditions are applied when evaluating a capacitor or an RC unit to the requirements of IEC 60384-14:

- a) The duration of the damp heat, steady-state test as specified in 4.12 of IEC 60384-14:2013, shall be 21 days at a temperature of 40 °C $\pm$ 2°C and a relative humidity of 93 % $\pm$ 3 %.
- b) Capacitors subjected to a duration that is longer than 21 days during the above test are considered acceptable.

The appropriate capacitor subclass shall be selected from those listed in Table 106, according to the rules of application in the table.

Table 106 – Capacitor ratings according to IEC 60384-14

Capacitor subclass according to IEC 60384-14:2013	Rated voltage of the capacitor V RMS	Type test impulse voltage of the capacitor kV peak	Type test RMS test voltage of the capacitor kV RMS
Y1	Up to and including 500	8	4
Y2	Over 150 up to and including 500	5	1,5
Y4	Up to and including 150	2,5	0,9
X1	Up to and including 1 000	4 ^a	-
X2	Up to and including 1 000	2,5 ^a	-

Rules for the application of this table.

- 1) The voltage rating of the capacitor shall be at least equal to the RMS working voltage across the insulation being bridged.
- 2) For a single capacitor (X type) serving as functional insulation, failure of the capacitor shall not result in the failure of any protection, and the type test impulse voltage shall be at least equal to the required impulse voltage.
- 3) A higher grade capacitor than the one specified may be used, as follows:
 - subclass Y1 if subclass Y2 is specified;
 - subclass Y1 or Y2 if subclass Y4 is specified;
 - subclass Y1 or Y2 if subclass X1 is specified;
 - subclass X1, Y1 or Y2 if subclass X2 is specified.
- 4) Two or more capacitors may be used in series in place of the single capacitor specified, as follows:
 - subclass Y1 or Y2 if subclass Y1 is specified;
 - subclass Y2 or Y4 if subclass Y2 is specified;
 - subclass X1 or X2 if subclass X1 is specified.
- 5) If two or more capacitors are used in series they shall pass the electric strength tests of 4.4.7.8.3.4, taking into account the total working voltage across the capacitor(s) and RC unit, as applicable and comply with the other rules above.

^a For capacitance values of more than 1 µF, this test voltage is reduced by a factor equal to $\sqrt{C}$, where C is the capacitance value in µF.

NOTE In Norway, due to the IT power system used, capacitors are required to be rated for the applicable line-to-line voltage (230 V).

Class X capacitors may be used as a **basic insulation** in circuits isolated from the mains but shall not be used as a:

- **basic insulation** in circuits connected to the **mains supply**; or
- supplementary insulation.

A series of X capacitors may be used as basic insulation of mains circuits provided that:

- the capacitor series is connected to a reliable earth (see 4.4.4.3.3 and 7.10.1);
- both have the same classification;
- both are of same nominal capacitance;
- both have the same rated voltage, and
- the series of X capacitors comply with the impulse test in 7.10.4 for basic insulation.

The rated voltage of the capacitors shall not be less than the rated voltage of an appropriate Y capacitor.

The sum of the rated impulse voltages of the X capacitors shall not be less than that of an appropriate Y capacitor.

Class X capacitors shall not be used as a **reinforced insulation**.

Capacitors and RC units that serve as **(electrical) insulation** shall comply with IEC 60384-14. RC units may consist of discrete components.

Under **single fault conditions**, if a capacitor or RC unit consists of more than one capacitor, the voltage on each of the remaining individual capacitors shall not exceed the voltage rating of the relevant individual capacitors. When multiple capacitors are used, the relevant test voltages are multiplied by the number of capacitors used.

Compliance is checked by inspection and if necessary by measurement.

7.14 Optocouplers bridging insulation

7.14 specifies compliance requirements for optocouplers serving as **basic insulation**, **supplementary insulation** or **reinforced insulation**.

Optocouplers shall comply with the requirements of IEC 60747-5-5:2007. In the application of IEC 60747-5-5:2007,

- the voltage $V_{\text{ini,a}}$ for **type testing** as specified in 7.4.3 of IEC 60747-5-5:2007, and
- the voltage $V_{\text{ini,b}}$ for **routine testing** as specified in 7.4.1 of IEC 60747-5-5:2007

shall be the appropriate value of the test voltage in 5.2.3.4 of this document.

NOTE The above constructions can contain cemented joints, in which case 4.4.7.9 of this document also applies.

Compliance is checked by inspection.

7.15 Relays

7.15 specifies requirements for relays that are located in circuits other than limited power circuits.

The relay may be tested separately or in the equipment.

For resistance to heat and fire, see Clause 16 in IEC 61810-1:2008.

A relay shall comply with the requirements of IEC 61810-1, taking into account the following:

- 10 000 operating cycles for endurance (see 5.5 of IEC 61810-1:2008) and during the electric endurance test (see clause 11 of IEC 61810-1:2008), no temporary malfunction shall occur;

NOTE A temporary malfunction is an event that has to be eliminated during the test at latest after one additional energization cycle without any external influence (see clause 11 of IEC 61810-1:2008).

- the relay shall be suitable for use in the applicable pollution situation (see clause 13 of IEC 61810-1:2008);
- for mains relays the speed of contact making and breaking shall be independent of the rate of rise of the coil voltage;
- characteristics of the relay with regard to the ratings and classification (see IEC 61810-1), shall be appropriate for the function of the relay under normal operating condition as given below:
 - rated coil voltage and rated coil voltage range (see 5.1 of IEC 61810-1:2008);
 - rated contact load and the type of load (see 5.7 of IEC 61810-1:2008);
 - AC or DC relay (see 5.3 of IEC 61810-1:2008);

- the ambient air temperature and upper and lower limit of the temperature (see 5.8 of IEC 61810-1:2008);
 - only relay technology category RT IV and RT V shall be considered to meet pollution degree 1 environment (see 5.9 of IEC 61810-1:2008);
- electric strength (see 10.3 of IEC 61810-1:2008), except the test voltages shall be the highest of the AC or DC voltages, according to 5.2.3.4;
 - clearances in accordance with this document, if the required impulse withstand voltage (referred to as impulse withstand voltage in IEC 61810-1) exceeds 12 kV;
 - creepage distances in accordance with this document, if the RMS **working voltage** (referred to as voltage RMS in IEC 61810-1) exceeds 500 V;
 - solid insulation in accordance with 13.3 of IEC 61810-1:2008 or with 4.4.7.8 of this document.

Compliance is checked according to IEC 61810-1 and the requirements of this document.

7.16 Electrolytic capacitors

Electrolytic capacitors shall have adequate clearances for venting in accordance with the capacitor manufacturer's specifications.

Electrolytic capacitors shall be at least short circuited and disconnected as a single fault, but it is sufficient to conduct worst case testing on individual capacitors or components of capacitor protection circuitry, if more than one electrolytic capacitor is provided (series connections of capacitors or capacitor banks).

Compliance is checked by inspection.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex A (normative)

Additional information for protection against electric shock

The provisions of Annex A of IEC 62477-1:2012 apply, except as follows.

A.1 General

Replacement:

Figure A.1 to Figure A.3 show examples of the methods used for protection against electric shock in **protective class III** equipment and circuits (see 4.4.6.4).

----- Basic insulation
- - - - - Supplementary insulation

A.2 Protection by means of DVC As

The provisions of Clause A.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.3 Protection by means of protective impedance

The provisions of Clause A.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.4 Protection by using limited voltages

The provisions of Clause A.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.5 Evaluation of working voltage and selection of DVC for touch voltage, PELV and SELV circuits

The provisions of Clause A.5 of IEC 62477-1:2012 and its subclauses **do not** apply.

NOTE This clause is obsolete due to modification of Table 2 and Table 5.

A.6 Evaluation of the working voltage of circuits

A.6.1 General

The provisions of A.6.1 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.6.2 AC working voltage

The provisions of A.6.2 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.6.3 DC working voltage

The provisions of A.6.3 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.6.4 Pulsating working voltage

The provisions of A.6.4 of IEC 62477-1:2012 apply.

A.7 Examples of the use of elements of protective measures

The provisions of Clause A.7 of IEC 62477-1:2012 apply.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex B
(informative)

Considerations for the reduction of the pollution degree

The information of Annex B of IEC 62477-1:2012 applies.

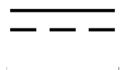
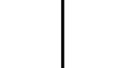
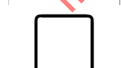
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex C (informative)

Symbols referred to in IEC 62477-1

The information of Annex C of IEC 62477-1:2012 applies. In addition, additional symbols are outlined in Table C.100.

Table C.100 – Symbols

Symbol	Publication	Description
	IEC 60417-5017 (2002-10)	Earth (ground), bonding to earth
	IEC 60417-5031 (2002-10)	Direct current
	IEC 60417-5032 (2002-10)	Alternating current
	IEC 60417-5033 (2002-10)	Both direct and alternating current
	IEC 60417-5032-1 (2002-10)	Three-phase alternating current
	IEC 60417-5007 (2002-10)	On (supply)
	IEC 60417-5008 (2002-10)	Off (supply)
	IEC 60417-5268 (2002-10)	In position of a bistable push control
	IEC 60417-5269 (2002-10)	Out position of a bistable push control
	ISO 7000-0434 (2004-01) and ISO 7000-1641 (2004-01)	A symbol or set of symbols such as ISO 7000-0434 and ISO 7000-1641 to refer to text in an accompanying document. These symbols may be combined.
	IEC 60417-5009 (2015-03)	Symbol used for "stand-by" condition.
	Not existing in IEC 60417.	Either the symbol, or a similar symbol, combined with the triangle shaped warning sign from ISO 3864-2:2004 can be used.

Annex D
(normative)

Evaluation of clearance and creepage distances

The provisions of Annex D of IEC 62477-1:2012 apply.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex E
(informative)

Altitude correction for clearances

The information of Annex E of IEC 62477-1:2012 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex F
(normative)

**Clearance and creepage distance determination
for frequencies greater than 30 kHz**

The provisions of Annex F of IEC 62477-1:2012 apply.

NOTE No further considerations made by the product committee in respect to F.4.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex G
(informative)

Cross-sections of round conductors

The information of Annex G of IEC 62477-1:2012 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex H
(informative)

Guidelines for RCD compatibility

The information of Annex H of IEC 62477-1:2012 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex I
(informative)

Examples of overvoltage category reduction

The information of Annex I of IEC 62477-1:2012 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex J
(informative)

Burn thresholds for touchable surfaces

The information of Annex J of IEC 62477-1:2012 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex K
(informative)

Table of electrochemical potentials

The information of Annex K of IEC 62477-1:2012 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex L
(informative)

Measuring instrument for touch current measurements

The information of Annex L of IEC 62477-1:2012 **do not** apply.

NOTE Direct reference to IEC 60990:1999 is made instead.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex M
(informative)

Test probes for determining access

The information of Annex M of IEC 62477-1:2012 applies.

Additional annexes:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex AA (normative)

Addition

Insulated winding wires for use without interleaved insulation

NOTE Requirements of IEC 62368-1:2014, Annex J, are used.

AA.1 General

Requirements for winding wires whose insulation may be used to provide **basic insulation**, **supplementary insulation**, **double insulation** or reinforced insulation in wound components without interleaved insulation are specified below.

This annex applies to:

- solid round winding wires having diameters between 0,01 mm and 5,0 mm, and stranded winding wires with equivalent cross-sectional areas, and
- solid square and solid rectangular (flatwise bending) winding wires with cross-sectional areas of 0,000 079 mm² to 19,6 mm².

AA.2 Type tests

AA.2.1 General

The winding wire shall pass the following **type tests**, carried out at a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 45 % and 75 %, unless otherwise specified.

AA.2.2 Electric strength

AA.2.2.1 Solid round winding wires and stranded winding wires

AA.2.2.1.1 Wires with a nominal conductor diameter up to and including 0,1 mm

The test specimen is prepared according to 4.3 of IEC 60851-5:2008. The specimen is then subjected to the electric strength tests of AA.2.6, between the conductor of the wire and the cylinder.

AA.2.2.1.2 Wires with a nominal conductor diameter over 0,1 mm up to and including 2,5 mm

The test specimen is prepared according to 4.4.1 of IEC 60851-5:(twisted pair). The specimen is then subjected to the electric strength tests of AA.2.6.

AA.2.2.1.3 Wires with a nominal conductor diameter over 2,5 mm

The test specimen is prepared according to 4.5.1 of IEC 60851-5:2008. The specimen is then subjected to the electric strength tests of AA.2.6, between the conductor of the wire and the shot.

AA.2.2.2 Square or rectangular wires

The test specimen is prepared according to 4.7.1 of IEC 60851-5:2008 (single conductor surrounded by metal shots). The specimen is then subjected to the electric strength tests of AA.2.6.

AA.2.3 Flexibility and adherence

Subclause 5.1 (in Test 8) of IEC 60851-3:2009 shall be used, using the mandrel diameters of Table AA.1.

The test specimen is then examined in accordance with 5.1.1.4 of IEC 60851-3:2009, followed by the electric strength tests of AA.2.6.

The test voltage is applied between the wire and the mandrel.

Table AA.1 – Mandrel diameter

Nominal conductor diameter or thickness mm	Mandrel diameter mm
less than 0,35	4,0 ± 0,2
less than 0,50	6,0 ± 0,2
less than 0,75	8,0 ± 0,2
less than 2,50	10,0 ± 0,2
less than 5,00	Four times the conductor diameter or thickness ^a

^a In accordance with IEC 60317-43.

The tension to be applied to the wire during winding on the mandrel is calculated from the wire diameter to be equivalent to 118 MPa ± 10 % (118 N/mm² ± 10 %).

Edgewise bending on the smaller dimension side (width) is not required for rectangular wire.

For mandrel winding test of the square and rectangular wire, two adjacent turns do not need to contact each other.

AA.2.4 Heat shock

The test specimen shall be prepared in accordance with 3.1.1 (in Test 9) of IEC 60851-6:1996, followed by the electric strength tests of AA.2.6.

The test voltage is applied between the wire and the mandrel. The oven temperature is the relevant temperature of the thermal class of insulation in Table AA.2. The mandrel diameter and tension applied to the wire during winding on the mandrel are as in Table AA.1. The electric strength tests is conducted at room temperature after removal from the oven.

Table AA.2 – Oven temperature

Thermal class	Class 105 (A)	Class 120 (E)	Class 130 (B)	Class 155 (F)	Class 180 (H)	Class 200 (N)	Class 220 (R)	Class 250 -
Oven temperature °C	200	215	225	250	275	295	315	345

Oven temperatures shall be maintained within ± 5° of the specified temperature.

The classes are related to the classification of electrical insulating materials and EISs in accordance with IEC 60085. The assigned letter designations are given in parentheses.

Edgewise bending on the smaller dimension side (width) is not required for rectangular wire.

NOTE Subclause 3.1.2 in Test 9 of IEC 60851-6:1996 is not used for solid square and solid rectangular winding wires.

AA.2.5 Retention of electric strength after bending

Five specimens are prepared as in AA.2.3 and tested as follows. Each specimen is removed from the mandrel, placed in a container and positioned so that it can be surrounded by at least 5 mm of metal shot. The ends of the conductor in the specimen shall be sufficiently long to avoid flash over. The shot shall be not more than 2 mm in diameter and shall consist of balls of stainless steel, nickel or nickel plated iron. The shot is gently poured into the container until the specimen under test is covered by at least 5 mm of shot. The shot shall be cleaned periodically with a suitable solvent.

NOTE The above test procedure is reproduced from 4.6.1 c) of IEC 60851-5:1996, now withdrawn. It is not included in the fourth edition (2008) of that standard.

The specimen shall be subjected to the electric strength tests of AA.2.6.

The mandrel diameter and tension applied to the wire during winding on the mandrel are as in Table AA.1.

AA.2.6 Electric strength tests

The electric strength tests are to be conducted as follows:

The impulse voltage test in accordance with 5.2.3.2 with a minimum test voltage of

- 4,2 kV peak for **reinforced insulation**, or
- 2,1 kV peak for **basic insulation** or **supplementary insulation**.

The AC or DC voltage test in accordance with 5.2.3.4 with a minimum test voltage of

- 3 kV RMS for **reinforced insulation**, or
- 1,5 kV RMS for **basic insulation** or **supplementary insulation**.

AA.3 Testing during manufacturing

AA.3.1 General

The wire shall be subjected by the wire manufacturer to electric strength tests during manufacture as specified in AA.3.2 and AA.3.3.

AA.3.2 Routine test

The test voltage for **routine test** shall be in accordance with the AC or DC voltage test of 5.2.3.4, with a minimum of

- 3 kV RMS or 4,2 kV peak for **reinforced insulation**, or
- 1,5 kV RMS or 2,1 kV peak for **basic insulation** or **supplementary insulation**.

AA.3.3 Sampling test

The **sampling test** shall be conducted according to the suitable test specified in AA.2.2.

Annex AB

(informative)

Minimum and maximum cross-section of copper conductors suitable for connection to terminals for external conductors

The following Table AB.1 applies for the connection of one copper cable per terminal.

**Table AB.1 – Cross-section of copper conductors suitable for connection
to terminals for external conductors**
(extract from IEC 61439-1:2011)

Rated current	Solid or stranded conductors		Flexible conductors	
	Cross-sections		Cross-sections	
	min.	max.	min.	max.
A	mm ²		mm ²	
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
13	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

If the external conductors are connected directly to built-in apparatus, the cross-sections indicated in the relevant specifications are valid.

In cases where it is necessary to provide for conductors other than those specified in the table, special agreement shall be reached between the ASSEMBLY manufacturer and the user.

Annex AC (normative)

DC power and distribution equipment

AC.1 General

AC.1.1 General

DC power and distribution equipment shall comply with the additional requirements of this annex.

AC.1.2 Terms and definitions

AC.1.2.1 DC short circuit withstand

maximum output short circuit current from a DC source that can be delivered at the input to the equipment being rated in order to not exceed the capability of the circuit within the equipment, including the interrupting capability of any overcurrent protectors, when a fault is applied to the output load circuit after the overcurrent protector

AC.1.2.2 Interrupt rating

maximum short circuit current that an overcurrent protection device is capable of interrupting at a given voltage

AC.1.2.3 Temperature excursions

conditions that the equipment is expected to operate in that are not continuous occurrences, but may cause a higher ambient or higher temperatures internal to the equipment

Note 1 to entry: The higher temperature could be experienced due to outside extreme climates, a failure (e.g. in the air system for indoor installations), or battery discharge conditions, these are conditions that occur infrequently and are corrected or discontinued.

AC.1.2.4 DC power branch distribution

circuit conductors, external to the equipment, between an overcurrent protective device and the downstream equipment

AC.1.2.5 Low voltage load disconnect (LVLD) and low voltage battery disconnect (LVBD)

device used to disconnect the load or **battery** when the **battery** condition such as temperature or voltage reaches a defined cut-off limit

AC.1.2.6 DC disconnect switch

mechanical device which is used to disconnect a DC circuit

Note 1 to entry: The removable part of this device may contain a fuse which protects the circuit.

AC.1.2.7 Battery string

series connection of **batteries** that produces the desired voltage for the **DC power and distribution equipment**

AC.1.2.8 Battery supply

string or a parallel connection of strings specified for use with the **DC power and distribution equipment**

AC.1.2.9 Battery

single cell or multiple cells connected in series, parallel or series-parallel to form an assembly with the desired voltage and current capability

AC.1.2.10 Storage cell

basic electrochemical unit, consisting of an anode and a cathode within a common electrolyte, used to receive, store and deliver electrical energy

AC.2 General conditions for tests

AC.2.1 DC rated voltage range

For equipment covered by this annex that is powered from **DC power and distribution equipment**, the **rated voltage range** provided by the manufacturer is used for testing. No tolerance is applied.

AC.2.2 Battery resistance

The DC **battery** supply resistance calculation shall be based on the minimum **battery** resistance specified by the **battery** manufacturer. The resistance for multicell modules supplied by the **battery** manufacturer as an assembly shall include all cells and internal connecting hardware.

AC.3 Components in the DC distribution circuit

AC.3.1 Contactors and relays

Contactors and relays used for **LVL**D or **LVBD** shall be evaluated for the application using the test of AC.13.

AC.3.2 DC disconnect switch

The DC disconnect switch shall be evaluated for the application using the test of AC.14.

AC.4 DC distribution

AC.4.1 Short circuit current

The resistance of the **battery** supply and the output short circuit current shall be calculated to determine the necessary **DC short circuit withstand** rating of the equipment and the interrupt rating of the overcurrent protective devices, and that used for testing in accordance with AC.15.

AC.4.2 Method of calculating output short circuit current for battery assemblies

- a) When calculating potential short circuit currents available at the output of the **DC power and distribution equipment**, or from a **battery** supply, the circuit resistance includes published resistance for conductors at 25 °C in series with the components being evaluated, **battery** supply total resistance and resistance of the maximum size load cable at shortest length that produces a fault path (based on the application). Contact

resistance, bolted connections, and the resistance of overcurrent protective devices shall not be included in the calculation.

- b) The **DC withstand rating** of the **DC power and distribution equipment** is basically the short circuit current through the **DC power and distribution equipment** with a fault applied to the output.
- c) For the purpose of calculating the DC short circuit current, the nominal **storage cell** voltage shall be used. For lead acid cells, this is assumed to be at 2 V. This will be the voltage used to determine the **battery** supply voltage (example: 24 V or 48 V). Some **batteries** may be made up of more than one cell.
- d) The internal resistance (R_b) of the **battery** is the resistance between the terminals.
- e) The Figure AC.100 is provided as a guide for performing the resistance and the short circuit calculations.
- f) Resistance of each string (R_{str1} , R_{str2} , $R_{str...}$) equals the minimum internal resistance of each battery (R_b) multiplied by the number of **batteries** in the string, added to the resistance of the **battery** cables or straps (R_{bc}) multiplied by the number of cables or straps in each string, added to the resistance of the negative string cable (R_{sc-}) and the positive string cable (R_{sc+}) that is used to tie the string to a common point with the other strings in the system, cabinet, or rack.

Example: $R_{str1} = (4 \times R_b) + (3 \times R_{bc}) + R_{sc-} + R_{sc+}$

- g) The total resistance of all the strings connected in the system/cabinet/rack (R_{tstr}) is the parallel resistance of all the strings together.

Example: $R_{tstr} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{str1}}\right) + \left(\frac{1}{R_{str2}}\right) + \left(\frac{1}{R_{str...}}\right)}$

- h) The resistance of the total **battery** supply (R_{tbs}) includes the cables/busbars (R_{bsc-} and R_{bsc+}) up to the distribution equipment plus the total parallel resistance of all the strings (R_{tstr}).

Example: $R_{tbs} = R_{tstr} + R_{bsc-} + R_{bsc+}$

- i) When more than one **battery** supply is terminated into the **DC power and distribution equipment**, the total equivalent resistance of all the supplies (R_{teqbs}) is calculated as the parallel resistance of all the strings (R_{tbs1} , R_{tbs2} , $R_{tbs...}$).

Example: $R_{teqbs} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{tbs1}}\right) + \left(\frac{1}{R_{tbs2}}\right) + \left(\frac{1}{R_{tbs...}}\right)}$

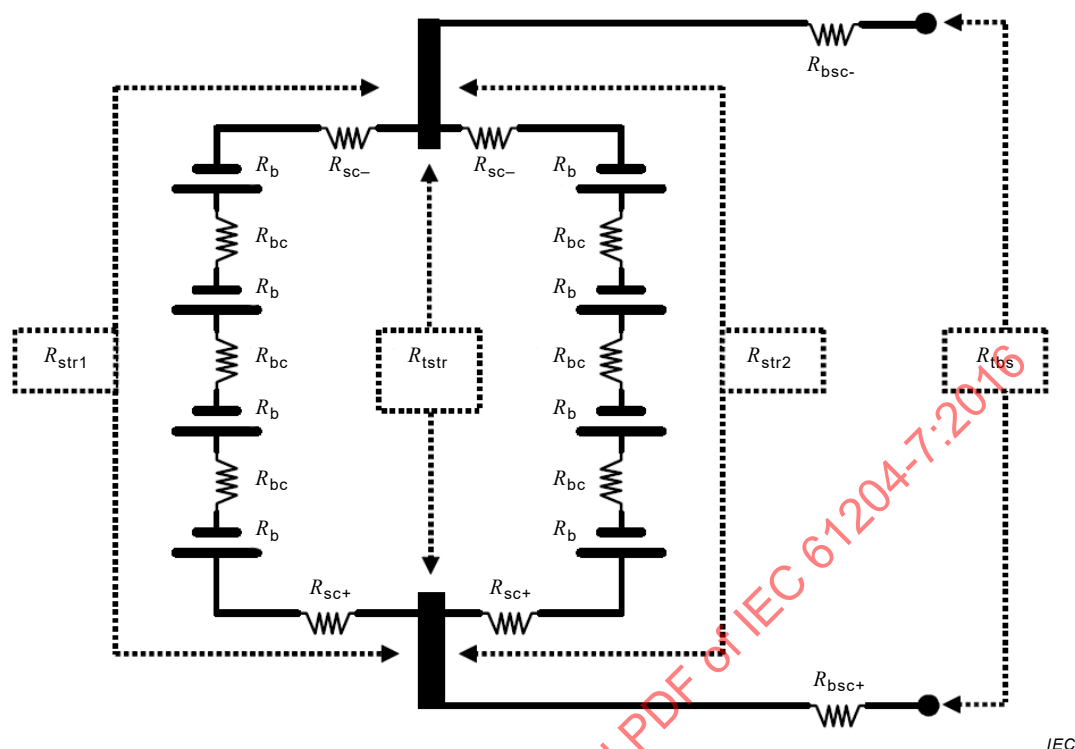


Figure AC.100 – Resistance and short circuit calculations

- j) The short circuit current is determined at various points in the system by dividing the **battery** supply voltage, based on 2 V per cell, by the resistance up to that point. To determine the short circuit current at termination point of the **battery strings**: divide by R_{tstr} . To determine the short circuit current at the input of the **DC power and distribution equipment**: divide by R_{tbs} or R_{teqbs} depending on how the **batteries** are connected. To determine the short circuit current through the **DC power and distribution equipment** with a fault applied at the output after the over current protection device, add the resistance of the circuit (excluding the resistance of over current protectors and contacts) and a resistance representative of the minimum fault on the output based on maximum size load conductor, then divide by either R_{tbs} or R_{teqbs} .

AC.5 Information and marking requirements

AC.5.1 Power ratings for DC power and distribution equipment

DC power and distribution equipment containing power supplies shall be marked with the rated output voltage range.

Equipment that only contains overcurrent protection devices and/or busbars for distribution need only be marked with the maximum **rated voltage**.

Battery supplies are not required to be marked with the rated output voltage range.

AC.5.2 Instructions for DC power and distribution equipment

AC.5.2.1 Battery racks output short circuit current rating

Battery racks and/or cabinets shall be provided with output short circuit current rating information in accordance with AC.4.1.

AC.5.2.2 Distribution frames withstand rating

Distribution frames shall be provided with **DC short circuit withstand** rating information for each DC output or panel based on the information in AC.5. All safety related information involving the installation, servicing, or operation of the equipment shall also be included.

When the equipment is rated for connection to an **AC mains supply** that can deliver more than 10 000 A short circuit current, the withstand capability of the equipment and interrupt rating of any internal overcurrent protectors shall be evaluated to determine their suitability.

AC.5.2.3 Battery voltage and battery supply resistance

Marking or installation instructions provided with a **battery** rack or cabinet shall include the nominal circuit voltage of the **battery** system and the float voltage (or charging voltage), and the **battery** supply resistance in accordance with AC.4.1. Also a statement that this information is to be used to calculate the maximum short circuit current in the final installation.

AC.5.2.4 Additional information

Documentation shall include the following statements and information.

- This equipment is designed to be connected to a battery source of nominal _____ V DC based on 2 V per cell with a minimum resistance of _____ Ω per cell.
- This resistance calculation includes the minimum battery system equivalent parallel resistance and the interconnecting conductors to the input termination point of this equipment.
- These values are used to verify that the DC short circuit withstand rating of the equipment is not exceeded and that overcurrent protection devices have the required interrupting capability.
- An illustration and formulas for calculating resistance and short circuit currents from **battery** systems as given in AC.4.1.

AC.5.2.5 Interrupt rating

Field installed or replaceable components which are intended to interrupt output short circuit current shall have a specified interrupt rating – unless certain components are specified to be used and are tested with the system. This information can be indicated in the installation instructions or marked on the product.

AC.5.2.6 Installation instructions

Equipment shall be provided with installation instructions. The equipment shall be marked in a readily visible location with the following or equivalent: "Refer to (manufacturers to enter document reference) for installation and safety instructions". The marking information in the instructions shall accurately reflect the ratings and use of the equipment.

AC.5.2.7 Restricted access locations

Markings and/or instructions shall be provided in accordance with clause 6.

AC.5.3 Markings on DC power and distribution equipment

AC.5.3.1 Symbol for reference to documents

The symbol  (ISO 7000-0434 and ISO 7000-1641; see also Table C.100) with reference to product documentation for important information before making any connections to the equipment.

AC.5.3.2 Battery replacement markings/instructions

The **battery** type and information for replacement **batteries** shall be specified on **battery** racks and cabinets or provided in the documentation.

AC.5.4 Wiring terminals

AC.5.4.1 Terminals for connection in the field

Terminals for connection in the field shall include identification of the connections, so that the connections are capable of being properly cross-referenced to the wiring instructions.

The wiring information shall be in instructions made available with the equipment.

AC.5.4.2 Wiring instructions

At least the following wiring instructions, or equivalent, shall be included:

- tightening torque or crimping information;
- conductor material if other than copper;
- conductor size or range;
- the appropriate insulation temperature rating of any field wiring based on temperatures measured on terminals and areas containing field wiring.

AC.5.4.3 DC earth marking

The DC earthing/bonding shall be marked using the earthing symbol $\equiv$ IEC 60417-5017 (2006-08) and by placing “DC” or the DC symbol (see Table C.100) next to the earth symbol.

AC.6 Protection in restricted access area

For equipment identified for use in a **restricted access area**, **functional insulation** may be used from a hazardous voltage **secondary circuit** to a noncurrent carrying bare conductive part when all of the following conditions are met.

- a) The non-current carrying bare conductive part shall be earthed according to 4.4.4.2 of this document or required marking shall indicate to **service persons** that such parts are not earthed and are to be checked for **hazardous-live-parts** before being touched.
- b) Documentation shall state the need to provide protective earthing where required.

If the enclosure requirements are not met, this equipment shall be identified for installation in a **restricted access area**. The instructions shall identify that the equipment shall be installed, operated and serviced by qualified technical personnel only. Equipment in these locations will contain parts at hazardous energy levels that can be directly accessed and are only protected by guarding and/or warning. **Hazardous-live-parts** shall be protected by guarding and warning.

AC.7 Provisions for earthing and bonding

Earthing of enclosures (and frames) containing earthed DC circuits. Equipment supplied by or containing DC power with one side of the DC power connected to the DC earthing terminal shall also have the enclosure connected or provided with a means for connection to the DC earthing terminal with a conductor sized to carry the fault current. AC earth shall not be used for the DC fault path unless sized accordingly.

AC.8 Overcurrent and earth protection in secondary circuits

AC.8.1 General

Equipment containing overcurrent protectors for DC power branch distribution shall be provided with a place on the equipment for the installer to identify the circuit information.

An overcurrent protective device provided for DC power branch distribution shall have the voltage rating and interrupt rating specified by the manufacturer of the overcurrent protective device. This rating shall not be less than the maximum voltage and **DC short circuit withstand** rating of the equipment or panel within the equipment.

If, at the point of overcurrent protection, the equipment has been evaluated and found to have a reduced level of available fault current, the overcurrent protective device at that point may have an interrupt rating less than that specified above. However, it shall be at least equal to the available fault current of the equipment as determined by analysis or the following test.

The short circuit shall be applied after the location of the overcurrent protective device. The overcurrent protective device shall be replaced by a conductor of negligible impedance.

- The short shall consist of the largest size conductor that can be attached with the minimal length necessary to make the attachment, a suitable current shunt, a switching device rated sufficiently to apply the short, and a device to measure and record the maximum current through the shunt. The total resistance of the test set-up shall not exceed 0,015 Ω.
- If the equipment is specified to be used only with certain **battery** supplies, then these batteries shall be used for the test. If an output short circuit current rating or **DC short circuit withstand** rating is specified, then a **battery** source capable of delivering this current shall be used.
- The current measured through the shunt shall be less than the interrupt rating of the overcurrent protector.

Overcurrent protection devices rated 30 A or less and used in **DC power and distribution equipment** with an output short circuit current rating or **DC short circuit withstand** rating of 10 000 A or less, are capable of being tested in the circuit and do not require an interrupt rating specified by the manufacturer. The following test shall be performed: the test setup shall be as described above.

A minimum of three samples shall be evaluated.

After each test, there shall be no mechanical or fire hazard.

AC.8.2 Alarm indicating fuses

An alarm indicating fuse is capable of being connected in parallel with an overcurrent protective device under either of the following conditions:

- the parallel fuse combination has been evaluated and complies with AC.8.1; or
- the rated current of the alarm fuse is less than 1/6 the rated current of the overcurrent protective device, and the impedance of the alarm circuit will limit the fault current in the alarm circuit to a value equal to or less than the interrupt rating of the alarm fuse (if the alarm fuse has no specified interrupt rating, then the testing in AC.8.1 can be used).

When an "open type" alarm indicating fuse is used, a cover shall be provided unless the likelihood of a hazard has been reduced to a safe level.

AC.8.3 Electronic overcurrent protection

Electronic overcurrent protection shall limit the output current to a value defined by the manufacturer under any of the following conditions in accordance with 4.2 of this document. The value of the current shall be measured minimum 5 s after initiation of the fault condition.

- Any condition of output loading including short circuit. Under this condition, no overcurrent protective device shall open and the unit shall be functional after the overload condition is removed.
- Any condition of output loading including short circuit under any single fault condition in the electronic protection circuit. Electronic protection is identified as capable of being used as an overcurrent protective device when during the tests, the unit complies with 4.2 of this document and neither protective device in the equipment nor the mains circuit overcurrent protection shall open.

AC.9 Clearances, creepage distances and distances through insulation

AC.9.1 General

Clearances and **creepage distances** at wiring terminals used for field connections shall be dimensioned in accordance with Table AC.101.

Clearances and **creepage distances** for uninsulated bus bars containing hazardous energy levels shall be dimensioned in accordance with Table AC.102.

AC.9.2 Circuit breaker arc vents

The effect of possible contaminants from arc vents of devices such as circuit breakers shall be evaluated when determining **clearances** and **creepage distances** within the **DC power and distribution equipment** containing circuits connected to the **AC mains supply**.

Table AC.101 – AC and DC field wiring spacings

Insulation working voltage up to and including		Between field wiring terminals of the same polarity ^{a,b}	Between field wiring terminals of opposite polarity or to earthed conductive parts	
V RMS (sinusoidal)	V _{peak} or DC	Creepage distance and clearance mm	Clearance mm	Creepage distance mm
50	71	3,2	6,4	6,4
250	354	6,4	6,4	6,4
600	848	12,7	9,5	12,7

Creepage distance values according to 4.4.7.5 shall be met at a minimum.

Connections shall be with the most unfavorable conductor size and position.

Includes spacings on the load side of switches, fuses, or circuit breakers that have a common input. Consideration shall be given to the way the connection is made. If it can be demonstrated that spacings can be maintained in the field, then the clearances and creepage distance according to 4.4.7.4 and 4.4.7.5 of this document can be used. Examples: the use of lugs that are prevented from rotating, mating connectors on provided cable sets, or terminal blocks with recessed openings that meet the field wiring spacings without the conductor.

^a BATTERY terminations before the overcurrent protection shall meet the same spacing requirements for busbars, Table AC.102.

^b Field wiring terminals without energy hazard (4.5.1.2), limitation of current (4.4.5.102), limited power (4.6.5) or circuits where abnormal testing verifies no hazard exists, can be dimensioned according to 4.4.7.4 and 4.4.7.5 of this document as **functional insulation**.

NOTE Tolerances of parts and the method of assembly affect the spacings.

Table AC.102 – Minimum acceptable spacings for uninsulated bus bars

Insulation working voltage – up to and including		Minimum spacing between live parts of opposite polarity and between live parts and earthed conductive parts	
V RMS (sinusoidal)	V _{peak} or DC	Clearance mm	Creepage distance mm
600	848	12,7	see 4.4.7.5

These spacings may be reduced for sections of bus bars that are provided with physical barriers to maintain spacings or secured in such a way to prevent the reduction of spacings as follows:

- when the specified torque is applied to any required field connection;
- when subjected to any abuse likely to be encountered during operation or servicing;
- when the unit is subjected to the enclosure impact and deflection testing.

Insulation between bus bars or sections of bus bars that meet the above conditions, can be evaluated as **basic insulation** of this document.

The **clearances** specified for AC **mains supply** only apply to field wiring compartments containing busbars that contain voltages above 250 V RMS

If a fault analysis (short circuit and overload) is capable of being performed on the circuit containing hazardous energy level without creating a safety hazard, the conditions of 5.2 of this document apply.

NOTE Tolerances of parts and the method of assembly affect the spacings.

AC.10 Wiring, connections and supply

Protection of secondary circuits in the DC power and distribution equipment

DC power branch distribution shall be protected against overcurrent and short circuits.

Protection for wiring shall be provided by one or more of the following methods:

- conductor size;
- insulation;
- spacings;
- support design;
- rated protective devices such as circuit breakers or fuses, electronic regulation, or inherently limited power sources.

Circuits between **batteries** and the first overcurrent protection shall also be provided with increased spacings in accordance with Table AC.101.

NOTE As the wiring between **batteries** and the first overcurrent protection complies AC.9.1, the required protection against faults is determined to exist.

No protection is required for wiring that is not directly in the path of the power distribution conductors if it can be shown that there is no safety hazard.

Compliance is checked by inspection and, as appropriate, by the tests of 4.2 of this document.

AC.11 Electrolyte containment

When a flooded **battery** is included with the product, the electrolyte containment shall be evaluated. The design shall include either the required containment system, or a reference in the documentation for the need to include a containment system in the installation.

AC.12 Thermal requirements

The temperatures under normal operating conditions, shall not exceed the limits given in 4.6.4 (IEC 62477-1:2012, Table 14) of this document and the Table AC.103.

Table AC.103 – Temperature limits

Parts	Maximum temperature °C
Contact parts in air	
Copper ^b	70
Silver or silver-faced ^c	-
All other metals ^d	-
Busbars: ^h	
Unplated bus bar or unplated joint ^g	70
Plated bus bar joint, point of connection to a circuit breaker ^{a, e and f}	90
Terminals for field-installed conductors:	
Intended for use with 60 °C wire	75
Intended for use with 75 °C wire	90
Wire insulation or any part that can be contacted by field wiring	Temperature marking of the wire
^a Both surfaces of a joint shall be plated, but not necessarily the entire length of the bus bar. ^b Temperature limits on the contacts of contactors or relays may be exceeded when the contactor only carries load current during battery discharge conditions, as long as condition c) is met. ^c Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. ^d To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. ^e Conditions for allowing bus bar connections to exceed 90 °C are being evaluated. ^f Bus bar joints with mixed platings shall meet Annex K of this document or the acceptability of the combination proven. ^g Unplated connections treated with an anti-oxidation compound will be limited by the compound rating or the limits for unplated connections, whichever is higher, but not greater than that allowed for plated connections. ^h These limits may be exceeded under conditions identified as temperature excursions, but shall not exceed 105 °C total measured temperature for connections, and shall not exceed the recommended temperature limitations specified by the circuit breaker manufacturer to avoid internal damage to the circuit breaker.	

AC.13 Contactors and relays used for load or battery disconnect

Contactors or relays used as **low voltage load disconnect (LVLD)** and **low voltage battery disconnect (LVBD)** need only be subjected to the following test:

- Test one sample of a contactor design on an overload circuit of 150 % of rated current at maximum contact voltage for 50 operations. One operation consists of closing and opening of the contacts. The rated coil voltage shall be used.
- Following the overload test, the same contactor is cycled for 1 000 operations at 100 % rated contact current at maximum contact voltage. Rated coil voltage is used.
- For both tests, the frame of the contactor is to be connected through a 30 A non-time delay cartridge fuse to the electrical test circuit pole considered least likely to strike to earth.
- The maximum cycling rate for these tests is 1 s on, and 9 s off (6 cycles/min). Cycle times may be reduced as follows.
 - a) When the device operation will not permit these cycle times, times as close as possible to these are to be used.

- b) If it is determined that for a duration less than 1 s, the device conducts the test current without interrupting the circuit or being adversely affected by heat and the device contacts are properly seated before the break is initiated as confirmed by oscilloscopic or oscillographic measurements, the on time may be reduced to that duration.
- c) The off time may be less if agreeable to all concerned.

The test circuits for both the overload and endurance tests are allowed to be purely resistive such that the circuit time constant is essentially zero. Realistically, there will be some inductive component to the test circuit, and this will only make the test more severe.

During the testing, there shall be no electrical or mechanical breakdown. There shall be no permanent arcing, no flash over between poles, no opening of the fuseable elements in the earth circuit, and no welding of the contacts.

At the conclusion of test, the sample shall be subject to an electric strength test based on 5.2.3.4 of this document from live parts to earth with contacts closed, across open contacts, between different sets of contacts, from contact to coil, and from coil to earth.

The contacts shall be rated for the full load current expected at the end of the **battery** discharge when the circuit is opened.

In addition to temperature testing under normal operating conditions of the equipment, when the equipment contains components affected by a **battery** discharge condition, the equipment shall also be tested in this condition. The maximum load current at the **battery** disconnect voltage shall be used until temperatures stabilize on parts in the path of the power distribution conductors. All fans and equipment normally off in this condition shall not be operating during the test. Components, including the busbar clamped connections and circuit breakers, are capable of exceeding the normal temperature limits with the limits for temperature excursions being applied. See table footnote h of Table AC.103.

The **DC short circuit withstand** capability of the **LVLD** or **LVBD** is evaluated using test method in AC.15 in its application. For equipment rated less than or equal to 10 000 A, additional evaluation is not required. If used in equipment rated over 10 000 A, the **LVLD** or **LVBD** shall not create a hazard and spacings shall not be permanently reduced.

Acceptability of contacts welding shall be determined based on the application (for example, alarming of circuit that indicates contactor status; no safety hazard created if contacts do not open).

AC.14 DC disconnect switches

AC.14.1 General

DC disconnect switches shall comply with the relevant component standard or the following tests based on the application. Contact separation is based on the working voltage and passing the electric strength test per 5.2.3.4 of this document after the required cycle testing.

For **DC disconnect switches**, samples of each switch design and rating to be tested shall be subjected to the tests as shown in Table AC.104. The letter in the "Test Sequence" column indicates the test sequences that are to be performed on an individual sample. All tests identified with the same letter shall be performed on a single previously untested sample, except that a sample that was subjected to previous tests may be reconditioned and used if agreeable to those concerned.

Table AC.104 – Switch test sequences

Test sequence ^a	Order of tests in each test sequence	Clause reference for test	Fuse used
A	1st. Thermal requirements	AC.12	Live fuse
B	1st. Overload	AC.14.3	Dummy fuse
	2nd. Endurance	AC.14.3	Dummy fuse
	3rd. Electric strength	AC.14.7	None
C	1st. Close-open	AC.14.4	Dummy fuse
	2 nd . Short-circuit withstand	AC.14.5	Test limiter
	3rd. Electric strength	AC.14.7	None
D	1st. Closing	AC.14.6	Test limiter
	2nd. Electric strength	AC.14.7	None
E	1st. Strength of insulating base and support	AC.14.8	None
^a A separate sample is to be used for each lettered test sequence. NOTE If the same sample is used for test sequences C and D, the electric strength test is not required for test sequence C.			

A **DC disconnect switch** shall be mounted in a manner representing the most severe condition of intended use in regard to the following:

- a) enclosure size;
- b) spacings between live parts and earthed metal; and
- c) mounting position.

A door or cover may be open as necessary to operate the switch, but any other openings shall be closed. The line terminals shall be connected to the supply circuit, and the load terminals shall be connected to the necessary resistance or impedance, when needed.

A dummy fuse shall be a copper bus or tube, having a size equivalent to the blade (or ferrule) of the fuse that the fuseholder is intended to accommodate. Each of these bars or tubes may be individually reinforced to enable it to withstand the test forces.

For test sequences B, C, and D, in Table AC.104, a switch shall be tested with the enclosure or dead metal parts connected through a 30 A cartridge fuse, without any time delay, to the earthed conductor. This connection is to be made to the load side of the limiting impedance by a 4 mm² cross-sectional area (No. 10 AWG) copper wire having a length of 1,83 m or less.

If a machine is used as the means of test operation, the closure speed and opening speed shall not exceed 75 mm/s. The construction of the operating mechanism is to be such as to provide positive insertion and withdrawals of **DC disconnect switches**.

A switch having two or more short-circuit withstand ratings shall be tested at each rating unless a test at one rating is representative of performance at the other ratings.

For the overload, close-open, short-circuit withstand, and closing tests, the tests shall be made on circuits adjusted so that the open-circuit voltage is 100 % to 110 % of the rated voltage of the switch. The open-circuit voltage may be more than 110 % of the rated voltage if agreeable to those concerned. The circuits shall have a recovery voltage equal or greater than the rated voltage of the device. No time constant is specified, however, an inductive time constant may be used if agreeable to those concerned.

During the overload, endurance, close-open, short-circuit withstand, and closing tests:

- the fuse connected to the enclosure or dead metal parts shall not open;
- there shall not be breakage to the extent that the integrity of the mounting of live parts is impaired;
- there shall not be electrical nor mechanical malfunction;
- there shall be no welding of the contacts;
- the door shall be kept from blowing open by its latch, without any bolts or locks installed thereon (deformation of the case alone is not considered an unacceptable result);
- live end of a fuse shall not be exposed. Neither end of a fuse (live or dummy) shall be completely ejected from the fuse clips, and the live end of a fuse shall not bridge from a fuse clip to dead metal;
- the switch head shall not be ejected from its housing and no live metal parts shall be exposed.

AC.14.2 Thermal requirements

With the switch carrying rated current continuously until constant temperatures are attained, no part shall exceed the temperature values specified in 4.6.4 (Table 14) of this document and the Table AC.103. Thermal tests are conducted in accordance with 4.6.4 of this document. When fuses are used, no fuse shall open.

The test may be conducted at any voltage resulting in rated current flow.

AC.14.3 Overload and endurance tests

The overload test consists of 50 cycles at 150 % of rated current. The endurance test consists of 1 000 cycles at 100 % of the rated current. The test voltage shall be within 5 % of maximum rated voltage.

The rate of operation shall be 5 operations per minute or faster if agreeable to the manufacturer.

During the endurance test, the switch blades may be lubricated as needed to resume intended operation.

AC.14.4 Close-open test

A switch shall make and break 600 % of its rated current for five operations.

The switch shall remain closed for approximately 0,5 s. The rate of operation is not specified. The blades and jaws may be serviced before each operation. The switch may be serviced prior to the short circuit withstand test.

Servicing is considered to be filing, lubricating, deburring, and the like. There is to be no disassembly of the device to accomplish the servicing. Servicing is not to include replacement of any part.

AC.14.5 DC short circuit withstand test

A circuit capable of providing the maximum **DC short circuit withstand** current for which the switch is rated shall be connected to the switch. The switch shall withstand the designated current until the overcurrent protective device(s) open. The overcurrent protection device(s) shall be on the load side of the switch and shall be one of the following:

- for fused switches, test limiters as described below installed in the switch or externally connected;
- for unfused switches, externally connected test limiters or circuit breakers as marked on the switch.

NOTE 1 An equivalent source can also be used.

This test may be performed without overcurrent protection devices if it can be shown that the test current was maintained for a period of time at least equal to the opening time of the specified overcurrent protective devices at the level of current involved.

The line and load terminals of the switch are to be connected to the corresponding test circuit terminals by short copper wire leads, maximum of 1,22 m per terminal, each of which has an ampacity not less than the current rating of the switch.

Test limiters used shall have characteristics that are equal to or greater than the maximum peak let-through current (I_p) and clearing I^2t values associated with the maximum rated fuses the device either accepts or by which it is to be externally protected.

For an unfused switch it is assumed that protection will be provided by the maximum fuse in the case size of the indicated fuse. Test limiters, of the appropriate size, are capable of being installed in the switch, or dummy fuses are capable of being installed in the switch with the test limiters external to the switch.

NOTE 2 Test limiters used for tests are to be selected from a lot from which two samples have been tested and comply with the necessary values.

The available current and other circuit characteristics shall be determined by suitable methods.

AC.14.6 Closing test

A switch shall be closed on a circuit capable of providing the maximum short circuit current for which the switch is rated.

The conditions of the closing test are to be the same as for the short circuit withstand test. Complete physical closure of the switch contacts need not be established.

AC.14.7 Electric strength test

After the tests of AC.12, AC.14.3, AC.14.4, AC.14.5 and AC.14.6, an electric strength test to 5.2.3.4 is made on reinforced insulation, or on basic or supplementary insulation forming part of double insulation, if any of the following applies:

- a) the **clearances** and **creepage distance** has been reduced below the value specified in 4.4.7.4 and 4.4.7.5 of this document; or
- b) the insulation shows visible signs of damage; or
- c) the insulation cannot be inspected.

The test is made after the insulation has cooled to room temperature.

AC.14.8 Strength of insulating base and support

The insulating base of a DC disconnect switch shall not be damaged when wire connectors securing short lengths of conductors of rated ampacity are tightened to 110 % of the highest torque value specified for the switch.

Damage is considered to have occurred when the base insulating material cracks or rotates; bosses, recesses, or other means to prevent turning do not perform their intended function; straps or bus bars bend or twist; or members move at electrical joints. Minor chipping or flaking of brittle insulating material is acceptable if the performance is not otherwise impaired. Momentary flexing of metallic members without permanent deformation is acceptable.

AC.15 Tests

Equipment rated with a 10 000 A or less **DC short circuit withstand** rating is not required to be tested for withstand capability except for the interrupt ratings of overcurrent protection devices. Test and construction requirements for equipment rated over 10 000 A **DC short circuit withstand** rating are under consideration. Until requirements for further evaluations are identified for equipment rated over 10 000 A, components in the circuit shall be evaluated to ensure that no hazard exists under a single fault condition applied to the output of the distribution (or each distribution type). This can be done with a **battery** supply where the calculated output short circuit current capability of the **battery** supply is greater than or equal to the **DC short circuit withstand** rating of the equipment being evaluated. The fault shall be applied using the maximum size wire that is specified to be connected at the shortest length possible to connect the test setup, and the specified overcurrent protector(s). The test setup shall include a sufficiently rated contactor/relay (or other suitable device) to apply the short and shunt with a measuring device capable of capturing the peak current. There shall be no permanent reduction in spacings or hazards created within the equipment.

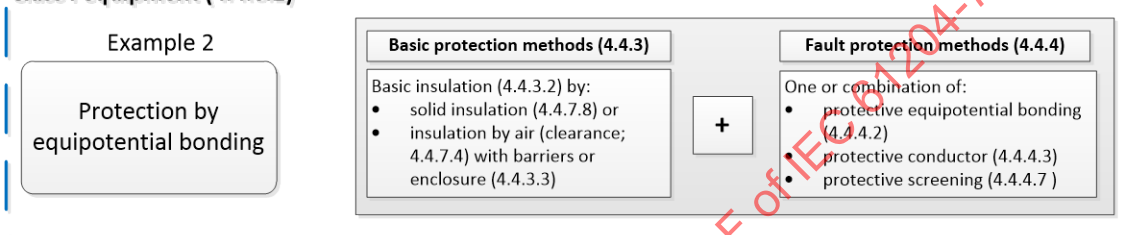
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Annex AD (informative)

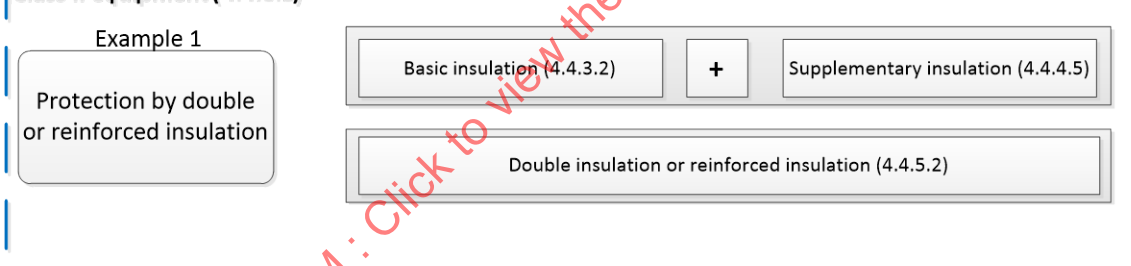
Examples of protective measures according to 4.4.1 to 4.4.5 for protection against electrical shock

Measures	Provisions
Concept of IEC 61204-7 following the fundamental concept of IEC 61140	Basic protection (4.4.3) + Fault protection (4.4.4) Enhanced protection (4.4.5)

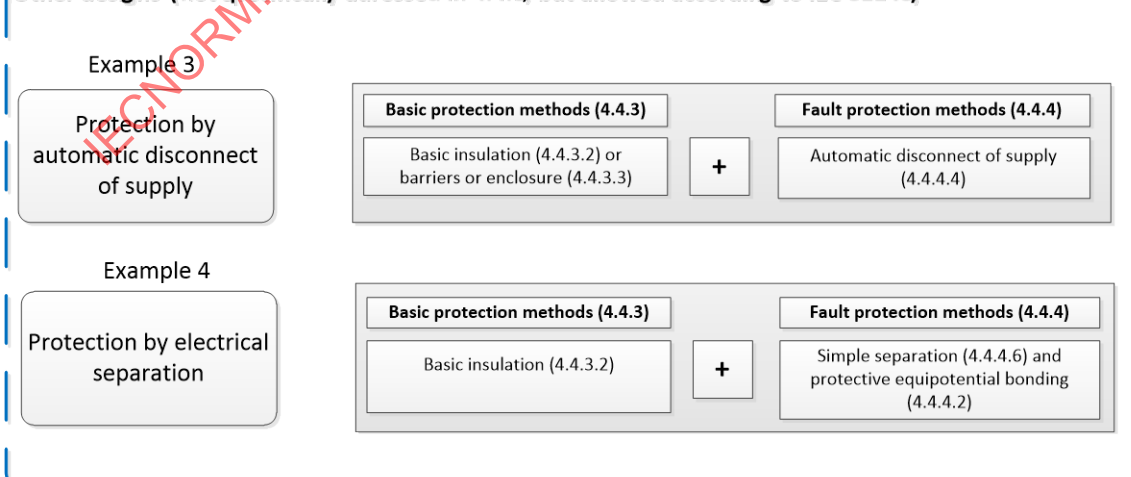
Class I equipment (4.4.6.2)

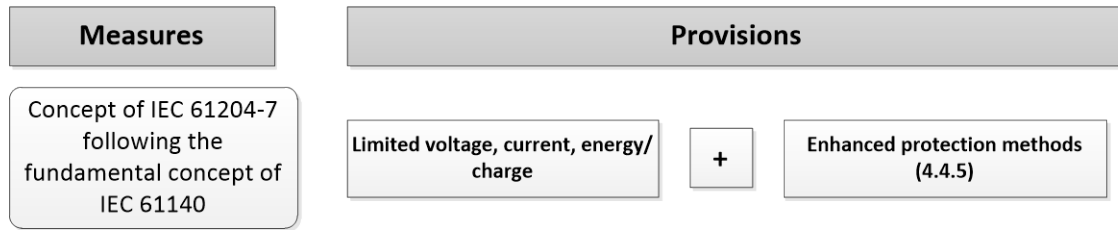


Class II equipment (4.4.6.3)

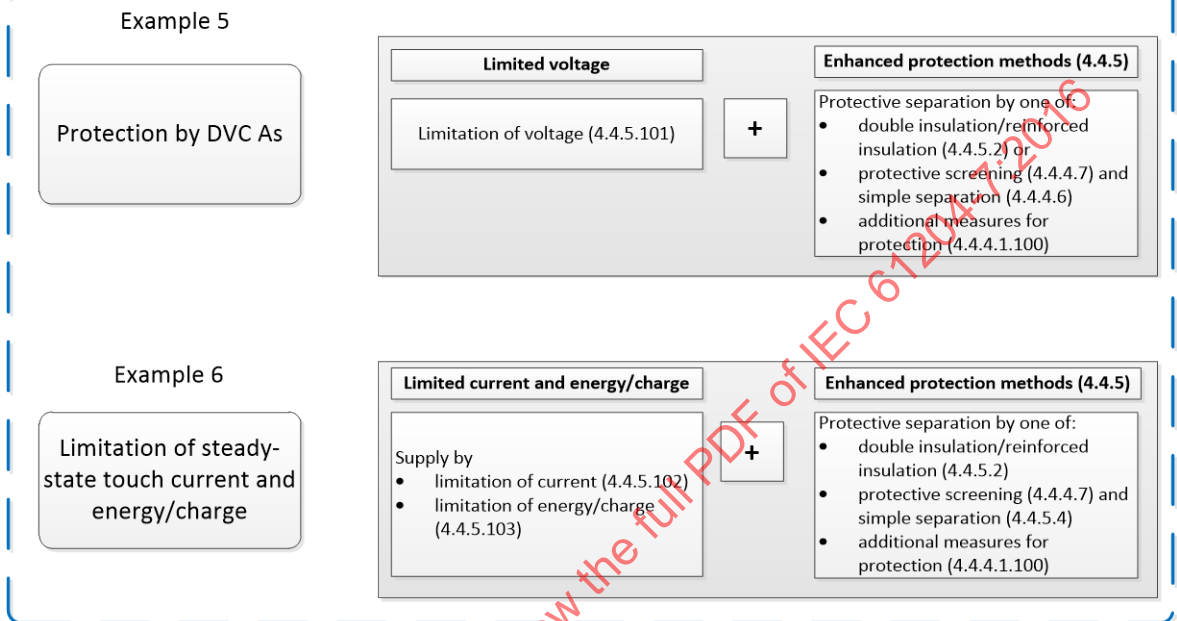


Other designs (not specifically addressed in 4.4.6, but allowed according to IEC 61140)





Class III equipment or accessible circuits



IEC

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

Bibliography

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

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

IEC 60127 (all parts), *Miniatures fuses*

IEC 60146-1-1, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-1: Specification of basic requirements*

IEC 60317-43, *Specifications for particular types of winding wires – Part 43: Aromatic polyimide tape wrapped round copper wire, class 240*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60747-3, *Semiconductor devices – Part 3: Discrete devices: Signal, switching and regulator diodes*

IEC 60747-5-1, *Discrete semiconductor devices and integrated circuits – Part 5-1: Optoelectronic devices – General*

IEC 60747-5-2, *Discrete semiconductor devices and integrated circuits – Part 5-2: Optoelectronic devices – Essential ratings and characteristics*

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*
IEC 60950-1:2005/AMD1:2009
IEC 60950-1:2005/AMD2:2013

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

IEC 61180 (all parts), *High-voltage test techniques for low-voltage equipment*

IEC 61347-2-2, *Lamp controlgear – Part 2-2: Particular requirements for DC or AC supplied electronic step-down convertors for filament lamps*

IEC 61439-1:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61558 (all parts), *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products*

IEC 61643-21, *Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

IEC 61643-311, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 311: Performance requirements and test circuits for gas discharge tubes (GDT)*

IEC 61643-321, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 321: Specifications for avalanche breakdown diode (ABD)*

IEC 61643-331, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 331: Specification for metal oxide varistors (MOV)*

IEC 62386 (all parts), *Digital addressable lighting interface*

ISO 3864-2:2004, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

ANSI/ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*

ASTM E162, *Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source*

CENELEC Guide 32:2014, *Guidelines for Safety Related Risk Assessment and Risk Reduction for Low Voltage Equipment*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	129
INTRODUCTION	132
0 Principes de sécurité	133
0.1 Généralités	133
0.2 Dangers	134
0.2.1 Généralités	134
0.2.2 Choc électrique	135
0.2.3 Dangers liés à l'énergie	135
0.2.4 Incendie	135
0.2.5 Dangers thermiques	136
0.2.6 Dangers mécaniques	136
0.2.7 Dangers chimiques	137
0.3 Matériaux et composants	137
1 Domaine d'application	137
1.1 Matériel couvert par le présent document	137
1.2 Exclusions	138
1.3 Exigences complémentaires	138
2 Références normatives	138
3 Termes et définitions	140
3.100 Généralités	141
4 Protection contre les dangers	143
4.1 Généralités	143
4.1.100 Constructions qui ne sont pas spécifiquement prises en compte	144
4.1.101 Orientation lors du transport et de l'utilisation	144
4.2 Conditions anormales et de défaut	144
4.2.100 Application des conditions de défaut et des conditions anormales	145
4.3 Protection contre les courts-circuits et les surintensités	146
4.4 Protection contre les chocs électriques	146
4.4.1 Généralités	146
4.4.2 Classe de tension déterminante	146
4.4.3 Disposition relative à la protection principale	148
4.4.4 Disposition relative à la protection en cas de défaut	149
4.4.5 Protection renforcée	151
4.4.6 Mesures de protection	153
4.4.7 Isolation	154
4.4.8 Compatibilité avec les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DDR)	161
4.4.9 Décharge de condensateurs	161
4.5 Protection contre les dangers dus à l'énergie électrique	161
4.5.1 Zones d'accès de l'opérateur	161
4.5.2 Zones d'accès pour la maintenance	162
4.6 Protection contre les dangers d'incendie et thermiques	162
4.6.1 Circuits représentant un danger d'incendie	162
4.6.2 Composants représentant un danger d'incendie	162
4.6.3 Enveloppes contre le feu	162
4.6.4 Limites de températures	164

4.6.5	Sources à puissance limitée	165
4.7	Protection contre les dangers mécaniques	165
4.7.1	Généralités	165
4.7.2	Exigences spécifiques pour la SMPS refroidie par liquide	165
4.8	Matériels à plusieurs sources d'alimentation	165
4.9	Protection contre les contraintes environnementales	165
4.10	Protection contre les dangers dus à la pression acoustique	165
4.11	Câblage et raccordements	165
4.11.1	Généralités	165
4.11.2	Cheminement	165
4.11.3	Codage couleur	165
4.11.4	Épissures et raccordements	165
4.11.5	Connexions accessibles	166
4.11.6	Interconnexions entre les parties d'une SMPS	166
4.11.7	Raccordement de l'alimentation	166
4.11.8	Bornes de connexion	166
4.12	Enveloppes	166
4.12.1	Généralités	166
4.12.2	Poignées et commandes manuelles	167
4.12.3	Métaux coulés	167
4.12.4	Tôle	167
4.12.5	Essai de stabilité pour enveloppe	167
5	Exigences d'essai	167
5.1	Généralités	167
5.1.1	Objectifs et classification des essais	167
5.1.2	Sélection des échantillons pour les essais	167
5.1.3	Séquence d'essais	167
5.1.4	Conditions de mise à la terre	167
5.1.5	Conditions générales d'essai	167
5.1.6	Conformité	168
5.1.7	Vue d'ensemble des essais	168
5.2	Spécifications des essais	171
5.2.1	Inspections visuelles (essai de type, essai sur prélèvement et essai individuel de série)	171
5.2.2	Essais mécaniques	171
5.2.3	Essais électriques	172
5.2.4	Essais de fonctionnement anormal et de défauts simulés	181
5.2.5	Essais de matériaux	186
5.2.6	Essais environnementaux (essais de type)	187
5.2.7	Essai de pression hydrostatique (essai de type et essai individuel de série)	187
6	Exigences relatives aux informations et au marquage	187
6.1	Généralités	187
6.2	Informations pour le choix	189
6.2.100	Exigences de marquage supplémentaires pour la SMPS	189
6.2.101	Informations supplémentaires pour la SMPS composant	191
6.3	Informations pour l'installation et la mise en service	191
6.3.1	Généralités	191
6.3.2	Considérations d'ordre mécanique	191

6.3.3	Environnement	191
6.3.4	Manutention et montage	191
6.3.5	Température de l'enveloppe.....	191
6.3.6	Connexions	191
6.3.7	Exigences de protection	192
6.3.8	Mise en service	194
6.4	Informations pour l'utilisation	194
6.4.1	Généralités	194
6.4.2	Réglage	194
6.4.3	Étiquettes, panneaux et signaux	194
6.5	Informations pour la maintenance	194
6.5.1	Généralités	194
6.5.2	Décharge de condensateurs	194
6.5.3	Redémarrage automatique/connexion de dérivation.....	195
6.5.4	Autres dangers	195
6.5.5	Matériels à plusieurs sources d'alimentation	195
6.5.100	Dispositif de déconnexion externe au matériel connecté en permanence	195
6.5.101	Câble d'alimentation servant de dispositif de déconnexion.....	195
7	Composants	195
7.1	Généralités	195
7.2	Interrupteurs	196
7.2.1	Généralités	196
7.2.2	Exigences relatives aux interrupteurs servant de dispositif de déconnexion	196
7.2.3	Exigences relatives aux interrupteurs	197
7.2.4	Méthode d'essai et critère de conformité.....	198
7.3	Disjoncteurs thermiques (déclencheurs thermiques ou coupe-circuits thermiques).....	199
7.4	Thermistances CTP	199
7.5	Dispositifs de protection contre les surintensités	200
7.6	Dispositifs de protection non mentionnés de 7.2 à 7.5.....	200
7.6.1	Exigences relatives aux autres dispositifs de protection.....	200
7.6.2	Conformité et méthode d'essai	200
7.7	Transformateurs	200
7.7.1	Généralités	200
7.7.2	Isolation.....	200
7.8	Moteurs	201
7.9	Câbles d'alimentation réseau	202
7.9.1	Généralités	202
7.9.2	Mise en place des câbles d'alimentation réseau fixés à demeure.....	203
7.10	Dispositifs de protection contre les surtensions (SPD) ou parafoudre.....	204
7.10.1	Utilisation d'un parafoudre connecté à une mise à la terre fiable	204
7.10.2	Utilisation d'un parafoudre entre le réseau d'alimentation et la terre de protection	205
7.10.3	Pontage de l'isolation supplémentaire, de la double isolation et de l'isolation renforcée par un parafoudre	205
7.10.4	Circuits ou composants utilisés comme dispositifs de limitation de la tension transitoire	205
7.11	Composants bobinés	206
7.12	Limiteurs de courant sur circuit intégré	206

7.12.1	Généralités	206
7.12.2	Programme d'essai 1	207
7.12.3	Programme d'essai 2	207
7.12.4	Programme d'essai 3	207
7.13	Condensateurs et cellules RC pontant l'isolation	208
7.14	Isolation par optocoupleur	210
7.15	Relais	210
7.16	Condensateurs électrolytiques	211
Annexe A (normative)	Informations supplémentaires pour la protection contre les chocs électriques	212
Annexe B (informative)	Considérations relatives à la réduction du degré de pollution	214
Annexe C (informative)	Symboles référencés dans l'IEC 62477-1	215
Annexe D (normative)	Évaluation des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	216
Annexe E (informative)	Correction d'altitude pour les distances d'isolement dans l'air	217
Annexe F (normative)	Détermination de la distance d'isolement dans l'air et de la ligne de fuite pour des fréquences supérieures à 30 kHz	218
Annexe G (informative)	Sections de conducteurs ronds	219
Annexe H (informative)	Principes directeurs pour la compatibilité des DDR	220
Annexe I (informative)	Exemples de réduction de catégorie de surtension	221
Annexe J (informative)	Seuils de brûlure pour les surfaces accessibles au toucher	222
Annexe K (informative)	Tableau des potentiels électrochimiques	223
Annexe L (informative)	Instrument de mesure du courant de contact	224
Annexe M (informative)	Doigts d'essai pour détermination de l'accès	225
Annexe AA (normative)	<i>Addition</i> Fils de bobinage isolés destinés à une utilisation sans isolation intercouches	226
Annexe AB (informative)	Section minimale et section maximale des conducteurs en cuivre convenant au raccordement à des bornes pour conducteurs externes	230
Annexe AC (normative)	Appareil d'alimentation et de distribution en courant continu	231
Annexe AD (informative)	<i>Addition</i> Exemples de mesures de protection (conformes à l'IEC 61204-7, 4.4.1 à 4.4.5) contre les chocs électriques	248
Bibliographie		250
Figure 100 –	Appareil d'essai de rigidité diélectrique	178
Figure 101 –	Mandrin	179
Figure 102 –	Position initiale du mandrin	180
Figure 103 –	Position finale du mandrin	180
Figure 104 –	Position de la feuille métallique sur le matériau isolant	181
Figure 105 –	Détermination de la moyenne arithmétique des températures	185
Figure 106 –	Câbles d'alimentation réseau amovibles et connexions	202
Figure AC.100 –	Calculs de résistance et de court-circuit	234
Tableau 5 –	Limites de tension	147
Tableau 6 –	Exigences de séparation du circuit à l'étude	148
Tableau 100 –	Limites pour l'accès du courant	153
Tableau 101 –	Essais pour l'isolation en couches non séparables	159

Tableau 22 – Vue d'ensemble des essais	169
Tableau 102 – Limites des températures pour les enroulements de transformateurs	185
Tableau 36 – Exigences d'informations	188
Tableau 103 – Exigences relatives aux composants	196
Tableau 104 – Valeur de crête du courant de surcharge	198
Tableau 105 – Force d'essai de soulagement des contraintes	203
Tableau 106 – Caractéristiques assignées des condensateurs selon l'IEC 60384-14	209
Tableau C.100 – Symboles	215
Tableau AA.1 – Diamètre du mandrin	227
Tableau AA.2 – Température du four	228
Tableau AB.1 – Section des conducteurs en cuivre convenant au raccordement aux bornes pour conducteurs externes (extrait de l'IEC 61439-1)	230
Tableau AC.101 – Espacements du câblage externe en courant alternatif et en courant continu	239
Tableau AC.102 – Espacements acceptables minimaux pour les jeux de barres non isolés	240
Tableau AC.103 – Limites de températures	241
Tableau AC.104 – Séquences d'essais d'interrupteur	243

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE BASSE TENSION –

Partie 7: Exigences de sécurité

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61204-7 a été établie par le sous-comité 22E: Alimentations stabilisées, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2006. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) utilisation de l'IEC 62477-1 comme document de référence, en lieu et place de l'IEC 60950-1;
- b) modification du titre avec la suppression des termes "sortie continue" et l'ajout des termes "à découpage".

L'IEC 61204-7 a le statut de norme de produits.

Le texte de ce document est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22E/175/FDIS	22E/177/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61204, publiées sous le titre général *Alimentations basse tension, sortie continue*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62477-1:2012.

NOTE Une version consolidée est à l'étude.

Les dispositions fixées par les règles générales contenues dans l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent uniquement au présent document dès lors que cela est expressément indiqué. Les articles et paragraphes de l'IEC 62477-1:2012 applicables dans le présent document sont identifiés en référence au document cité (4.3 de l'IEC 62477-1:2012, par exemple).

Les paragraphes qui sont numérotés à partir de 100 viennent en supplément de ceux de l'IEC 62477-1:2012.

Les tableaux et figures supplémentaires du présent document sont numérotés à partir de 100.

Les nouvelles annexes du présent document sont désignées AA, AB, AC, etc.

À chaque fois que le terme **SECP (système électronique de conversion de puissance)** figure dans ce document de référence, cela signifie **SMPS**.

Les termes **SMPS** et "alimentation" sont considérés comme étant identiques tout au long du présent document.

Les références du document de référence aux articles ou tableaux qui ont été modifiés dans le présent document doivent être lues en référence aux articles ou tableaux correspondants du présent document.

Voir 3.100 pour de plus amples informations sur la manière de lire le présent document.

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Exigences proprement dites et annexes normatives: caractères romains.
- Notes et autres énoncés informatifs: petits caractères romains.
- Conditions normatives dans les tableaux: petits caractères romains.
- Termes qui sont définis à l'Article 3 ou dans l'IEC 62477-1:2012: **Italique gras**.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61204-7:2016

INTRODUCTION

L'IEC 62477-1:2012, utilisée par le présent document comme document de référence, concerne les produits comprenant des convertisseurs électroniques de puissance, d'une tension système assignée ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu. Elle spécifie des exigences permettant de limiter les risques d'incendie, de choc électrique, les dangers thermiques, mécaniques et dus à l'énergie électrique, à l'exception de la sécurité fonctionnelle définie dans l'IEC 61508 (toutes les parties). Elle a pour objet d'établir une terminologie commune et la base applicable aux exigences de sécurité des produits comprenant des convertisseurs électroniques de puissance pour plusieurs comités d'études de l'IEC.

L'IEC 62477-1:2012 a été élaborée afin

- d'être utilisée comme document de référence par les comités de produits du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance, pour l'élaboration de normes de produits applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance,
- de remplacer l'IEC 62103 en tant que norme de famille de produits fournissant les exigences minimales pour les aspects de sécurité des systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance dans les appareils pour lesquels il n'existe pas de norme de produits, et

NOTE Le domaine d'application de l'IEC 62103 comporte des aspects relatifs à la fiabilité qui ne sont pas couverts par le présent document.

- d'être utilisée comme un document de référence par les comités de produits hors du TC 22 pour l'élaboration de normes de produits applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance destinés à être utilisés avec des sources d'énergie renouvelable. Au moment de la publication, les TC 82, TC 88, TC 105 et TC 114 ont été notamment reconnus comme des comités d'études pertinents.

En effet, le sous-comité d'études 22E de l'IEC: Alimentations à découpage stabilisées, a tenu tout particulièrement compte de la pertinence de chaque alinéa de l'IEC 62477-1:2012 pour l'alimentation à découpage (SMPS, *switch mode power supply*) et a fait référence, ajouté, remplacé ou modifié les exigences selon les cas. La raison en est que les sujets spécifiques aux produits non couverts par le document de référence relèvent de la responsabilité du comité d'études qui utilise le document de référence.

Le document de référence, étant une norme groupée de sécurité, ne prévaut nullement sur le présent document spécifique de produits conformément au Guide 104 de l'IEC. Le Guide 104 de l'IEC fournit des informations sur la responsabilité des comités de produits quant à l'utilisation des normes groupées de sécurité pour l'élaboration de leurs propres normes de produits.

ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE BASSE TENSION –

Partie 7: Exigences de sécurité

0 Principes de sécurité

Les principes de sécurité du présent document reposent sur les concepts du Guide 116 de l'IEC et de l'Annexe D du Guide CENELEC 32:2014.

NOTE Les principes de sécurité sont principalement issus de l'IEC 60950-1:2005/AMD1:2009/AMD2:2013.

0.1 Généralités

Les principes suivants ont été adoptés par le comité d'études 22 de l'IEC dans le cadre de l'élaboration du présent document. Ces principes ne prennent pas en considération les performances ou les caractéristiques fonctionnelles des matériels.

Il est essentiel que les concepteurs comprennent les principes de base des exigences de sécurité, de façon à pouvoir concevoir un matériel sûr.

Ces principes ne sont pas une alternative aux exigences détaillées du présent document. Ils ont pour objet de fournir aux concepteurs une appréciation des principes sur lesquels ces exigences reposent. Lorsque les matériels impliquent des technologies, des composants et des matériaux ou des méthodes de construction qui ne sont pas spécifiquement pris en considération, il convient que la conception de ces matériels apporte un niveau de sécurité qui ne soit pas inférieur à ceux décrits dans les présents principes de sécurité.

NOTE Le besoin en exigences supplémentaires détaillées pour faire face à une situation nouvelle est rapidement porté à l'attention du comité compétent.

Les concepteurs tiendront compte non seulement des conditions normales de fonctionnement du matériel, mais également des conditions probables de défaut, des défauts qui en sont la conséquence, d'un mauvais usage prévisible et des influences externes comme la température, l'altitude, la pollution, l'humidité et les surtensions sur le **réseau d'alimentation** et sur l'**alimentation non raccordée directement au réseau**.

Il convient que le dimensionnement des espacements d'isolation tienne compte des réductions éventuelles liées aux tolérances de fabrication ou lorsqu'une déformation peut se produire au cours des manipulations, en cas de choc et de vibrations susceptibles de se produire au cours de la fabrication, du transport et du fonctionnement normal.

Il convient de respecter les priorités suivantes pour déterminer les méthodes de conception à adopter:

- dans la mesure du possible, spécifier les critères de conception qui éliminent, réduisent les dangers ou protègent contre ceux-ci;
- si ce qui précède n'est pas applicable parce que le fonctionnement du matériel serait compromis, spécifier l'utilisation de moyens de protection indépendants du matériel, comme un équipement de protection individuelle (qui n'est pas spécifié dans le présent document);
- si aucune des mesures ci-dessus n'est utilisable dans la pratique, ou en supplément de ces mesures, spécifier les dispositions en matière de marquage et les instructions relatives aux risques résiduels.

Il existe deux types de personnes dont la sécurité est à prendre en considération: les **opérateurs** (ou **utilisateurs**) et le **personnel de maintenance**.

Opérateur est le terme appliqué à toutes les personnes autres que le **personnel de maintenance**. Il convient que les exigences de protection partent du principe que les **opérateurs** ne sont pas formés à l'identification des dangers, mais qu'ils ne créent pas non plus intentionnellement une situation dangereuse. Par conséquent, les exigences assurent la protection des agents chargés du nettoyage et des visiteurs occasionnels, aussi bien que des **opérateurs**. En général, il convient que les **opérateurs** n'aient pas accès aux parties dangereuses et, pour ce faire, il convient que ces parties soient situées seulement dans les zones d'accès pour la maintenance ou dans des matériels situés dans des **zones d'accès limité**.

Si les **opérateurs** sont admis dans les **zones d'accès limité (RAA, restricted access areas)**, ils doivent être informés de manière adéquate.

NOTE Le terme "zone d'accès limité" (RAA) est aussi connu sous le nom de "local à accès restreint" (RAL, *restricted access location*).

Les membres du **personnel de maintenance** sont censés appliquer leur formation et leurs compétences pour éviter, pour eux-mêmes et pour les autres, les blessures pouvant résulter de dangers évidents qui existent dans les zones d'accès pour la maintenance des matériels ou sur des matériels situés dans des **zones d'accès limité**. Toutefois, il convient que le **personnel de maintenance** soit protégé contre des dangers imprévus. Cela peut se faire, par exemple, en plaçant les parties qui nécessitent d'être accessibles pour la maintenance à des emplacements ne présentant pas de dangers électriques et mécaniques, en fournissant des écrans pour éviter les contacts accidentels avec les parties dangereuses, et en fournissant des étiquettes ou des instructions pour avertir le personnel des risques résiduels.

Les informations relatives aux dangers potentiels peuvent être marquées sur le matériel ou fournies avec celui-ci, en fonction de la probabilité d'accident et de sa sévérité, ou tenues à la disposition du **personnel de maintenance**. En général, les **opérateurs** ne doivent pas être exposés à des dangers susceptibles de causer des blessures, et il convient que les informations fournies aux **opérateurs** visent principalement à éviter les mauvaises utilisations et les situations susceptibles de créer des dangers (un branchement à la mauvaise source de puissance et un remplacement de fusibles par des types incorrects, par exemple).

Le **matériel mobile** est considéré comme présentant un risque de choc légèrement plus élevé en raison d'une contrainte supplémentaire possible sur le câble d'alimentation, pouvant conduire à la rupture du conducteur de mise à la terre. Avec le matériel portatif, le risque est augmenté. Une usure du câble est plus probable et des dangers ultérieurs peuvent survenir en cas de chute du matériel. Le **matériel transportable** introduit un facteur de risque supplémentaire, car il peut être utilisé et transporté dans n'importe quelle orientation. Si un petit objet métallique rentre par un orifice dans l'**enveloppe**, il peut se déplacer à l'intérieur du matériel en risquant de provoquer un danger.

0.2 Dangers

0.2.1 Généralités

L'application d'une norme de sécurité est destinée à réduire les risques de blessures ou de dommages dus aux dangers suivants:

- choc électrique;
- dangers liés à l'énergie;
- incendie;
- dangers thermiques;
- dangers mécaniques;
- dangers chimiques.

NOTE Les dangers de rayonnement ne sont pas inclus, car les LED utilisées aux fins d'indication et d'affichage ne sont pas susceptibles de générer des rayonnements dangereux (à l'instar des LED à éclairage à haute intensité).

0.2.2 Choc électrique

Un choc électrique est dû au passage d'un courant à travers le corps humain. Les effets physiologiques qui en résultent dépendent de la valeur et de la durée du courant et du chemin emprunté à travers le corps humain. La valeur du courant est fonction de la tension appliquée, de l'impédance de la source et de l'impédance du corps humain. L'impédance du corps humain dépend, quant à elle, de la surface de contact, de la présence d'humidité sur la surface de contact, ainsi que de la tension et de la fréquence appliquées.

Des courants de l'ordre du demi-milliampère peuvent provoquer une réaction chez des sujets en bonne santé et peuvent provoquer indirectement des blessures du fait d'une réaction involontaire. Des courants plus importants peuvent avoir des effets plus directs tels qu'une brûlure, une tétanisation musculaire provoquant une incapacité à s'éloigner ou une fibrillation ventriculaire.

Il est normal de fournir deux niveaux de protection pour les **opérateurs** afin de prévenir un choc électrique. Par conséquent, il convient que le fonctionnement du matériel dans les conditions normales et après un premier défaut, y compris tous les défauts qui en résultent, ne crée pas de danger de choc électrique.

Des dommages peuvent résulter

- 1) d'un contact avec des parties actives dangereuses,
- 2) d'une défaillance de l'isolation entre les **parties actives dangereuses** et des parties conductrices accessibles,
- 3) d'un contact avec des circuits au-dessus des limites **CTD As**,
- 4) d'une défaillance de l'isolation accessible à **l'opérateur**, et
- 5) du **courant de contact** (courant de fuite) circulant entre les **parties actives dangereuses** et des parties accessibles ou d'une défaillance d'une connexion de **mise à la terre de protection**. Le **courant de contact** peut comprendre le courant dû aux composants de filtre CEM.

0.2.3 Dangers liés à l'énergie

Des blessures ou un incendie peuvent résulter d'un court-circuit entre des pôles adjacents d'alimentations à courant élevé ou de circuits à haute capacité, provoquant

- des brûlures,
- des formations d'arcs, et
- des émissions de métal fondu.

Même les circuits dont les tensions sont sûres peuvent être dangereux à cet égard.

Exemples de mesures à prendre pour réduire les risques:

- la séparation;
- la mise en place d'écrans;
- la mise en place de verrouillages de sécurité.

NOTE Les verrouillages de sécurité ne sont pas décrits dans le présent document.

0.2.4 Incendie

Des risques d'incendie peuvent résulter de températures excessives soit dans les conditions normales de fonctionnement, soit à cause de surcharges, d'une défaillance d'un composant, d'une rupture de l'isolation ou de connexions desserrées. Il convient qu'un incendie prenant naissance dans un matériel ne s'étende pas au-delà du voisinage immédiat de la source d'incendie et ne provoque pas de dommages à l'entourage du matériel.

Exemples de mesures à prendre pour réduire les risques:

- la fourniture d'une protection contre les surintensités;
- l'utilisation de matériaux de construction présentant des caractéristiques d'inflammabilité appropriées;
- le choix des parties, composants et matériaux consommables pour éviter une température élevée susceptible de provoquer l'inflammation;
- la limitation de la quantité de matériaux combustibles utilisés;
- la mise en place d'écrans ou la séparation des matériaux combustibles des sources possibles d'inflammation;
- l'utilisation d'**enveloppes** ou de barrières pour limiter la propagation du feu à l'intérieur du matériel;
- l'utilisation de matériaux appropriés pour les **enveloppes** de façon à réduire le risque d'extension du feu à l'extérieur du matériel.

0.2.5 Dangers thermiques

Des blessures peuvent résulter de hautes températures dans les conditions normales de fonctionnement, provoquant

- des brûlures dues au contact avec des parties brûlantes accessibles,
- une dégradation de l'isolation et de composants critiques pour la sécurité, et
- une inflammation de liquides inflammables.

Exemples de mesures à prendre pour réduire les risques:

- prendre des mesures pour éviter des températures élevées sur les parties accessibles;
- éviter des températures supérieures au point d'inflammation des liquides;
- mettre en place des marquages pour avertir les **opérateurs** aux endroits où l'accès aux parties brûlantes est inévitable.

0.2.6 Dangers mécaniques

Des blessures peuvent résulter:

- d'arêtes et angles tranchants,
- de parties mobiles qui peuvent causer des blessures,
- de l'instabilité du matériel,
- de la pression acoustique, et
- de projection de particules en cas d'explosion de composants (des condensateurs électrolytiques, par exemple).

Exemples de mesures à prendre pour réduire les risques:

- l'arrondissement des arêtes et des angles tranchants;
- l'installation de protections;
- des mesures assurant une stabilité suffisante aux matériels autostables;
- la sélection de composants adaptés (condensateurs électrolytiques avec limiteur de pression intégral afin d'éviter les explosions, par exemple);
- la mise en place de marquages pour avertir les **opérateurs** aux endroits où l'accès est inévitable.

0.2.7 Dangers chimiques

Des blessures peuvent résulter du contact avec certaines substances chimiques ou de l'inhalation de leurs vapeurs et de leurs fumées.

Exemples de mesures à prendre pour réduire les risques:

- éviter l'utilisation de matériaux de construction ou de consommables susceptibles de causer des dommages par contact ou inhalation dans les conditions normales et prévues d'utilisation;
- éviter les conditions susceptibles de causer des fuites ou des vaporisations;
- mettre des marquages en place pour avertir les **opérateurs** des dangers.

0.3 Matériaux et composants

Il convient de choisir et de disposer les matériaux et les composants utilisés dans la construction des matériels de manière à pouvoir espérer qu'ils assureront leur fonction de manière sûre pendant la durée de vie prévue du matériel sans créer de danger, et qu'ils ne contribueront pas de façon significative à la propagation d'un danger d'incendie sérieux. Il convient de choisir les composants de façon à ce qu'ils restent dans la plage des caractéristiques assignées de leur fabricant dans les conditions normales de fonctionnement, et qu'ils ne créent pas de danger dans les conditions de défaut.

1 Domaine d'application

1.1 Matériel couvert par le présent document

La présente partie de l'IEC 61204 spécifie les exigences de sécurité pour les **alimentations à découpage (SMPS)** alimentées par des sources ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu, fournissant un courant alternatif et/ou continu, à l'exception de la ou des sorties de l'onduleur alimentant le réseau en courant alternatif (voir les exclusions en 1.2)

NOTE 1 Par définition, le présent document couvre les convertisseurs courant continu/courant continu.

NOTE 2 Les alimentations peuvent fournir des socles (auxiliaires) de prise de courant réseau en courant alternatif, lorsque ces sorties sont alimentées par le réseau en courant alternatif.

Le présent document de produit couvre à la fois les **SMPS autonomes** et **composants** telles que définies dans le présent document. Les **appareils d'alimentation et de distribution en courant continu** fournissent, distribuent, surveillent et contrôlent l'alimentation isolée du **circuit secondaire** à d'autres appareils généralement utilisés dans les installations des équipements des technologies de l'information et de la communication (voir l'Annexe AC).

Les appareils relevant du domaine d'application de l'Annexe AC se composent de tout ou une partie des éléments suivants.

- tableaux de distribution, cartes d'alimentation, dispositifs de déconnexion et dispositifs de protection contre les surintensités;
- appareils de commande et de surveillance;
- ensembles se composant: de racks, d'étagères et d'enveloppes qui peuvent contenir l'un des composants ci-dessus, matériel d'interconnexion, **alimentations** (redresseurs, convertisseurs et onduleurs, par exemple), batteries et tout autre dispositif périphérique connexe.

En l'absence de norme, l'utilisation du présent document pour d'autres applications n'est pas exclue.

1.2 Exclusions

Le présent document ne couvre pas:

- les aspects liés à la sécurité fonctionnelle (couverts par l'IEC 61508 (toutes les parties), par exemple);
- les considérations en matière de fiabilité et de risque (la perte de puissance, par exemple);
- les équipements des technologies de l'information et de la communication autres que les **SMPS** pour ce type d'appareil;
- les appareils et systèmes électriques pour les applications ferroviaires et les véhicules électriques;
- les groupes convertisseurs;
- les alimentations sans interruption (ASI);
- blocs d'alimentation directement enfichables;
- les alimentations conformes à l'IEC 61558 (toutes les parties), couvrant les blocs d'alimentations linéaires incorporant des transformateurs de sécurité et fournissant une ou des sorties **TBTS** ou **TBTP** conformément à l'IEC 60364-4-41 et une **SMPS** utilisée avec des produits à usage domestique ou autre;
- les transformateurs couverts par l'IEC 61558-1;
- les convertisseurs abaisseurs couverts par l'IEC 60146-1-1;
- les **SMPS** et les convertisseurs destinés à être utilisés avec ou dans des produits couverts par l'IEC 61347-2-2;
- les appareils de distribution du **réseau d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu** faisant partie intégrante du câblage des bâtiments et pas de l'appareil utilisé dans les **appareils d'alimentation et de distribution en courant continu**, les batteries, la conception ou l'installation de conducteurs de **puissance et de distribution en courant continu** et d'autres installations électriques de bâtiments (non couvertes par l'Annexe AC).

1.3 Exigences complémentaires

Des exigences complémentaires à celles spécifiées dans le présent document peuvent être nécessaires pour

- les **SMPS** qui sont conformes au présent document et qui satisfont aux exigences des **SMPS** utilisées avec ou dans d'autres matériels, lorsqu'elles sont référencées dans les normes de produits finaux,
- les **SMPS** destinées à fonctionner dans des environnements particuliers (par exemple, en présence de températures extrêmes, de poussières, d'humidité ou de vibrations excessives (dans les zones sismiques, par exemple), de gaz inflammables ou d'atmosphères corrosives ou explosives),
- les **SMPS** destinées à être utilisées dans des véhicules, à bord de navires ou d'avions ou dans les pays tropicaux, et
- les **SMPS** destinées à être utilisées dans des endroits propices à la pénétration de l'eau. Pour les préconisations relatives à ces exigences et aux essais applicables, voir l'IEC 60529.

NOTE L'attention est attirée sur le fait que, dans certains pays, les autorités imposent des exigences complémentaires pour des raisons liées à la santé, à l'environnement et pour des raisons similaires.

2 Références normatives

L'Article 2 de l'IEC 62477-1:2012 s'applique avec les exceptions/ajouts suivants:

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

IEC 60245 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

IEC 60320 (toutes les parties), *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

IEC 60384-14:2013, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 60417:2002 [base de données en ligne], *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* [consulté le 2016-06-24]. Disponible sur <http://www.graphical-symbols.info/>

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

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60695-11-5, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

IEC 60695-11-20:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthodes d'essai à la flamme de 500 W*

IEC 60730-1:2010, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60738-1:2009, *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 60747-5-5:2007, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 5-5: Dispositifs optoélectroniques – Photocoupleurs*

IEC 60799, *Petit appareillage électrique – Cordons-connecteurs et cordons d'interconnexion*

IEC 60851-3:2009, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 3: Propriétés mécaniques*

IEC 60851-5:2008, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 5: Propriétés électriques*

IEC 60851-6:1996, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 6: Propriétés thermiques*

IEC 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-3, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

IEC 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

IEC 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61058-1:2000, *Interrupteurs pour appareils – Partie 1: Règles générales*

IEC 61058-1:2000/AMD1:2001

IEC 61058-1:2000/AMD2:2007

IEC 61293:1994, *Marquage des matériels électriques avec des caractéristiques assignées relatives à l'alimentation électrique – Prescriptions de sécurité*

IEC 61558-1:2005, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2 (toutes les parties), *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V*

IEC 61810-1:2008, *Relais électromécaniques élémentaires – Partie 1: Exigences générales et de sécurité*

IEC 62368-1:2014, *Équipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité*

IEC 62477-1:2012, *Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance – Partie 1: Généralités*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent, à l'exception de ce qui suit.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.7

CTD As

Remplacement de la définition:

circuit secondaire fournissant uniquement une tension de contact de sécurité, dans les conditions normales et les conditions de défaut, ainsi que des surtensions limitées

Note 1 à l'article: Pour les limites, voir le Tableau 5.

Note 2 à l'article: La limitation des surtensions n'est pas liée aux chocs électriques, mais elle est nécessairement due à l'interconnexion des circuits et affecte possiblement l'isolation sur laquelle elle s'appuie pour assurer la sécurité.

3.8

CTD Ax

Addition:

Note 1 à l'article: Seul le terme **CTD As** est utilisé dans le présent document (voir 3.100.5).

Note 2 à l'article: À chaque fois que l'IEC 62477-1:2012 utilise la définition **CTD Ax**, elle doit être lue **CTD As** dans le contexte du présent document.

3.24 réseau

Remplacement de la définition:

système de distribution de l'alimentation qui est soit un **réseau d'alimentation** en courant alternatif, soit un **réseau d'alimentation** en courant continu

3.39 protection de classe III

Remplacement de la définition:

matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur une alimentation en **CTD As** et dans lequel des tensions supérieures à celles de la **CTD As** ne sont pas générées et où il n'existe pas de moyen de connexion à une **mise à la terre de protection**

Termes et définitions additionnels:

3.100 Généralités

Les termes et définitions des circuits **TBTS/TBTP** sont incohérents tout au long des normes. Par conséquent, la définition des circuits **CTD** a été introduite. Lorsque le présent document fait référence aux articles de l'IEC 62477-1:2012 contenant les exigences relatives aux circuits **TBTS** et **TBTP**, ces exigences doivent être ignorées. Voir également 4.4.6.4.2 pour de plus amples informations.

À chaque fois que l'IEC 62477-1:2012 indique ou fait référence à un **système électronique de conversion de puissance (SECP)**, il doit être plus spécifiquement compris comme une **alimentation à découpage (SMPS)** conjointement avec ce document.

3.100.1 conditions anormales de fonctionnement

conditions de fonctionnement temporaires qui ne sont ni les conditions normales de fonctionnement ni les conditions de premier défaut

Note 1 à l'article: Des conditions anormales de fonctionnement peuvent être induites par l'appareil ou par une personne et peuvent entraîner le dysfonctionnement d'un composant, d'un dispositif ou d'une isolation.

3.100.2 réseau d'alimentation en courant alternatif

système de distribution de l'alimentation en courant alternatif **basse tension** alimentant les matériels en courant alternatif

3.100.3 réseau d'alimentation en courant continu

système de distribution de l'alimentation en courant continu extérieur au matériel, équipé ou non de batteries, fournissant l'alimentation en courant continu au matériel à un niveau d'énergie dangereux (> 240 VA après 60 s)

3.100.4 appareil d'alimentation et de distribution en courant continu

appareil destiné à fournir de la puissance continue aux équipements des technologies de l'information et de la communication

Note 2 à l'article: Il se compose normalement de batteries, d'alimentations, de circuits de commande et de contrôle, et de tableaux de distribution, tous interconnectés pour fournir l'alimentation isolée du circuit secondaire aux charges des équipements des technologies de l'information et de la communication. Les composants dans ce système sont normalement installés dans des racks, des armoires ou dans d'autres structures.

3.100.5

CTD B

circuit secondaire qui reste dans certaines limites de tension dans les conditions normales et les conditions de défaut

Note 1 à l'article: Voir le Tableau 5.

3.100.6

CTD C

circuit qui ne satisfait pas aux exigences de séparation ou aux limites de tension de **CTD B** ou **CTD As**

3.100.7

rigidité diélectrique

résistance de l'isolation d'un matériau aux effets du champ électrique telle que vérifiée par les essais de rigidité diélectrique

Note 1 à l'article: Toute référence aux essais de rigidité diélectrique faite dans le présent document indique à la fois un essai de tension de choc et un essai de tension en courant alternatif et en courant continu.

Note 2 à l'article: Un essai de tension en courant alternatif et en courant continu peut être utilisé en remplacement d'un essai de tension de choc décrit en 5.2.3.3 (voir 5.2.3.4 pour de plus amples informations).

3.100.8

socle auxiliaire de prise de courant réseau

socle de prise de courant réseau

sortie en courant alternatif qui est connectée au **réseau d'alimentation en courant alternatif** soit directement, soit par l'intermédiaire de composants de filtrage CEM, d'interrupteurs ou de fusibles en courant alternatif

3.100.9

matériel mobile

matériel qui est soit

- de masse inférieure ou égale à 18 kg et non installé à poste fixe, soit
- équipé de roues, roulettes ou autres moyens qui en facilitent le déplacement par une personne ordinaire lorsque cela est nécessaire pour assurer sa fonction

3.100.10

opérateur

utilisateur

toute personne autre que le **personnel de maintenance**

3.100.11

circuit secondaire

circuit qui n'est pas relié directement à un circuit réseau en courant alternatif et qui est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur, d'un convertisseur ou d'un dispositif d'isolement équivalent ou par l'intermédiaire d'une batterie ou du réseau d'alimentation en courant continu

3.100.12

personnel de maintenance

personne ayant une formation technique appropriée et l'expérience nécessaire pour être consciente des dangers auxquels elle peut être exposée en effectuant une tâche et des mesures à prendre pour réduire le plus possible les risques pour elle-même ou d'autres personnes

3.100.13

alimentation à découpage autonome

alimentation à découpage (SMPS) qui, en elle-même, est un produit final

3.100.14**matériel immobile**

- matériel installé à poste fixe, ou
- matériel connecté en permanence, ou
- matériel qui, compte tenu de ses caractéristiques physiques, n'est en général jamais déplacé

Note 1 à l'article: Un matériel immobile n'est ni un matériel mobile ni un matériel transportable.

3.100.15**alimentation à découpage****SMPS**

dispositif électrique ou électronique incorporant un régulateur à interruption pour convertir la puissance électrique en une ou plusieurs sorties

Note 1 à l'article: Il peut également isoler, réguler et/ou convertir la puissance. Il peut s'agir d'une ou de plusieurs **SMPS** individuelles avec des circuits et des matériels associés.

Note 2 à l'article: L'abréviation «SMPS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «switch-mode power supply»

3.100.16**SMPS composant**

alimentation à découpage (SMPS) qui peut ne pas satisfaire à certaines des exigences de la norme (celles relatives à l'**enveloppe**, par exemple)

Note 1 à l'article: Ce type de **SMPS** est destiné à être incorporé dans un produit final qui, à son tour, satisfait à toutes les exigences de la norme de produit final.

3.100.17**matériel transportable**

matériel prévu pour être régulièrement transporté

4 Protection contre les dangers

Les dispositions de l'Article 4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent, à l'exception de ce qui suit.

4.1 Généralités

Remplacement:

L'Article 4 définit les exigences minimales de conception et de construction d'une SMPS, afin de garantir sa sécurité pendant l'installation, les conditions normales de fonctionnement et la maintenance pour la durée de vie prévue de la SMPS. La limitation des dangers résultant d'une mauvaise utilisation raisonnablement prévisible est également prise en considération.

La protection contre les dangers doit être assurée dans les conditions normales et dans les conditions de premier défaut, comme spécifié dans le présent document.

Les composants conformes à une norme IEC de produit appropriée qui fournit des exigences de sécurité analogues à l'exigence du présent document n'exigent pas d'évaluation séparée.

Les composants ou assemblages de composants pour lesquels il n'existe aucune norme de produit appropriée doivent être soumis aux essais selon les exigences du présent document.

Si la SMPS est destinée à être utilisée avec un matériel auxiliaire spécifique, l'évaluation et l'essai de sécurité doivent comprendre ce matériel auxiliaire, sauf s'il peut être démontré qu'il n'a aucun impact sur la sécurité de l'un des matériels.

Addition:

4.1.100 Constructions qui ne sont pas spécifiquement prises en considération

Si le matériel implique des technologies et des matériaux ou des méthodes de construction qui ne sont pas spécifiquement pris en considération dans le présent document, il doit procurer un niveau de sécurité au moins égal au niveau généralement garanti par le présent document et les principes de sécurité qu'elle contient.

NOTE Le besoin en exigences supplémentaires détaillées pour faire face à une situation nouvelle est rapidement porté à l'attention du comité compétent.

4.1.101 Orientation lors du transport et de l'utilisation

4.1.101.1 General

Lorsqu'il est clair que l'orientation du matériel est susceptible d'avoir un impact significatif sur l'application des exigences ou sur les résultats des essais, toutes les orientations d'utilisation autorisées dans les instructions d'installation ou de fonctionnement doivent être prises en considération. Pour le **matériel transportable**, toutes les orientations de transport et d'utilisation doivent être prises en considération.

4.1.101.2 Choix de critères

Si la norme autorise un choix entre différents critères de conformité ou entre différentes méthodes ou conditions d'essai, le choix est spécifié par le fabricant.

4.1.101.3 Liquides conducteurs

Pour les exigences électriques du présent document, les liquides conducteurs doivent être traités comme des parties conductrices.

4.2 Conditions anormales et de défaut

Remplacement:

La SMPS doit être conçue de manière à éviter les modes ou les séquences de fonctionnement pouvant provoquer une condition de défaut ou la défaillance d'un composant conduisant à un danger, à moins que d'autres mesures ne soient fournies par l'installation pour empêcher ce danger et ne soient décrites dans les informations d'installation fournies avec la SMPS. Les exigences du présent article s'appliquent également aux conditions anormales de fonctionnement, selon le cas.

L'analyse des circuits ou les essais doivent être exécutés pour identifier les composants (y compris les systèmes d'isolation) dont la défaillance entraînerait un danger.

Cette analyse doit inclure les situations dans lesquelles la défaillance du composant ou d'une isolation autre qu'une **double isolation** ou qu'une **isolation renforcée**

- aurait un impact sur les limites de classification de tension déterminante (Tableau 5),
- engendrerait un risque de choc électrique dû à un impact sur l'une des méthodes de protection contre les chocs électriques (voir 4.4),
- engendrerait un risque de danger dû à l'énergie électrique (voir 4.5),
- engendrerait un risque de dégradation dû à l'émission d'une flamme, de particules incandescentes ou de métal fondu engendré par le danger d'incendie (voir 4.6),
- engendrerait un danger thermique dû à une température élevée (voir 4.6), et
- engendrerait un danger mécanique (voir 4.7).

Les effets des conditions de court-circuit et de circuit ouvert du composant, entre des composants ou entre des cartes de circuit imprimé (CCI) doivent être pris en considération. Des essais s'avèrent nécessaires, sauf si une analyse peut clairement démontrer qu'aucun danger ne résulte de ces modes de défaillance. La conformité doit être vérifiée par examen ou l'essai de 5.2.4.6.

L'évaluation des composants doit se fonder sur la contrainte prévue se produisant pendant la durée de vie prévue de la SMPS, y compris, sans toutefois s'y limiter

- les conditions climatiques et mécaniques spécifiées selon 4.9 (température, humidité, vibrations, etc.),
- les caractéristiques électriques selon 4.4.7 (tension de choc prévue, tension de service, surtension temporaire, etc.), et
- microenvironnement selon 4.4.7 (degré de pollution, humidité, etc.).

Les composants doivent satisfaire aux exigences de l'Article 7.

Il n'est pas nécessaire que les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite (dimensionnées selon 4.4.7.4 et 4.4.7.5) et/ou l'isolation solide (dimensionnée selon 4.4.7.8) pour la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** soient défaillantes.

L'isolation fonctionnelle sur la CCI et entre les éléments des composants montés sur des CCI ne satisfaisant pas aux exigences en matière de distances d'isolement dans l'air et de lignes de fuite de 4.4.7.4 et de 4.4.7.5 doit satisfaire à l'exigence de 4.4.7.7.

Addition:

4.2.100 Application des conditions de défaut et des conditions anormales

Un premier défaut est composé d'une défaillance unique d'une isolation (à l'exception d'une **double isolation** ou d'une **isolation renforcée**) ou d'une défaillance unique d'un composant (à l'exception des composants à **double isolation** ou à **isolation renforcée**).

La construction du matériel, les diagrammes des circuits et les spécifications des composants, y compris l'**isolation fonctionnelle**, sont étudiés de manière à déterminer les **conditions de premier défaut** qui peuvent être raisonnablement prévues. Notamment:

- les courts-circuits et circuits ouverts des dispositifs à semiconducteurs et des condensateurs;
- les défauts à l'origine d'une dissipation continue dans les résistances conçues pour une dissipation intermittente;
- les défauts internes dans les circuits intégrés provoquant une dissipation excessive;
- une défaillance de l'**isolation fonctionnelle** ou de l'**isolation principale**, si cela peut avoir un impact sur
 - les parties conductrices accessibles;
 - les écrans conducteurs mis à la terre;
 - les parties des circuits **CTD As**;
 - les parties des circuits à limitation de courant décrits en 4.4.5.102.
- les exemples suivants de conditions anormales de fonctionnement doivent au moins être pris en considération, le cas échéant:
 - pour les appareils comprenant des commandes accessibles à un utilisateur, les réglages, individuels et collectifs, de ces commandes pour des conditions de fonctionnement les plus défavorables;
 - les essais applicables selon le Tableau 22;

- les conditions de défaut décrites en 6.2.2 de l'IEC 60990:1999;
- tous les autres défauts ou conditions susceptibles d'affecter la sécurité de l'alimentation.

4.3 Protection contre les courts-circuits et les surintensités

Les dispositions de 4.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4 Protection contre les chocs électriques

4.4.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.2 Classe de tension déterminante

4.4.2.1 Généralités

Remplacement:

Aucune protection d'accès n'est exigée si, en fonctionnement normal et dans la **condition de premier défaut**, les limites **CTD As** déduites du Tableau 5 ne sont pas dépassées dans le présent document. Il n'est pas admis d'atteindre les valeurs de **CTD B** avec le doigt d'essai, à l'exception des connecteurs des circuits de télécommunication. Il n'est pas admis d'atteindre la **CTD C**, et les exigences en matière de distance d'isolement dans l'air par rapport au doigt d'essai s'appliquent.

NOTE Voir le Tableau A.4, ligne 4 pour des exemples d'exigences en matière de distance d'isolement dans l'air.

4.4.2.2 Détermination de la classe de tension déterminante

4.4.2.2.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.2.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 ne s'appliquent pas.

NOTE Les considérations relatives à l'application et à l'environnement des **SMPS** permettent de conclure de n'utiliser que les niveaux de tension CTD A (main sèche) et CTD A2 (environnements humides).

Addition:

4.4.2.2.1.100 Considérations CTD supplémentaires

Le fabricant définit la **CTD** pour les circuits de sortie individuels et donne des informations avec la documentation d'accompagnement.

Les circuits d'entrée/de sortie aux tensions assignées, dans les limites de **CTD As**, sont examinés comme des circuits **CTD As**, sauf qu'ils sont spécifiés différemment par le fabricant (voir 6.2.101) et qu'ils sont uniquement accessibles par le **personnel de maintenance**.

Les circuits **TBTS** et **TBTP** doivent être classés **CTD** afin d'appliquer les exigences correctes. Les circuits **CTD** peuvent être mis à la terre ou pas.

NOTE Les circuits TBTS et TBTP sont couverts en tant que CTD As ou CTD B, en fonction de la tension de service. La tension maximale de CTD B est limitée aux valeurs TBT définies dans l'IEC 61140 (identiques aux valeurs TBTS et TBTP) dans les conditions normales et les conditions de premier défaut; elle est utilisée par exemple comme interface pour les circuits TBTS ou TBTP.

Pour déterminer les transitoires d'autres circuits externes, les spécifications de 5.4.2.3.2.4 et le Tableau 14 de l'IEC 62368-1:2014 peuvent être utilisés.

4.4.2.2.1.101 Niveaux CTD As pour les emplacements humides

Les parties accessibles et les sorties **CTD As** des **SMPS** conçues pour être utilisées dans des emplacements humides doivent être conformes aux niveaux de tension réduits définis au Tableau 5.

4.4.2.2.2 Tableaux de choix de la surface de contact et condition d'humidité de la peau

Les dispositions de 4.4.2.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 ne s'appliquent pas.

4.4.2.2.3 Limites de la tension de service pour la CTD

Remplacement:

Les dispositions de 4.4.2.2.3 de l'IEC 62477-1:2012 sont remplacées par ce qui suit:

Les limites de la **tension de service** concernant la **CTD** en fonctionnement normal et pendant un défaut et en fonctionnement anormal sont données au Tableau 5.

Le Tableau 5 de l'IEC 62477-1:2012 est remplacé par le Tableau 5 du présent document.

Tableau 5 – Limites de tension

CTD	Limites de tension de service en fonctionnement normal V				Limites de tension de service en conditions de défaut ou de conditions anormales V	
	Tension alternative (valeur efficace) U_{AC}	Tension alternative (crête) U_{peak}	Tension continue (valeur moyenne) U_{DC}	Limite de surtension U_{peak}	Tension (crête alternative ou continue) jusqu'à 200 ms ^{a,d}	Tension (crête alternative ou continue) au-delà de 1 000 ms ^{a,d}
As	30/12 ^c	42,4/17 ^c	60/28 ^c	1 500 ^e	120	NOPL ^b
B	50	71	120	1 500 ^e		
C	tous les circuits ne satisfaisant pas à la CTD As ou la CTD B			N/A	N/A	

^a Une interpolation linéaire est admise entre 200 ms et 1 000 ms.

^b Limite de fonctionnement normal (NOPL, *normal operation limit*) pertinente, telle que décrite dans le présent tableau, correspondant au type de tension approprié.

^c Limites pour les applications en milieu humide.

^d Impulsions uniques liées aux limites de tension en courant continu et impulsions répétitives liées aux limites de tension en courant alternatif.

^e Transitoires maximaux d'une valeur d'onde de choc de 1,2/50 µs.

NOTE Les limites CTD A1 et CTD A3 ne sont pas utilisées.

Pour les essais, voir 5.2.4.

4.4.2.3 Exigences de protection contre les chocs électriques

Remplacement:

L'utilisateur et le personnel de maintenance doivent être protégés contre les chocs électriques au moyen des méthodes de **protection renforcée** présentées en 4.4.5.

Les exigences du présent document en matière de protection contre les chocs électriques sont celles présentées au Tableau 6 à moins que d'autres moyens d'isolation soient prévus,

auquel cas l'analyse de défaillance et les essais doivent démontrer que les exigences de 4.1 et de 4.4 sont satisfaites.

Tableau 6 – Exigences de séparation du circuit à l'étude

Circuit à l'étude ^e	Vers les parties accessibles par l'opérateur et les parties dont la connexion au PE n'est pas fiable ^a	Vers les parties accessibles au service	Vers les parties accessibles au service dans une zone à accès limité (RAL)	Vers la mise à la terre de protection et les parties conductrices dont la connexion au PE est fiable	CTD As	CTD B	CTD C
CTD As	Aucune ^b	Aucune ^b	Aucune ^b	Aucune ^b	Aucune ^{b,c}	PS	PS
CTD B	SS ^d	SS	Aucune ^b	Aucune ^b		Aucune ^{b,c}	PS
CTD C	PS ^d	PS	PS	SS			Aucune ^{b,c}

NOTE Le présent tableau décrit les exigences de séparation entre différents circuits à séparation galvanique.

SS: Séparation simple

PS: Séparation de protection

^a Mise à la terre fonctionnelle, par exemple.

^b La protection n'est pas nécessaire pour la sécurité, mais elle peut être exigée pour des raisons fonctionnelles (voir 4.4.7.3). Pour les circuits CTD As se trouvant dans des environnements différents, la séparation simple doit être utilisée.

^c La séparation de protection est nécessaire si un premier défaut de l'isolation entre les circuits se traduit par une violation de la classification CTD des circuits individuels.

^d SS vers l'extrémité du doigt d'essai et PS vers le point de contact du doigt d'essai sur l'enveloppe. Voir ligne 4 du Tableau A.4.

^e Dans des conditions d'environnements humides, les circuits CTD As pour les environnements secs (limites supérieures du Tableau 5) et CTD B doivent être compris comme étant des circuits CTD C (dans le présent tableau uniquement) afin de déterminer les exigences de séparation.

NOTE Voir l'Annexe AD pour plus d'explications.

4.4.3 Disposition relative à la protection principale

4.4.3.1 Généralités

Remplacement:

La protection principale permet d'établir un premier niveau de protection afin d'éviter que des personnes ne touchent les **parties actives dangereuses**.

Elle doit être assurée au moyen de l'isolation principale des **parties actives** (4.4.3.2).

NOTE 1 La protection principale pouvant être endommagée ou défaillante, elle est considérée comme étant insuffisante pour assurer la protection des utilisateurs.

NOTE 2 Voir l'Annexe AD pour plus d'explications.

4.4.3.2 Protection au moyen de l'isolation principale des parties actives

Remplacement:

L'isolation principale peut être assurée par isolation solide ou distance d'isolement dans l'air.

L'isolation doit être assignée en fonction de la tension de choc, de la surtension temporaire ou de la tension de service (voir 4.4.7.2.1), selon l'exigence la plus sévère. Il ne doit pas être possible de retirer l'isolation sans utiliser un outil ou une clé.

Une partie conductrice accessible est considérée comme étant conductrice si sa surface est nue ou recouverte d'une couche isolante qui ne satisfait pas au moins aux exigences de l'isolation principale.

L'isolation principale doit être assurée comme exigé au Tableau 6.

L'isolation principale doit être conçue et soumise à l'essai pour résister aux tensions de choc et aux surtensions temporaires des circuits auxquels elle est raccordée. Voir 5.2.3.2 et 5.2.3.4 pour les essais.

L'Article A.7 donne des exemples d'utilisation des éléments des mesures de protection.

4.4.3.3 Protection au moyen d'enveloppes ou de barrières

Remplacement:

Voir 4.4.5.100.

4.4.3.4 Protection au moyen de la limitation du courant de contact et de la charge

Remplacement:

Voir 4.4.5.102 ou 4.4.5.103, selon le cas.

4.4.3.5 Protection au moyen de tensions limitées

Les dispositions de 4.4.3.5 de l'IEC 62477-1:2012 ne s'appliquent pas.

NOTE Voir 4.4.5.101 pour les exigences relatives aux tensions limitées.

4.4.4 Disposition relative à la protection en cas de défaut

4.4.4.1 Généralités

Remplacement:

La protection en cas de défaut permet d'établir un deuxième niveau de protection afin d'éviter que des personnes ne touchent les **parties actives dangereuses**. La protection en cas de défaut exige en premier lieu une protection principale et doit en outre être assurée par une ou plusieurs des mesures suivantes:

- a) liaison équipotentielle de protection (4.4.4.2) en association avec le conducteur de mise à la terre de protection (4.4.4.3);
- b) déconnexion automatique de l'alimentation (4.4.4.4);
- c) **isolation supplémentaire** (4.4.4.5);
- d) écran de protection électrique (4.4.4.7).

Addition:

4.4.4.1.100 Mesures de protection supplémentaires

Outre les mesures présentées en 4.4.4.1, il peut s'avérer nécessaire, dans un circuit électrique, de prévoir des mesures supplémentaires visant à éviter tout risque de chocs

électriques résultant d'un **premier défaut** ou d'une **condition anormale de fonctionnement** (voir 4.2).

Ces mesures supplémentaires, qu'il s'agisse de composants ou d'une isolation, doivent être soigneusement sélectionnées afin d'assurer leur fonctionnement sur toute la durée de vie du produit.

NOTE 1 Il s'agit, par exemple, de tensions sur le côté secondaire d'un transformateur d'isolement dans une SMPS qui dépassent les limites de tension de la CTD As, alors que les composants supplémentaires du côté secondaire assurent que la tension de sortie de la SMPS respecte les limites de la CTD As dans les conditions normales et les conditions de défaut.

NOTE 2 Selon l'IEC 61508 (toutes les parties) ou l'IEC 60730-1, la sécurité fonctionnelle peut être utilisée pour atteindre un niveau acceptable de sécurité au moyen de composants électroniques (circuits intégrés, circuits intégrés spécifiques, réseaux de portes programmables sur site, par exemple) avec ou sans logiciel. Toutefois, le présent document ne donne pas de préconisations quant à la sélection d'un niveau de risque acceptable. Une SMPS peut également être examinée selon le présent document par désactivation ou par simulation extensive des défauts sur ces dispositifs de sécurité.

Deux circuits de sortie doivent être séparés par une séparation de protection, si les essais de défaut des combinaisons de circuits (voir 4.2) donnent lieu à un dépassement des limites de circuit adaptées.

4.4.4.2 Liaison équipotentielle de protection

4.4.4.2.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.4.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.4.2.2 Caractéristiques assignées de la liaison équipotentielle de protection

Les dispositions de 4.4.4.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.4.3 Conducteur de mise à la terre de protection

4.4.4.3.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.4.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.4.3.2 Dispositif de raccordement du conducteur de mise à la terre de protection

Les dispositions de 4.4.4.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.4.3.3 Exigences relatives à une mise à la terre fiable

Les dispositions de 4.4.4.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE Le titre du présent paragraphe a été modifié pour faciliter la compréhension.

4.4.4.4 Déconnexion automatique de l'alimentation

Les dispositions de 4.4.4.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.4.5 Isolation supplémentaire

Les dispositions de 4.4.4.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.4.5.100 Mise en place de l'isolation supplémentaire

L'isolation supplémentaire doit être assurée comme exigé au Tableau 6.

4.4.4.6 Séparation simple entre les circuits

Les dispositions de 4.4.4.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.4.7 Écran de protection électrique

Les dispositions de 4.4.4.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.5 Protection renforcée

4.4.5.1 Généralités

Remplacement:

En règle générale, la protection renforcée permet de protéger l'utilisateur ou le personnel de maintenance. Elle est composée de deux niveaux de protection ou d'un niveau de protection renforcé considéré comme étant équivalent aux deux niveaux de protection, visant à empêcher les personnes de toucher les **parties actives dangereuses**.

La protection renforcée est assurée par:

- le contrôle d'accès (voir 4.4.5.100); ou
- une séparation de protection entre les circuits de 4.4.5.3, associée à au moins l'une des mesures suivantes:
 - a) limitation de la tension (voir 4.4.5.101);
 - b) limitation du courant (voir 4.4.5.102);
 - c) limitation de l'énergie ou de la charge (voir 4.4.5.103);
 - d) impédance de protection (voir 4.4.5.4);

Une protection supplémentaire décrite en 4.4.4.1.100 peut s'avérer nécessaire pour la conformité à ces mesures.

NOTE Voir l'Annexe AD pour plus d'explications.

4.4.5.2 Isolation renforcée

Les dispositions de 4.4.5.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.5.3 Séparation de protection entre les circuits

Les dispositions de 4.4.5.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.5.4 Protection au moyen d'impédance de protection

Les dispositions de 4.4.5.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.5.100 Protection par contrôle d'accès

L'accès de l'**opérateur** aux parties ou aux circuits autres que la **CTD As** doit être:

- disposé dans des **enveloppes** ou se trouver derrière des **enveloppes** ou des barrières, qui satisfont au moins aux exigences du type de protection IPXXB conformément à l'Article 7 de l'IEC 60529:1989;
- placé sous les surfaces supérieures des **enveloppes** ou des barrières qui sont accessibles lorsque le matériel est mis sous tension pour la réalisation de l'essai avec le doigt d'essai IP3X de 5.2.2.2.

Pour le **matériel mobile** dont le haut et le bas ne sont pas définis, l'essai avec le doigt d'essai IP3X de 5.2.2.2 s'applique à tous les côtés.

Si la **SMPS** est installée dans une **zone d'accès limité**, IPXXB s'applique à la place de l'essai avec le doigt d'essai IP3X de 5.2.2.2.

La conformité est démontrée par l'essai de 5.2.2.2.

Il doit être uniquement possible d'ouvrir les **enveloppes** ou de retirer les barrières:

- à l'aide d'un outil ou d'une clé; ou
- après la mise hors tension des parties ou circuits autres que la **CTD As**.

Si l'ouverture de l'**enveloppe** est exigée et que la **SMPS** est sous tension pendant l'installation ou la maintenance:

- a) les parties ou circuits autres que la **CTD As** doivent au moins faire l'objet d'une protection IPXXA; et
- b) les parties ou circuits autres que la **CTD As** qui sont susceptibles d'être touché(e)s lors de réglages doivent au moins faire l'objet d'une protection IPXXB; et
- c) il doit être assuré que les personnes sont averties que les parties ou circuits autres que la **CTD As** sont accessibles.

La protection du **personnel de maintenance** dans les **zones d'accès limité** peut être par ailleurs assurée:

- a) en assurant l'**isolation principale** des **parties actives** de 4.4.3.2 ou les méthodes ci-dessous de b) et c);
- b) en empêchant le contact avec des parties ou circuits autres que la **CTD As** ou la **CTD B**; et
- c) en empêchant les contacts accidentels, grâce à des marquages de mise en garde pour les dangers non évidents (décharge des condensateurs, par exemple).

Pour les exigences relatives au marquage, voir 6.3.7.1.

Les **enveloppes** des produits de **protection de classe I** doivent satisfaire aux exigences de 4.4.6.2. Les **enveloppes** des produits de **protection de classe II** doivent satisfaire aux exigences de 4.4.6.3.

4.4.5.101 Protection par limitation de la tension

L'**opérateur** est uniquement autorisé à accéder aux parties/circuits ou aux parties/circuits simultanément accessibles de la **CTD As**, à l'exception des connecteurs à **CTD B** pour les circuits de télécommunication (voir 4.4.2.1). Dans le présent document, une **CTD As** représente un circuit de contact de sécurité, étant donné qu'elle doit satisfaire:

- a) aux exigences de séparation de protection de 4.4.5; et
- b) aux limites de tension selon le Tableau 5, en conditions normales et de défaut, avec les considérations conformes à 4.2 et les essais de 5.2.4.

Le **personnel de maintenance** est autorisé à accéder aux parties/circuits ou aux parties/circuits simultanément accessibles jusqu'à des tensions **CTD B**.

Le circuit **CTD B** doit satisfaire:

- a) aux exigences de séparation de protection de 4.4.5; et
- b) aux limites de tension selon 4.4.2.2.3 Tableau 5, en conditions normales et de défaut, avec les considérations conformes à 4.2 et les essais de 5.2.4.

4.4.5.102 Protection par limitation du courant

L'accès aux parties capables de délivrer des courants supérieurs aux limites du Tableau 100 doit être interdit en fonctionnement normal, en fonctionnement de défaut et en fonctionnement anormal, sauf pour les parties conductrices correctement raccordées à la mise à la terre de protection conformément à 4.4.4.3.3, si elles sont marquées comme indiqué en 6.3.7.4.

Tableau 100 – Limites pour l'accès du courant

Plage de fréquences	Limite de fonctionnement normal ^{a,b}	Limite de fonctionnement de défaut ^{a,b}
Courant continu	2 mA	10 mA
Jusqu'à 1 kHz	0,5 mA (valeur efficace) ou 0,7 mA (valeur de crête)	3,5 mA (valeur efficace) ou 5 mA (valeur de crête)
Entre 1 kHz et 100 kHz	0,5 mA (valeur efficace) x fréquence en kHz ou 0,7 mA (valeur de crête) x fréquence en kHz	3,5 mA (valeur efficace) + 0,95 x fréquence en kHz ou 5 mA (valeur de crête) + 0,95 x fréquence en kHz
Au-dessus de 100 kHz	50 mA (valeur efficace) ou 70 mA (valeur de crête)	100 mA (valeur efficace) ou 140 mA (valeur de crête)
^a Pour les formes d'ondes non sinusoïdales, les valeurs de crête s'appliquent et le courant est mesuré à l'aide du réseau de mesure spécifié à la Figure 4 de l'IEC 60990:1999 pour des courants inférieurs ou égaux à 2 mA, ou à la Figure 5 de l'IEC 60990:1999 pour des courants supérieurs. ^b Pour les formes d'ondes sinusoïdales et le courant continu, les valeurs efficaces s'appliquent et le courant peut être mesuré à l'aide d'une résistance de 2 000 Ω.		

Les courants sont mesurés conformément à 5.2.3.7 et à 5.2.3.7.100.

Si des impédances de protection sont utilisées pour ponter une isolation, les spécifications de 4.4.5.4 et 4.4.7.1.7 s'appliquent.

4.4.5.103 Protection par limitation de l'énergie ou de la charge

La limitation de l'énergie ou de la charge doit être examinée dans des conditions hors charge.

L'accès de l'**opérateur** aux parties présentant une énergie de plus de 0,5 mJ doit être empêché en fonctionnement normal, en fonctionnement de défaut et en fonctionnement anormal. De plus, les exigences de décharge de condensateur de 4.4.9 et d'accès avec un doigt d'essai au niveau d'énergie dangereux de 4.5.1.1 s'appliquent.

NOTE 1 Les limites de tension à une certaine capacité peuvent être calculées avec la formule $U = \sqrt{\frac{E}{C}}$.

Le **personnel de maintenance** ne doit pas avoir accès à une charge stockée supérieure à 50 µC, sauf si les **zones d'accès limité** ne font l'objet d'aucune limite d'énergie, si les dispositions de 4.4.5.100 sont utilisées.

NOTE 2 Les limites de tension à une certaine capacité peuvent être calculées avec la formule $U = \frac{Q}{C}$.

4.4.6 Mesures de protection

4.4.6.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE 1 Voir l'Annexe AD pour plus d'explications.

4.4.6.2 Mesures de protection pour appareil de protection de classe I

Les dispositions de 4.4.6.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.6.3 Mesures de protection pour appareil de protection de classe II

Remplacement:

L'appareil de protection de classe II doit satisfaire aux exigences de protection renforcée de 4.4.5.

L'appareil de protection de classe II ne doit comporter aucun moyen de raccordement pour le conducteur de mise à la terre de protection. Cela ne s'applique pas si le conducteur de mise à la terre de protection passe au travers de l'appareil jusqu'à l'appareil raccordé en série en aval.

Dans ce dernier cas, le conducteur de mise à la terre de protection et ses moyens de raccordement doivent être séparés

- de la surface accessible du matériel, et
- des circuits qui utilisent une séparation de protection

par au moins une isolation principale correspondant à la tension assignée du matériel raccordé en série.

Un appareil de protection de classe II peut être raccordé à un conducteur de mise à la terre pour des raisons fonctionnelles ou pour l'amortissement des surtensions. Dans ce cas, le conducteur de mise à la terre fonctionnelle doit satisfaire aux mêmes exigences de séparation que le circuit **CTD As**.

Un appareil de protection de classe II doit faire l'objet d'un marquage selon 6.3.7.3.3.

La conformité est vérifiée par examen.

4.4.6.4 Mesures de protection pour appareil ou circuits de protection de classe III

4.4.6.4.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.6.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.6.4.2 Raccordement aux circuits TBTP et TBTS

Remplacement:

Les circuits **TBTP** ou **TBTS** doivent être classés en fonction d'une **CTD** (voir le Tableau 5) pour l'examen, et traités en fonction de cette classification **CTD**.

NOTE Les **TBTS/TBTP** sont en général considérées comme une **CTD B**.

4.4.7 Isolation

4.4.7.1 Généralités

4.4.7.1.1 Facteurs d'influence

Les dispositions de 4.4.7.1.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.1.2 Degré de pollution

Les dispositions de 4.4.7.1.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.1.3 Catégorie de surtension (OVC)

Les dispositions de 4.4.7.1.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.1.4 Systèmes de mise à la terre de l'alimentation

Les dispositions de 4.4.7.1.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.1.5 Détermination de la tension de choc et de la surtension temporaire

Les dispositions de 4.4.7.1.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.1.6 Détermination de la tension système

4.4.7.1.6.1 Pour le réseau d'alimentation en courant alternatif

Les dispositions de 4.4.7.1.6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.1.6.1.100 Pour le réseau d'alimentation en courant continu

4.4.7.1.6.1.100.1 Transitoires d'un réseau d'alimentation en courant continu

Les transitoires d'un **réseau d'alimentation** en courant continu doivent être déterminés en tenant compte des conditions générales d'installation.

Le Tableau 9 de l'IEC 62477-1:2012 peut être utilisé pour déterminer les transitoires en l'absence d'informations relatives à l'application finale.

4.4.7.1.6.1.100.2 Raccordement à un réseau d'alimentation en courant continu

Afin d'assurer un raccordement sûr et fiable à un réseau d'alimentation en courant continu, le matériel doit être équipé d'un des moyens suivants:

- des bornes pour un raccordement permanent à l'alimentation;
- un câble d'alimentation fixé à demeure pour un raccordement permanent à l'alimentation ou pour un raccordement à l'alimentation par l'intermédiaire d'une fiche;
- un socle de connecteur pour le raccordement d'un câble d'alimentation amovible.

Les fiches et les socles de connecteur ne doivent pas être d'un type utilisé pour un réseau d'alimentation en courant alternatif si un danger peut être créé par leur usage. Leur conception doit être telle qu'elle empêche des raccordements en polarité inverse si ces raccordements peuvent créer un danger.

Il est permis de raccorder l'un des pôles du **réseau d'alimentation** en courant continu à la fois à une borne d'entrée d'alimentation et à la borne principale de **mise à la terre de protection** du matériel, le cas échéant, à condition que les instructions d'installation du matériel donnent des informations détaillées pour une mise à la terre correcte du système.

La conformité est vérifiée par examen.

4.4.7.1.6.1.100.3 Déconnexion d'un réseau d'alimentation en courant continu

Outre les exigences relatives à la déconnexion d'une **SMPS**, le dispositif de déconnexion doit être assigné pour la tension et le courant continus et être en mesure d'interrompre les courants prévus.

4.4.7.1.6.2 Pour l'alimentation non raccordée directement au réseau

Remplacement:

Pour la SMPS alimentée par une alimentation en courant alternatif ou en courant continu non raccordée directement au réseau, la tension système est la valeur efficace de la tension d'alimentation entre les pôles.

NOTE Les alimentations non raccordées directement au réseau peuvent également être liées à un circuit de communication externe alimentant la SMPS ou être alimentées par la SMPS.

4.4.7.1.7 Isolation par pontage des composants

Les dispositions de 4.4.7.1.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.1.7.100 Exigences de sélection des composants

En option, les composants déjà examinés choisis et utilisés comme indiqué

- a) en 7.10 pour les dispositifs de protection contre les surtensions (SPD) ou parafoudres, et
- b) en 7.13 pour les condensateurs et les cellules RC

sont considérés comme étant acceptables au sens du présent document.

4.4.7.2 Isolation par rapport à l'environnement

4.4.7.2.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.7.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.2.2 Circuits connectés au réseau

Les dispositions de 4.4.7.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.2.3 Circuits connectés à l'alimentation non raccordée directement au réseau

Les dispositions de 4.4.7.2.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE Voir 4.4.7.2.3.100 pour les considérations du comité relatives à la catégorie de surtension.

Addition:

4.4.7.2.3.100 Surtension dans les circuits d'alimentation

La catégorie type de surtension retenue dans le domaine d'application du présent document est la catégorie de surtension II, et le Tableau 9 s'applique, sauf spécification contraire du fabricant suivie d'informations pertinentes dans la documentation d'accompagnement.

4.4.7.2.4 Isolation entre circuits

Les dispositions de 4.4.7.2.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.3 Isolation fonctionnelle

Les dispositions de 4.4.7.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.3.100 Exigences supplémentaires relatives à l'isolation fonctionnelle

L'**isolation fonctionnelle** doit satisfaire à l'une des exigences suivantes a), b) ou c).

- a) Elles satisfont aux exigences en matière de distance d'isolement dans l'air et de ligne de fuite pour l'**isolation fonctionnelle** selon 4.4.7.4 et 4.4.7.5.
- b) Elles supportent les essais de rigidité diélectrique pour la **séparation simple** selon 5.2.3.4.2.
- c) Elles sont court-circuitées lorsque le court-circuit peut provoquer
 - l'échauffement d'un matériau, créant de ce fait un risque de feu, à moins que le matériau qui pourrait être surchauffé ne soit de classe V-1, ou
 - un dommage thermique sur l'**isolation principale**, l'**isolation supplémentaire** ou l'**isolation renforcée**, créant de ce fait un risque de choc électrique.
 - un résultat dangereux pendant un essai de défaut et en fonctionnement anormal.

4.4.7.4 Distances d'isolement dans l'air

4.4.7.4.1 Détermination

Les dispositions de 4.4.7.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.4.2 Homogénéité du champ électrique

Les dispositions de 4.4.7.4.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.4.3 Distance d'isolement dans l'air avec des enveloppes conductrices

Les dispositions de 4.4.7.4.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.5 Lignes de fuite

4.4.7.5.1 Groupes de matériaux isolants

Les dispositions de 4.4.7.5.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.5.2 Détermination

Les dispositions de 4.4.7.5.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.6 Revêtement

Les dispositions de 4.4.7.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.7 Espacements d'une carte à circuit imprimé pour une isolation fonctionnelle

Les dispositions de 4.4.7.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.8 Isolation solide

4.4.7.8.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.7.8.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.8.2 Exigences des matériaux

Les dispositions de 4.4.7.8.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.8.2.100 Épaisseur à travers l'isolation

Sauf application d'un autre paragraphe de 4.4.7.8, les distances à travers l'isolation doivent être dimensionnées en fonction de l'application de l'isolation et comme suit:

- si la tension de service ne dépasse pas les limites de la CTD B, aucune exigence en matière de distance à travers l'isolation ne s'applique;
- si la tension de service dépasse les limites de tension de la CTD B, les règles suivantes s'appliquent:
 - pour l'isolation principale, aucune distance minimale à travers l'isolation n'est spécifiée; cette distance doit toutefois satisfaire aux exigences de rigidité diélectrique de 4.4.7.10.1 pour l'isolation principale;
 - pour l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée constituée d'une couche unique, la distance minimale à travers l'isolation doit être de 0,4 mm et doit satisfaire aux exigences de rigidité diélectrique de 4.4.7.10.2 pour l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée, selon le cas;
 - pour l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée constituée de plusieurs couches, la distance minimale à travers l'isolation doit être conforme aux dispositions de 4.4.7.8.3.

4.4.7.8.3 Matériau pelliculé ou ruban

4.4.7.8.3.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.7.8.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.8.3.2 Épaisseur des matériaux supérieure ou égale à 0,2 mm

Les dispositions de 4.4.7.8.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 ne s'appliquent pas.

4.4.7.8.3.3 Épaisseur des matériaux inférieure à 0,2 mm

Les dispositions de 4.4.7.8.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 ne s'appliquent pas.

Addition:

4.4.7.8.3.3.100 Matériau en couches minces

Le matériau en couches minces doit satisfaire à l'une des exigences suivantes:

- pour l'isolation supplémentaire composée de deux couches de matériau, chaque couche doit satisfaire aux exigences de rigidité diélectrique de 4.4.7.10.1 pour l'isolation supplémentaire; ou
- pour l'isolation supplémentaire composée de trois couches de matériau, chaque combinaison de deux couches doit satisfaire aux exigences de rigidité diélectrique de 4.4.7.10.1 pour l'isolation supplémentaire; ou
- pour l'isolation renforcée composée de deux couches de matériau, chaque couche doit satisfaire aux exigences de rigidité diélectrique de 4.4.7.10.2 pour l'isolation renforcée; ou
- pour l'isolation renforcée composée de trois couches de matériau, chaque combinaison de deux couches doit satisfaire aux exigences de rigidité diélectrique de 4.4.7.10.2 pour l'isolation renforcée.

Si plus de trois couches sont utilisées, les couches peuvent être divisées en deux ou trois groupes de couches.

Chaque groupe de couches doit satisfaire aux essais de rigidité diélectrique pour l'isolation appropriée.

Un essai sur une couche ou un groupe de couches n'est pas répété sur une couche ou un groupe identique.

4.4.7.8.3.4 Conformité

Les dispositions de 4.4.7.8.3.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.8.3.100 Matériau en couches minces séparables

Pour les couches séparables, les essais de rigidité diélectrique sont appliqués conformément à 4.4.7.10 à une seule couche.

La procédure d'essai est indiquée en 5.2.3.102.

4.4.7.8.3.101 Matériau en couches minces non séparables

NOTE Les exigences sont issues de l'IEC 62368-1.

4.4.7.8.3.101.1 Généralités

Pour une isolation composée de matériaux en couches minces non séparables, les procédures d'essai indiquées dans le Tableau 101 s'appliquent. Aucune exigence n'impose d'utiliser les mêmes matériaux et la même épaisseur pour toutes les couches de l'isolation.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais spécifiés au Tableau 101.

Tableau 101 – Essais pour l'isolation en couches non séparables

Nombre de couches	Procédure d'essai
Isolation supplémentaire	
Deux couches ou plus:	La procédure d'essai de 5.2.3.103 est appliquée.
Isolation renforcée	
Deux couches:	La procédure d'essai de 5.2.3.103 est appliquée.
Trois couches ou plus:	Les procédures d'essai de 5.2.3.103 et 5.2.3.104 ^a sont appliquées.
NOTE Les essais de 5.2.3.104 ont pour objet d'assurer que le matériau présente une solidité adéquate pour résister aux dommages lorsqu'il est intégré dans des couches intérieures de l'isolation. Par conséquent, les essais ne sont pas appliqués à l'isolation en deux couches. Les essais de 5.2.3.104 ne sont pas appliqués à l' isolation supplémentaire .	
^a Lorsque l'isolation fait partie du fil de bobinage, l'essai ne s'applique pas. Pour les fils de bobinage isolés destinés à une utilisation sans isolation intercouche, les dispositions de 4.4.7.8.5.100 s'appliquent.	

4.4.7.8.4 Cartes de circuit imprimé (CCI)

4.4.7.8.4.1 Généralités

Les dispositions de 4.4.7.8.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.8.4.1.100 Isolation des couches internes de la CCI servant d'isolation solide

En ce qui concerne les couches internes des cartes de circuit imprimé multicouche, l'isolation entre les pistes adjacentes d'une même couche doit uniquement être acceptable en tant qu'isolation solide, lorsqu'elle est soumise à l'essai selon 4.4.7.9.

4.4.7.8.4.2 Utilisation d'un matériau de revêtement

Les dispositions de 4.4.7.8.4.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.8.5 Composants bobinés

Les dispositions de 4.4.7.8.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.8.5.100 Fils de bobinage isolés destinés à une utilisation sans isolation intercouche

Le fil de bobinage doit satisfaire aux exigences de l'Annexe AA. Le nombre minimal de couches superposées de ruban enroulé en spirale ou de couches d'isolation extrudée doit être le suivant:

- pour l'**isolation principale**: une couche;
- pour l'**isolation supplémentaire**: deux couches;
- pour l'**isolation renforcée**: trois couches.

Pour l'isolation entre deux fils de bobinage adjacents, une couche sur chaque conducteur est considérée comme suffisante pour fournir une **isolation supplémentaire**.

Les fils examinés conformément à l'Annexe U de l'IEC 60950-1:2005/AMD1:2009/AMD2:2013 ou à l'Annexe J de l'IEC 62368-1:2014 sont également admis.

Le fil de bobinage doit satisfaire à un essai individuel de série pour l'essai de rigidité diélectrique.

4.4.7.8.6 Matériaux de remplissage

Les dispositions de 4.4.7.8.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.9 Raccordement des parties de l'isolation solide (joints scellés)

Les dispositions de 4.4.7.9 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.10 Exigences sur la capacité en tenue électrique

4.4.7.10.1 Isolation principale ou isolation supplémentaire

Les dispositions de 4.4.7.10.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.7.10.2 Double isolation et isolation renforcée

Les dispositions de 4.4.7.10.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.4.7.10.2.100 Considérations relatives aux essais

Lors de la réalisation des essais électriques conformément à 4.4.7.10, les considérations suivantes doivent s'appliquer.

- Les essais à la tension de tenue aux chocs et à la tension en courant alternatif ou en courant continu permettent de vérifier la pertinence de l'isolation. Les espacements sont examinés selon 5.2.2.1.
- Les essais de décharge partielle sont réalisés sur une configuration du composant final (un transformateur, par exemple) ou un sous-ensemble. Les matériaux individuels ne sont pas soumis à l'essai.
- Les essais ne doivent pas être réalisés sur le produit final, si ceux réalisés sur la configuration du composant final ou le sous-ensemble sont représentatifs.

NOTE Les essais sur le produit final ne sont même pas possibles dans certaines situations, du fait du concept d'isolation choisi.

4.4.7.11 Exigences d'isolation au-dessus de 30 kHz

Les dispositions de 4.4.7.11 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.8 Compatibilité avec les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DDR)

Les dispositions de 4.4.8 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.4.9 Décharge de condensateurs

Remplacement:

Les dispositions de 4.4.9 de l'IEC 62477-1:2012 sont remplacées par ce qui suit:

Pour la protection contre le danger de choc électrique, les condensateurs placés à l'intérieur d'une **SMPS** doivent être déchargés à une tension inférieure aux limites indiquées en 4.4.5.101 ou à une énergie inférieure aux limites indiquées en 4.4.5.103, après la coupure d'alimentation de la **SMPS** ou après qu'une charge d'un condensateur devienne accessible:

- pour une **SMPS** enfichable de type A et de type B, le temps de décharge ne doit pas dépasser 1 s ou les **parties actives dangereuses** doivent être protégées contre le contact direct selon un degré de protection d'au moins IPXXB (voir 4.4.3.3);
- pour les **SMPS connectées en permanence**, le temps de décharge ne doit pas dépasser 5 s.

Pour les **SMPS** enfichables de type A et de type B et les **SMPS connectées en permanence** qui ne satisfont pas aux exigences ci-dessus, l'accès ne doit être possible qu'au moyen d'un outil ou d'une clé, et les exigences de 6.5.2 en matière d'informations et de marquage s'appliquent.

La conformité est vérifiée par l'essai de 5.2.3.8.

NOTE Cette exigence s'applique également aux condensateurs utilisés pour la correction du facteur de puissance, le filtrage, etc.

4.5 Protection contre les dangers dus à l'énergie électrique

4.5.1 Zones d'accès de l'opérateur

4.5.1.1 Généralités

Les dispositions de 4.5.1.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.5.1.2 Détermination du niveau d'énergie dangereux

Les dispositions de 4.5.1.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.5.2 Zones d'accès pour la maintenance

Les dispositions de 4.5.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6 Protection contre les dangers d'incendie et thermiques

4.6.1 Circuits représentant un danger d'incendie

Les dispositions de 4.6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.2 Composants représentant un danger d'incendie

4.6.2.1 Généralités

Les dispositions de 4.6.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.2.2 Composants dans un circuit représentant un danger d'incendie

Les dispositions de 4.6.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.2.3 Composants dans un circuit ne représentant pas un danger d'incendie

Les dispositions de 4.6.2.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.3 Enveloppes contre le feu

4.6.3.1 Généralités

Remplacement:

Les enveloppes contre le feu sont utilisées pour réduire le risque d'incendie de l'environnement, indépendamment de leur emplacement d'installation.

Une enveloppe contre le feu doit être prévue pour toutes les SMPS, sauf:

- a) s'il s'agit d'une **SMPS composant** destinée à une installation finale dans un matériel comportant une enveloppe contre le feu; ou
- b) si elle est alimentée par une source d'énergie limitée et si les circuits (selon 4.6.5) sont montés sur des cartes de circuit imprimé de classe de matériau V-1 au moins; ou
- c) si elle est utilisée dans des zones ne comportant pas de matériaux combustibles (**zones d'accès limité**) et si elle est marquée selon 6.3.5.

4.6.3.2 Inflammabilité des matériaux de l'enveloppe

Remplacement:

Les matériaux utilisés pour les enveloppes contre le feu de la **SMPS** doivent satisfaire aux exigences d'essai d'inflammabilité de 5.2.5.5, sauf pour les parties de l'enveloppe ne renfermant que des circuits ne représentant pas un danger d'incendie.

Les matériaux sont considérés comme satisfaisants sans essai si, pour l'épaisseur minimale utilisée, ils appartiennent au moins à la classe d'inflammabilité 5VA, selon l'IEC 60695-11-20:1999.

Les matériaux de **matériel mobile** ou de **matériel transportable** sont satisfaisants sans essai si, pour l'épaisseur minimale utilisée, ils appartiennent au moins à la classe d'inflammabilité V-1, selon l'IEC 60695-11-20.

Les métaux, les matières céramiques et le verre trempé résistant à la chaleur, armé ou feuilleté, sont considérés comme satisfaisants sans qu'un essai ne soit nécessaire.

Les matériaux des composants de remplissage d'une ouverture dans une enveloppe contre le feu doivent

- être au moins en matériau de classe V-1 et ne pas dépasser 100 mm dans toutes les dimensions, ou
- être au moins en matériau de classe V-2 avec une barrière ou un ou des dispositifs formant une barrière en matériau de classe V-0 entre la partie et une source de danger d'incendie, ou
- satisfaire à la norme de composants correspondante de l'IEC comprenant les exigences d'inflammabilité pour les composants destinés à faire partie, ou à remplir les ouvertures, d'une enveloppe contre le feu.

NOTE Il s'agit, par exemple, des porte-fusibles, des interrupteurs, des voyants lumineux, des connecteurs et des socles de connecteur.

Les matériaux polymères utilisés comme enveloppe extérieure et dont la surface est supérieure à 1 m² ou dont une dimension unique est supérieure à 2 m, doivent présenter un indice de propagation maximale de la flamme de 100 (voir l'ASTM E162 ou l'ANSI/ASTM E84).

Le fabricant peut fournir des informations en provenance du fournisseur du matériau de l'enveloppe contre le feu pour prouver la conformité aux exigences ci-dessus. Dans ce cas, aucun essai supplémentaire n'est exigé.

La conformité doit être vérifiée par une inspection visuelle et, le cas échéant, par des essais.

4.6.3.3 Ouvertures dans les enveloppes contre le feu

4.6.3.3.1 Généralités

Les dispositions de 4.6.3.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.3.3.2 Ouvertures dans le dessus et la paroi latérale des enveloppes contre le feu

Les dispositions de 4.6.3.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.3.3.3 Ouvertures dans le fond d'une enveloppe contre le feu

Remplacement:

Le fond d'une enveloppe contre le feu ou les barrières individuelles doivent assurer la protection contre l'émission de flamme ou de métal fondu sous toutes les parties internes, y compris les composants ou les ensembles partiellement enfermés, situés dans un circuit représentant un danger d'incendie.

L'emplacement et la dimension du fond ou de la barrière doivent couvrir la surface D de la Figure 6 de l'IEC 62477-1:2012 et doivent être soit horizontaux, soit comporter des lèvres ou autres façonnages pour assurer une protection équivalente. La surface ne doit pas comporter d'ouvertures, sauf pour la surface protégée par une chicane, un écran ou un moyen analogue de façon qu'il soit peu probable que du métal fondu et des matériaux brûlants tombent à l'extérieur de l'enveloppe contre le feu.

Les dispositions de la Figure 6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Les constructions suivantes sont considérées comme satisfaisant aux exigences sans essai:

- a) aucune ouverture dans le fond d'une **enveloppe contre le feu**;
- b) ouvertures de toutes dimensions dans le fond sous une barrière interne, un écran interne ou un autre dispositif qui lui-même satisfait aux exigences pour les **enveloppes contre le feu**;
- c) construction avec une plaque-écran comme représentée à la Figure 7;
- d) sous des composants ou des pièces satisfaisant aux exigences relatives aux matériaux de classe V-1 ou aux matériaux plastiques cellulaires de la classe HF-1 ou sous des composants satisfaisant à l'essai au brûleur-aiguille de l'IEC 60695-11-5 avec application d'une flamme pendant 30 s, les ouvertures dans le fond ne doivent pas dépasser 6 mm dans toutes les dimensions;
- e) les dimensions de la maille des ouvertures dans le fond ne dépassent pas une surface de 2 mm par 2 mm pour un fil métallique d'un diamètre d'au moins 0,45 mm;
- f) les ouvertures dans le fond métallique des enveloppes sont conformes au Tableau 34.

La conformité est vérifiée par examen ou par l'essai à l'huile chaude enflammée de 5.2.5.6, lorsque l'enveloppe contre le feu est de conception différente de celle décrite ci-dessus.

Les dispositions de l'IEC 62477-1:2012, Figure 7 s'appliquent.

Les dispositions de l'IEC 62477-1:2012, Tableau 13 s'appliquent.

4.6.3.3.4 Portes et couvercles dans les enveloppes contre le feu

Les dispositions de 4.6.3.3.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.6.4 Limites de températures

4.6.4.1 Parties internes

Les dispositions de 4.6.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.6.4.1.100 Température maximale des parties internes

La température maximale des parties internes en fonctionnement normal ne doit pas dépasser 300 °C.

NOTE Même si la valeur indiquée en 4.6.4.1 est différente.

4.6.4.2 Parties accessibles

Les dispositions de 4.6.4.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE Voir 4.6.4.2.100 pour des considérations spécifiques de la part du comité de produits.

Addition:

4.6.4.2.100 Limite maximale de température pour les parties accessibles

Les températures ne doivent pas dépasser 150 °C pour les parties accessibles en bois et 100 °C pour tous les autres matériaux.

Les températures supérieures aux valeurs indiquées dans le Tableau 15 sont admises jusqu'à la limite maximale de 100 °C, si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- présence d'une zone sur la surface externe du matériel dont aucune dimension n'est supérieure à 50 mm et non susceptible d'être touchée en usage normal; ou
- présence de surfaces accessibles du matériel nécessitant de la chaleur pour la fonction prévue (par exemple, matériel qui contient une plastifieuse, tête d'impression thermique, élément chauffant du coronaire, etc.) et qui ne sont pas susceptibles d'être touchées en usage normal; ou
- présence de dissipateurs thermiques et parties métalliques couvrant directement les dissipateurs thermiques, sauf ceux placés sur des surfaces comportant des interrupteurs ou des commandes manipulés en usage normal.

Pour ces zones et parties, des instructions et le marquage d'avertissement pour surfaces brûlantes de l'IEC 60417-5041 (voir l'Annexe C) doivent être fournis.

4.6.5 Sources à puissance limitée

Les dispositions de 4.6.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.7 Protection contre les dangers mécaniques

4.7.1 Généralités

Les dispositions de 4.7.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.7.2 Exigences spécifiques pour la SMPS refroidie par liquide

Les dispositions de 4.7.2 de l'IEC 62477-1:2012 et de ses paragraphes s'appliquent.

4.8 Matériels à plusieurs sources d'alimentation

Les dispositions de 4.8 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.9 Protection contre les contraintes environnementales

Les dispositions de 4.9 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.10 Protection contre les dangers dus à la pression acoustique

Les dispositions de 4.10 de l'IEC 62477-1:2012 et de ses paragraphes s'appliquent.

4.11 Câblage et raccordements

4.11.1 Généralités

Les dispositions de 4.11.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.2 Cheminement

Les dispositions de 4.11.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.3 Codage couleur

Les dispositions de 4.11.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.4 Épissures et raccordements

Les dispositions de 4.11.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.5 Connexions accessibles

Les dispositions de 4.11.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.6 Interconnexions entre les parties d'une SMPS

Les dispositions de 4.11.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.7 Raccordement de l'alimentation

Les dispositions de 4.11.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.11.7.100 Raccordement par câble d'alimentation réseau

Les câbles d'**alimentation réseau** doivent être conformes à 7.9.

Les configurations de **matériel enfichable de type A** ne doivent être utilisées que si les **courants de contact** sont dans les limites indiquées en 4.4.5.102.

4.11.8 Bornes de connexion

4.11.8.1 Exigences de construction

Les dispositions de 4.11.8.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.11.8.2 Capacité de raccordement

Les dispositions de 4.11.8.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

4.11.8.2.100 Bornes pour conducteurs externes

Les bornes doivent être telles que les conducteurs externes puissent être raccordés par un moyen (vis, connecteurs, etc.) assurant le maintien de la pression de contact nécessaire correspondant à la valeur assignée du courant et à la résistance aux courts-circuits de l'appareil et du circuit.

Les bornes doivent pouvoir accueillir les conducteurs en cuivre de la plus petite à la plus grande section correspondant au courant assigné approprié (voir l'Annexe AB), sauf si la documentation d'accompagnement du fabricant permet d'utiliser d'autres configurations (matériau, type, dimensions et méthodes de connexion, par exemple).

4.11.8.3 Connexion

Les dispositions de 4.11.8.3 de l'IEC 62477-1:2012 et de ses paragraphes s'appliquent.

4.11.8.4 Espace de courbure des câbles de 10 mm² et plus

Les dispositions de 4.11.8.4 de l'IEC 62477-1:2012 et de ses paragraphes s'appliquent.

4.12 Enveloppes

4.12.1 Généralités

Les dispositions de 4.12.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.12.2 Poignées et commandes manuelles

Les dispositions de 4.12.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.12.3 Métaux coulés

Les dispositions de 4.12.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.12.4 Tôle

Les dispositions de 4.12.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

4.12.5 Essai de stabilité pour enveloppe

Les dispositions de 4.12.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5 Exigences d'essai

Les dispositions de l'Article 5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent, à l'exception de ce qui suit.

5.1 Généralités

5.1.1 Objectifs et classification des essais

Les dispositions de 5.1.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.2 Sélection des échantillons pour les essais

Les dispositions de 5.1.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.3 Séquence d'essais

Les dispositions de 5.1.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.4 Conditions de mise à la terre

Les dispositions de 5.1.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.5 Conditions générales d'essai

5.1.5.1 Application des essais

Les dispositions de 5.1.5.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.5.2 Échantillons d'essai

Les dispositions de 5.1.5.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.5.3 Paramètres de fonctionnement pour les essais

Les dispositions de 5.1.5.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

5.1.5.3.100 Conditions d'essai normalisées

La **SMPS** doit être soumise à l'essai au moins pour les conditions suivantes:

a) utilisation en intérieur;

- b) altitude jusqu'à 2 000 m;
- c) température ambiante comprise entre 5 °C et 30 °C;
- d) humidité relative maximale: entre 10 % et 75 % sans condensation;
- e) fluctuations de la tension du **réseau d'alimentation** comme indiqué en 5.1.5.3.101;
- f) présence de surtensions transitoires de catégorie II sur le **réseau d'alimentation**;
- g) degré de pollution 2.

Des spécifications renforcées peuvent être utilisées en fonction des déclarations des fabricants.

5.1.5.3.101 Tension d'alimentation

Sauf spécification contraire pour un essai, lors de la détermination de la tension d'alimentation la plus défavorable pour un essai, les variables suivantes doivent être prises en considération:

- les multiples tensions assignées;
- les extrêmes des plages de tensions assignées; et
- la tolérance sur la tension assignée telle que déclarée par le fabricant.

À moins que le fabricant ne déclare une tolérance plus large, la tolérance minimale doit être comprise entre +10 % et –10 % pour le **réseau d'alimentation en courant alternatif** et entre +20 % et –15 % pour le **réseau d'alimentation en courant continu**. Le matériel dont le fabricant a limité le raccordement à un système d'alimentation conditionné (une ASI, par exemple) peut faire l'objet d'une tolérance plus étroite si le matériel est également accompagné d'instructions spécifiant ce type de restriction.

5.1.5.3.102 Instruments de mesure électriques

Les instruments de mesure électriques doivent avoir une largeur de bande appropriée pour fournir des relevés de lecture exacts, tenant compte de toutes les composantes (courant continu, fréquence du réseau, fréquence élevée et résidu harmonique) du paramètre mesuré.

Si la valeur efficace est mesurée, les instruments de mesure doivent donner des relevés de lecture de valeur efficace vrais des formes d'onde non sinusoïdales et sinusoïdales.

Les mesurages sont réalisés avec un instrument de mesure dont l'impédance d'entrée a une influence négligeable sur le mesurage.

5.1.6 Conformité

Les dispositions de 5.1.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.1.7 Vue d'ensemble des essais

Remplacement:

Le Tableau 22 donne une vue d'ensemble des *essais de type*, des *essais individuels de série* et des *essais sur prélèvement* des composants électroniques, du matériel et de la **SMPS**.

Tableau 22 – Vue d'ensemble des essais

Essai	De type	Individuel de série	Sur prélèvement	Exigence(s)	Spécification
Inspection visuelle	X	X	X		5.2.1
Essais mécaniques					5.2.2
Essai de distances d'isolement dans l'air et de lignes de fuite	X			4.4.7.1, 4.4.7.5	5.2.2.1
Essais de non-accessibilité	X			4.4.3.3, 4.5.1.1, 4.6.3.3.2	5.2.2.2
Essai d'intégrité de l'enveloppe (Classification IP)	X			4.12.1	5.2.2.3
Essai d'intégrité de l'enveloppe	X			4.12.1	5.2.2.4
Essai de déformation	X			4.12.1	5.2.2.4.2
Essai de force constante, 30 N	X			4.12.1	5.2.2.4.2.2
Essai de force constante, 250 N	X			4.12.1	5.2.2.4.2.3
Essai de choc	X			4.12.1	5.2.2.4.3
Essai de chute	X			4.12.1	5.2.2.4.4
Essai de relâchement des contraintes	X			4.12.1	5.2.2.4.5
Essai de stabilité	X			4.12.1	5.2.2.5
Essai de matériels fixés au mur ou au plafond	X			4.12.1	5.2.2.6
Essai de fixation des poignées et commandes manuelles	X			4.12.1	5.2.2.7
Essais électriques				4.4.7.10	5.2.3
Essai de tension de choc	X		X	4.4.3.2, 4.4.5.4, 4.4.7.1, 4.4.7.8.3, 4.4.7.10.1, 4.4.7.10.2	5.2.3.2
Essai de tension alternative ou continue	X	X		4.4.3.2, 4.4.5.4, 4.4.7.1, 4.4.7.8.4.2, 4.4.7.10.1, 4.4.7.10.2,	5.2.3.4
Essai de décharge partielle	X		X	4.4.7.1, 4.4.7.8.3, 4.4.7.10.2	5.2.3.5
Essai d'impédance de protection	X	X		4.4.5.4	5.2.3.6
Essai de mesure du courant de contact	X			4.4.5.102	5.2.3.7
Circuits avec limitation de courant	X			4.4.5.102, 4.4.5.103	5.2.3.7.100
Essai de décharge de condensateurs	X			4.4.9, 4.4.5.103	5.2.3.8, 5.2.3.8.100
Essai de source de puissance limitée	X			4.5.1.2, 4.6.5	5.2.3.9
Essai d'échauffement	X			4.6.4	5.2.3.10
Essai de liaison équipotentielle de protection	X	X		4.4.4.2.2	5.2.3.11
Essai de tenue au court-circuit de la liaison équipotentielle de protection	X		X	5.2.3.11.3	5.2.4.3

Essai	De type	Individuel de série	Sur prélèvement	Exigence(s)	Spécification
Essai à l'entrée du circuit	X			6.2.100	5.2.3.100
Détermination de la tension de service	X			4.4.2.2.3	5.2.3.101
Procédure d'essai normalisée pour un matériau en couches minces séparables	X			4.4.7.8.3.100	5.2.3.102
Procédure d'essai normalisée pour un matériau en couches minces non séparables	X		X	4.4.7.8.3.101	5.2.3.103
Essai du mandrin	X		X	4.4.7.8.3.101	5.2.3.104
Fils de bobinage isolés destinés à une utilisation sans isolation intercouche	X	X	X	4.4.7.8.5.100	5.2.3.105
Essais de fonctionnement anormal				4.2	5.2.4
Réglage du sélecteur de tension	X			4.2	5.2.4.1.100.2
Essai de polarité	X			4.2	5.2.4.1.100.3
Essai de court-circuit en sortie	X			4.3	5.2.4.4
Essai de surcharge en sortie	X			4.3	5.2.4.5
Essai de défaillance des composants	X			4.2	5.2.4.6
Essai de court-circuit des cartes de circuit imprimé	X			4.4.7.7	5.2.4.7
Essai de perte de phase	X			4.2	5.2.4.8
Essais de défaillance du système de refroidissement	X			4.2, 4.7.2.3.6	5.2.4.9
Essai de ventilateur inopérant	X			4.2	5.2.4.9.2
Essai de filtre colmaté	X			4.2	5.2.4.9.3
Essai de perte du liquide de refroidissement	X			4.7.2.3.6	5.2.4.9.4
Surcharge du transformateur	X			7.6	5.2.4.100
Couverture des ouvertures de ventilation	X			4.2	5.2.4.101
Essai de fusible (fusible de courant alternatif dans une application en courant continu)	X			5.2.4.2 i)	5.2.4.2 i)
Essais de matériaux					5.2.5
Essai d'allumage d'un arc à forte intensité	X			4.4.7.8.2	5.2.5.2
Essai au fil incandescent	X			4.4.7.8.2	5.2.5.3
Essai d'allumage avec fil chaud	X			4.4.7.8.2	5.2.5.4
Essai d'inflammabilité	X			4.6.3	5.2.5.5

Essai	De type	Individuel de série	Sur prélèvement	Exigence(s)	Spécification
Essai à l'huile chaude enflammée	X			4.6.3.3.3	5.2.5.6
Essai des joints scellés	X			4.4.7.9	5.2.5.7
Essais environnementaux	X			4.9	5.2.6
Essais de chaleur sèche	X			4.9	5.2.6.3.1
Essai de chaleur humide	X			4.9	5.2.6.3.2
Essais de vibration	X			4.9	5.2.6.4
Essai au brouillard salin	X			4.9	5.2.6.5
Essai aux poussières et sable	X			4.9	5.2.6.6
Essai de pression hydrostatique	X	X		4.7.2.3.3	5.2.7

5.2 Spécifications des essais

5.2.1 Inspections visuelles (essai de type, essai sur prélèvement et essai individuel de série)

Les dispositions de 5.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2 Essais mécaniques

5.2.2.1 Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite (essai de type)

Remplacement:

La conformité des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite aux dispositions de 4.4.7.4 et 4.4.7.5 doit être vérifiée par mesurage ou inspection visuelle. Voir l'Annexe D pour des exemples de mesurages.

5.2.2.2 Essai de non-accessibilité (essai de type)

Les dispositions de 5.2.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.3 Essai d'intégrité de l'enveloppe (Classification IP) (essai de type)

Les dispositions de 5.2.2.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.4 Essai d'intégrité de l'enveloppe (essai de type)

5.2.2.4.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.2.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.4.2 Essai de déformation (essai de type)

5.2.2.4.2.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.2.4.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.4.2.2 Essai de force constante, 30 N

Les dispositions de 5.2.2.4.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.4.2.3 Essai de force constante, 250 N

Les dispositions de 5.2.2.4.2.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.4.3 Essai de choc (essai de type)

Les dispositions de 5.2.2.4.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.4.4 Essai de chute

Les dispositions de 5.2.2.4.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

5.2.2.4.4.100 Surface d'essai de chute

Une plaque de bois dur de 50 mm d'épaisseur, d'une densité de plus de 700 kg/m³ et posée à plat sur une base rigide (du béton, par exemple) est considérée comme étant suffisamment rigide pour l'essai de chute.

5.2.2.4.5 Essai de relâchement des contraintes

Les dispositions de 5.2.2.4.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.5 Essai de stabilité

Les dispositions de 5.2.2.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.6 Essai de matériels fixés au mur ou au plafond

Les dispositions de 5.2.2.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.2.7 Essai de fixation des poignées et commandes manuelles

Les dispositions de 5.2.2.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3 Essais électriques

5.2.3.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.2 Essai de tension de choc (essai de type et essai sur prélèvement)

Les dispositions de 5.2.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.3 Variante à l'essai de tension de choc (essai de type et essai sur prélèvement)

Les dispositions de 5.2.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.4 Essai de tension en courant alternatif ou en courant continu (essai de type et essai individuel de série)

5.2.3.4.1 But de l'essai

Remplacement:

L'essai est utilisé pour vérifier que l'isolation solide des composants et des **SMPS** assemblées présente une rigidité diélectrique appropriée permettant de résister aux conditions de surtension temporaire.

5.2.3.4.2 Valeur et type de la tension d'essai

Les dispositions de 5.2.3.4.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.4.3 Exécution de l'essai de tension

Remplacement:

L'essai doit être réalisé comme suit, selon la Figure 10:

- a) Essai (1) entre la partie conductrice accessible (reliée à la terre) et chaque circuit de manière séquentielle (excepté les circuits **CTD As**). La tension d'essai est conforme au Tableau 26 ou au Tableau 27, colonne 2, et correspond à la tension du circuit concerné soumis à l'essai.

Essai (2) entre la surface accessible (non conductrice ou conductrice, mais non reliée à la terre) et chaque circuit de manière séquentielle (excepté les circuits **CTD As**). La tension d'essai est conforme au Tableau 26 ou au Tableau 27, colonne 3 (pour l'essai de type) ou colonne 2 (pour l'essai individuel de série), et correspond à la tension du circuit concerné soumis à l'essai.

- b) Essai entre chaque circuit concerné de manière séquentielle et les autres circuits adjacents raccordés ensemble. La tension d'essai est conforme au Tableau 26 ou au Tableau 27, colonne 2, et correspond à la tension du circuit concerné soumis à l'essai.

- c) Essai entre un circuit de **CTD As** et chaque **circuit adjacent** de manière séquentielle. La tension d'essai est conforme au Tableau 26 ou au Tableau 27, colonne 3 (pour les **essais de type**) ou colonne 2 (pour les **essais individuels de série**) et correspond au circuit ayant la plus forte tension. Le circuit adjacent ou le circuit de **CTD As** peut être relié à la terre pour cet essai.

Les circuits de **CTD As** et les circuits de **CTD C** étant généralement séparés du châssis (terre) par l'**isolation principale**, il est généralement impossible de soumettre à l'essai la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** séparant les circuits basse tension des circuits haute tension dans une **SMPS** entièrement assemblée sans surcharger l'**isolation principale**. De ce fait, il peut être nécessaire de démonter la **SMPS** ou il peut ne pas être possible d'effectuer des essais de type sur l'isolation de protection à des tensions conformes à la colonne 3 du Tableau 26 ou du Tableau 27. Dans ces cas, l'essai de type de l'isolation utilisée pour la séparation de protection doit être effectué à des tensions conformes à la colonne 2 du tableau approprié.

En ce qui concerne la Figure 10, voir la Figure 10 de l'IEC 62477-1:2012.

Les essais doivent être effectués avec les portes de l'enveloppe fermées.

Lorsque le circuit est connecté électriquement aux parties conductrices accessibles, l'essai de tension n'est pas pertinent et peut être omis.

Pour créer un circuit continu pour la tension d'essai sur la **SMPS**, les bornes, les contacts ouverts de commutateurs et les dispositifs à semiconducteurs, etc. doivent être pontés si nécessaire. Avant de procéder à l'essai, les dispositifs à semiconducteurs et autres composants vulnérables à l'intérieur d'un circuit peuvent être déconnectés et/ou leurs bornes peuvent être pontées pour éviter de les endommager pendant l'essai.

Dans tous les cas réalisables, il convient que les composants individuels formant partie intégrante de l'**isolation** soumise à l'essai (les condensateurs de suppression d'interférences, par exemple) ne soient pas déconnectés ou pontés avant l'essai. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser la tension d'essai en courant continu selon 5.2.3.4.2.

Lorsque la **SMPS** est couverte en totalité ou en partie par une surface accessible non conductrice, une feuille conductrice, à laquelle est appliquée la tension d'essai, doit être enroulée autour de cette surface d'essai. Dans ce cas, l'essai d'**isolation** entre un circuit et une surface accessible non conductrice peut être effectué comme essai sur prélèvement en lieu et place d'un essai individuel de série.

L'essai individuel de série de la **SMPS** assemblée n'est pas exigé si

- l'essai individuel de série pour tous les sous-ensembles liés au système d'isolation de la SMPS est réalisé, et
- il peut être démontré que l'assemblage final ne compromet pas le système d'isolation, et
- les essais de type de toute la **SMPS** assemblée ont été effectués avec succès.

Les **impédances de protection** selon 4.4.5.4 doivent être incluses dans les essais ou la connexion à la partie séparée et protégée du circuit doit être ouverte avant de procéder aux essais. Dans ce dernier cas, la connexion doit être rétablie à l'issue de l'essai de tension avec la plus grande prudence, afin d'éviter tout endommagement de l'**isolation**. Les écrans de protection selon 4.4.4.7 doivent rester reliés aux parties conductrices accessibles pendant l'essai de tension.

5.2.3.4.4 Durée de l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu

Les dispositions de 5.2.3.4.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.4.5 Vérification de l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu

Les dispositions de 5.2.3.4.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.5 Essai de décharge partielle (essai de type, essai sur prélèvement)

Les dispositions de 5.2.3.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.6 Essai d'impédance de protection (essai de type et essai individuel de série)

Les dispositions de 5.2.3.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.7 Essai de mesure du courant de contact (essai de type)

Remplacement:

Le **courant de contact** doit être mesuré pour déterminer si des mesures de protection ne sont pas nécessaires (voir 4.4.4.3.3). L'essai doit être réalisé à la tension d'alimentation la plus défavorable (voir 5.1.5.3.101). La **SMPS** doit être isolée sans aucune connexion à la terre. Dans ces conditions, le **courant de contact** doit être mesuré entre le dispositif de raccordement du **conducteur de mise à la terre de protection** et le **conducteur de mise à la terre de protection** lui-même.

- Pour une **SMPS** à relier à un réseau à neutre à la terre, le neutre du réseau du site d'essai doit être directement relié au **conducteur de mise à la terre de protection**.
- Pour une **SMPS** à relier à un système isolé ou à un système à impédance, le neutre doit être relié par une résistance de 1 kΩ au **conducteur de mise à la terre de protection** qui doit être relié à chaque phase d'entrée tour à tour. La valeur la plus élevée est considérée comme le résultat définitif.
- Pour une **SMPS** à relier à un système avec une phase mise à la terre, le **conducteur de mise à la terre de protection** doit être relié à chaque phase d'entrée tour à tour. La valeur la plus élevée est considérée comme le résultat définitif.

- Pour une **SMPS** avec un système de mise à la terre spécifique, ce système doit fonctionner comme cela a été prévu pendant l'essai.
- Si une **SMPS** est destinée à être connectée à plusieurs systèmes, chacun de ces systèmes différents (ou le cas le plus défavorable, si cela peut être déterminé) doit être utilisé pour mesurer le **courant de contact**.

Pour les formes d'ondes non sinusoïdales, les valeurs de crête s'appliquent et le courant est mesuré à l'aide du réseau de mesure spécifié à la Figure 4 de l'IEC 60990:1999 pour des courants inférieurs ou égaux à 2 mA, ou à la Figure 5 de l'IEC 60990:1999 pour des courants supérieurs.

Pour les formes d'ondes sinusoïdales et le courant continu, les valeurs efficaces s'appliquent, et le courant peut être mesuré à l'aide d'une résistance de $2\,000\ \Omega \pm 10\%$.

Il s'agit d'un **essai de type**.

Addition:

5.2.3.7.100 Circuits avec limitation de courant

Pour qualifier des circuits avec limitation de courant, les conditions suivantes doivent être prises en considération et satisfaites:

- a) le circuit doit satisfaire aux exigences de 4.4.5.101 ou de 4.4.5.103 en condition à vide ou de circuit ouvert, et
- b) le circuit doit satisfaire aux exigences de 4.4.5.102 pendant la condition de charge, lorsqu'il est mesuré à l'aide du réseau de mesure;
- c) les exigences de a) et de b) doivent être satisfaites en fonctionnement normal, en fonctionnement de défaut et en fonctionnement anormal.

5.2.3.8 Essai de décharge de condensateurs (essai de type)

Les dispositions de 5.2.3.8 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

5.2.3.8.100 Conditions d'essai de décharge de condensateurs

L'essai de décharge doit être réalisé à la tension d'entrée maximale, y compris la tolérance, et à la condition de charge la plus défavorable, qui est généralement la condition à vide. Si une résistance est fournie pour satisfaire aux exigences de 4.4.5.103, un dispositif de protection contre les surintensités, s'il est fourni, ne doit pas être relié entre le condensateur et la résistance.

5.2.3.9 Essai de source de puissance limitée (essai de type)

Les dispositions de 5.2.3.9 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.10 Essai d'échauffement (essai de type)

Les dispositions de 5.2.3.10 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.11 Essais de la liaison équipotentielle de protection (essai de type et essai individuel de série)

5.2.3.11.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.3.11.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.11.2 Essai d'impédance de la liaison équipotentielle de protection

5.2.3.11.2.1 Conditions d'essai

Les dispositions de 5.2.3.11.2.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.11.2.2 Courant d'essai, durée de l'essai et critères d'acceptation

Les dispositions de 5.2.3.11.2.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.11.3 Essai de tenue au court-circuit de la liaison équipotentielle de protection (essai de type)

Les dispositions de 5.2.3.11.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.3.11.4 Essai de continuité de la liaison équipotentielle de protection (essai individuel de série)

Les dispositions de 5.2.3.11.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

5.2.3.100 Essai d'entrée (essai de type)

Afin de déterminer le courant d'entrée ou la puissance d'entrée, les variables suivantes doivent être prises en considération:

- les charges dues aux différentes configurations possibles, offertes ou fournies par le fabricant et à intégrer dans ou avec l'EUT;
- les charges dues à d'autres unités du matériel dont le fabricant estime qu'elles consomment la puissance de l'EUT;
- les charges qui peuvent être connectées à une prise de courant normalisée sur le matériel **accessible** à un **opérateur**, jusqu'à la valeur spécifiée par le fabricant.

Les charges artificielles peuvent être utilisées pour simuler de telles charges lors de l'essai.

Dans chacun des cas, les valeurs sont relevées lors de la stabilisation du courant d'entrée ou de la puissance d'entrée. Si le courant ou la puissance varie pendant le cycle de fonctionnement normal, le courant ou la puissance en régime établi est considéré(e) comme l'indication moyenne de la valeur, relevée sur un ampèremètre ou wattmètre en valeur efficace, pendant une période représentative.

Le courant d'entrée ou la puissance d'entrée mesuré(e) dans les **conditions normales de fonctionnement**, mais à la **tension assignée** ou à chaque extrémité de chaque **plage de tensions assignées**, ne doit pas dépasser le **courant assigné** ou la **puissance assignée** de plus de 10 %.

La conformité est vérifiée en mesurant le courant d'entrée ou la puissance d'entrée du matériel dans les conditions suivantes:

- lorsqu'un matériel présente plusieurs **tensions assignées**, le courant d'entrée ou la puissance d'entrée est mesuré(e) à chaque **tension assignée**;
- lorsque le matériel présente une ou plusieurs **plages de tensions assignées**, le courant d'entrée ou la puissance d'entrée est mesuré(e) à chaque extrémité de chaque **plage de tensions assignées**
 - lorsqu'une seule valeur du **courant assigné** ou de la **puissance assignée** est marquée, elle est comparée à la valeur la plus élevée du courant d'entrée ou de la puissance d'entrée mesuré(e) dans la **plage de tensions assignées** correspondante,

- lorsque deux valeurs de **courant assigné** ou de **puissance assignée** sont marquées, séparées par un trait d'union, elles sont comparées aux deux valeurs mesurées dans la **plage de tensions assignées** correspondante.

5.2.3.101 Détermination de la tension de service (essai de type)

5.2.3.101.1 Généralités

Pour déterminer les **tensions de service**, toutes les exigences suivantes s'appliquent:

- a) les parties conductrices accessibles non mises à la terre sont considérées par hypothèse comme mises à la terre;
- b) si un enroulement de transformateur ou une autre partie n'est pas connecté(e) à un circuit qui établit son potentiel par rapport à la terre, l'enroulement ou l'autre partie est considéré(e) par hypothèse comme relié(e) à la terre au point où la **tension de service** la plus élevée est obtenue;
- c) pour une isolation entre deux enroulements de transformateur, la tension la plus élevée entre deux points dans les deux enroulements est la **tension de service**, en tenant compte des tensions auxquelles les enroulements primaires sont connectés;
- d) pour l'isolation entre un enroulement de transformateur et une autre partie, la tension la plus élevée entre un point sur l'enroulement et l'autre partie est la **tension de service**;
- e) si une **double isolation** est utilisée, la **tension de service** appliquée à l'**isolation principale** est déterminée en imaginant l'**isolation supplémentaire** en court-circuit, et inversement. Pour une **double isolation** entre des enroulements de transformateur, le court-circuit est considéré par hypothèse avoir lieu au point où la **tension de service** la plus élevée est produite dans l'autre isolation;
- f) si la **tension de service** est déterminée par mesurage, la puissance d'entrée fournie au matériel doit être la tension assignée ou la tension dans la plage de tensions assignées qui produit la valeur mesurée la plus élevée;
- g) la **tension de service** entre
 - tous les points dans le circuit alimentés par le réseau d'alimentation et toutes les parties connectées à la terre; et
 - tous les points dans le circuit alimentés par le réseau d'alimentation et tous les points dans un circuit isolé du réseau d'alimentation,doit être considérée par hypothèse comme supérieure aux valeurs suivantes:
 - la tension assignée ou la tension supérieure de la plage de tensions assignées; et
 - la **tension de service** mesurée;

5.2.3.101.2 Tension de service efficace

Pour déterminer la **tension de service** efficace, les conditions de courte durée et les transitoires non répétitifs (en raison de perturbations atmosphériques, par exemple) ne sont pas pris en considération.

NOTE Les lignes de fuite sont déterminées à partir des tensions de service efficaces.

5.2.3.101.3 Valeur de crête de la tension de service

Pour la valeur de crête de la **tension de service** utilisée pour déterminer la tension de tenue aux chocs exigée pour des distances d'isolement dans l'air minimales et des tensions d'essai pour la rigidité diélectrique:

- lors de la détermination de la valeur de crête de la **tension de service** entre des circuits connectés au réseau d'alimentation et des circuits isolés du réseau d'alimentation, la tension d'un circuit de **CTD As**, d'un circuit de **CTD B** ou de circuits externes doit être considérée comme étant nulle;

- lors de la détermination de la valeur de crête de la **tension de service** pour un circuit externe qui ne présente pas de transitoires, la valeur de crête de la **tension de service** de signaux répétitifs doit être prise en considération;
- les transitoires non répétitifs (dus aux perturbations atmosphériques, par exemple) ne doivent pas être pris en considération.

5.2.3.102 Procédure d'essai normalisée pour un matériau en couches minces séparables (essai de type)

Une couche de matériau est placée dans un appareil d'essai de rigidité diélectrique (voir la Figure 100) et la tension d'essai est appliquée. Il doit être vérifié que la feuille dépasse suffisamment les bords des tiges d'essai verticales afin d'éviter un claquage électrique autour de la feuille.

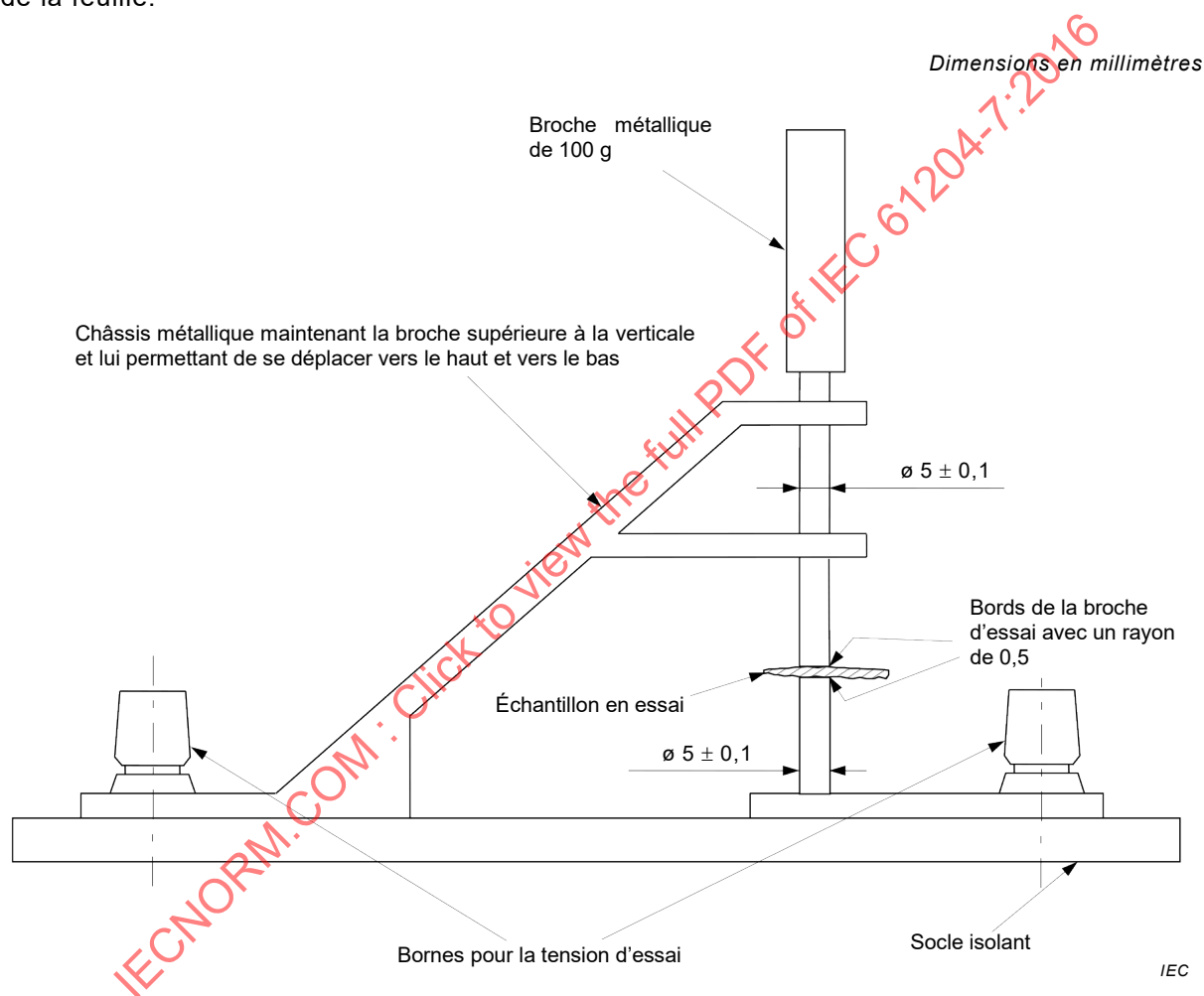


Figure 100 – Appareil d'essai de rigidité diélectrique

5.2.3.103 Procédure d'essai normalisée pour un matériau en couches minces non séparables (essai de type, essai sur prélèvement)

Pour les couches non séparables, les essais de rigidité diélectrique sont réalisés conformément à 4.4.7.10 à toutes les couches ensemble. La tension d'essai est:

- 200 % de U_{essai} si deux couches sont utilisées; ou
- 150 % de U_{essai} si trois couches ou plus sont utilisées,

où U_{essai} est la tension d'essai spécifiée en 4.4.7.10 pour l'isolation supplémentaire ou l'**isolation renforcée** selon le cas.

NOTE À moins que toutes les couches ne soient composées du même matériau et présentent la même épaisseur, il est possible que la tension d'essai soit inégalement répartie entre les couches, provoquant le claquage d'une couche qui aurait satisfait à l'essai séparément.

5.2.3.104 Essai du mandrin (essai de type, essai sur prélèvement)

Les exigences d'essai pour l'**isolation renforcée** composée de trois couches minces isolantes ou plus de matériau qui ne sont pas séparables sont spécifiées ci-dessous.

NOTE L'essai est fondé sur l'IEC 61558-1 et donne les mêmes résultats.

Trois échantillons d'essai, chaque échantillon individuel étant composé de trois couches ou plus de matériau en couches minces non séparables formant l'**isolation renforcée**, sont utilisés. Un échantillon est fixé au mandrin du dispositif d'essai (Figure 101). La fixation doit être assurée comme indiqué à la Figure 102.

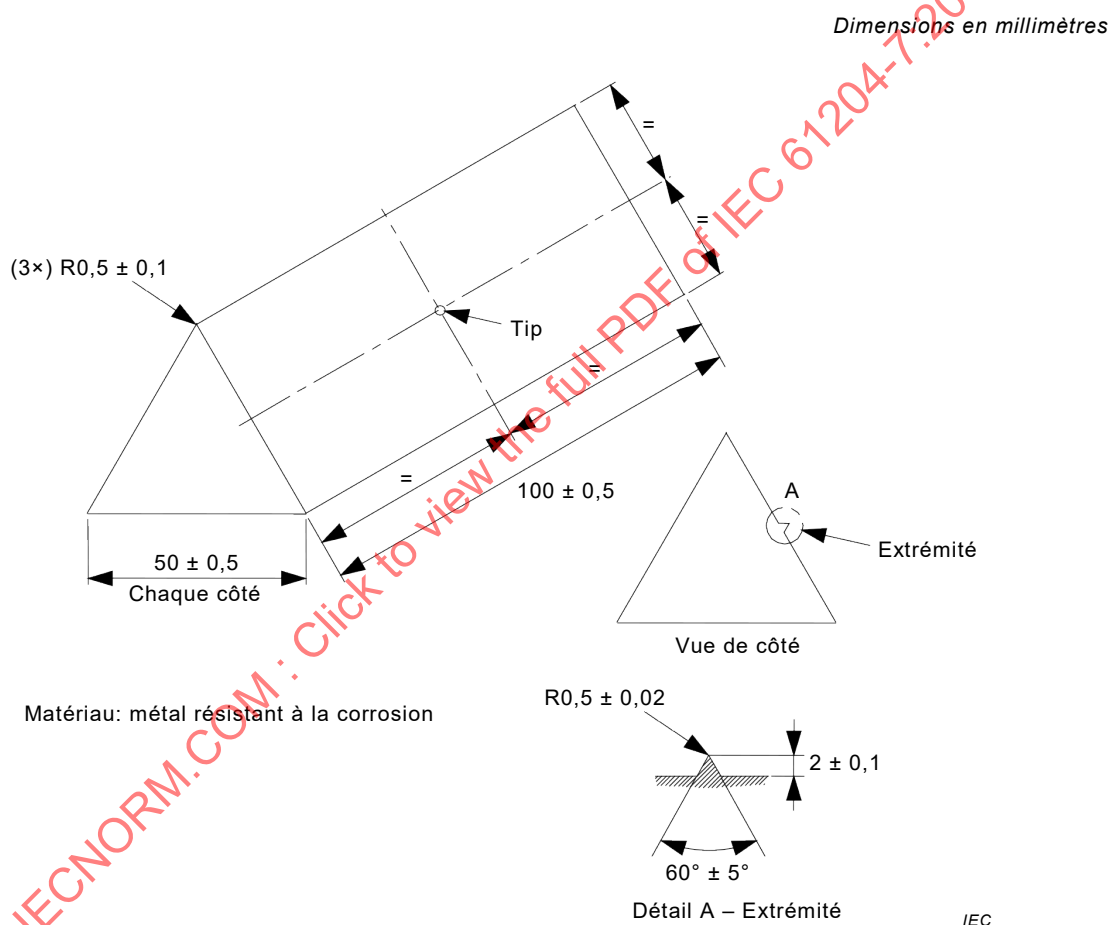
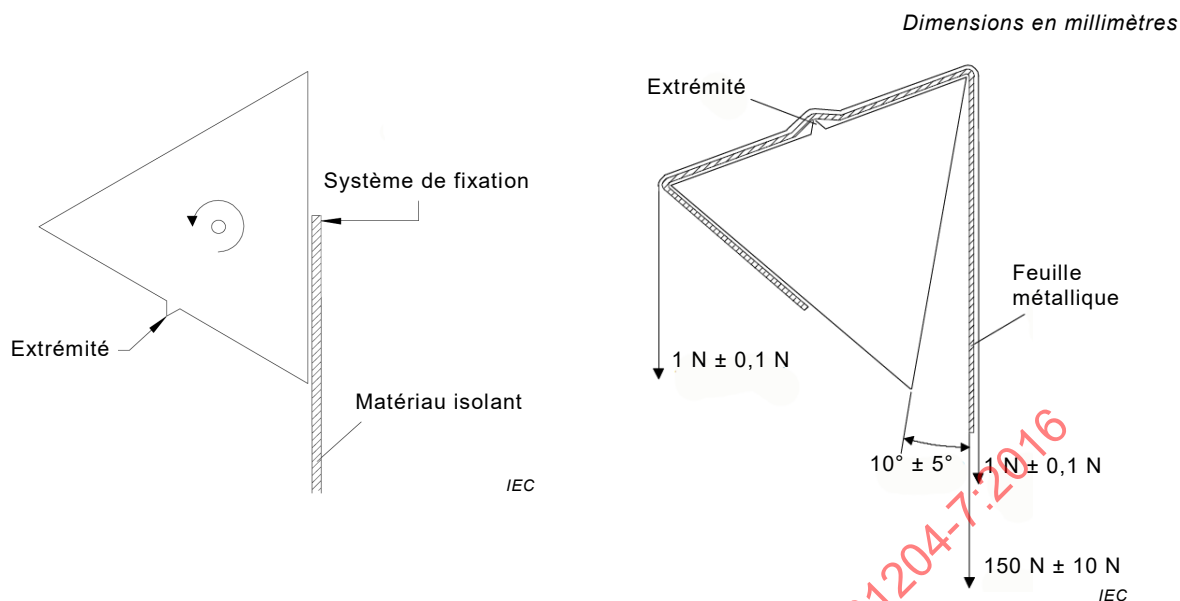


Figure 101 – Mandrin



La position finale du mandrin subit une rotation de $(230 \pm 5)^\circ$ par rapport à la position initiale

Figure 102 – Position initiale du mandrin

Figure 103 – Position finale du mandrin

Une traction est appliquée à l'extrémité libre de l'échantillon, à l'aide d'un dispositif de serrage approprié. Le mandrin subit une rotation:

- de la position initiale (Figure 102) à la position finale (Figure 103) et inversement;
- une deuxième fois de la position initiale à la position finale.

Si, au cours de la rotation, un échantillon se casse au point de fixation au mandrin ou au dispositif de serrage, cette rupture ne constitue pas une défaillance. Si un échantillon se casse à tout autre endroit, l'essai a échoué.

Après l'essai décrit ci-dessus, une feuille métallique de $(0,035 \pm 0,005)$ mm d'épaisseur et d'au moins 200 mm de long est placée le long de la surface de l'échantillon, retombant de chaque côté du mandrin (voir Figure 103). La surface de la feuille en contact avec l'échantillon doit être conductrice, non oxydée ou autrement isolée. La feuille est positionnée de sorte que ses bords ne se trouvent pas à moins de 20 mm des bords de l'échantillon (voir Figure 104). La feuille est ensuite resserrée par deux poids égaux, un à chaque extrémité, en utilisant des dispositifs de serrage appropriés.

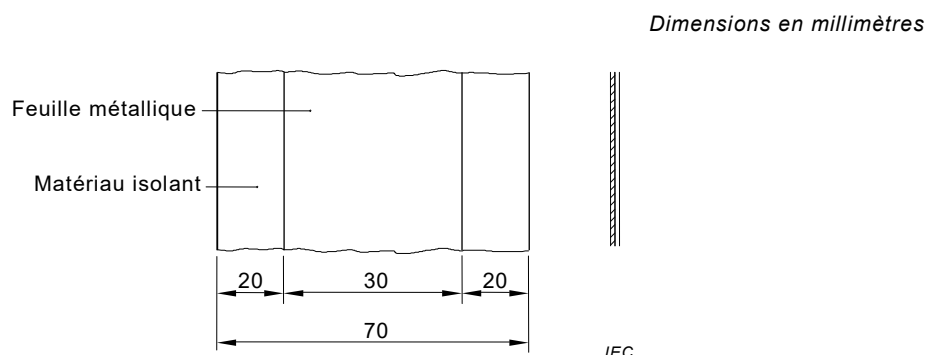


Figure 104 – Position de la feuille métallique sur le matériau isolant

Lorsque le mandrin est en position finale, et dans les 60 s qui suivent le positionnement final, des essais de rigidité diélectrique sont réalisés entre le mandrin et la feuille métallique conformément à 4.4.7.10. La tension d'essai est égale à 150 % de U_{essai} .

U_{essai} est la tension d'essai spécifiée en 4.4.7.10 pour l'**isolation renforcée**.

Lorsque la valeur de crête de la tension de 150 % de U_{essai} est inférieure à 7,1 kV, l'essai de tension de choc et de tension en courant alternatif ou continu doit être remplacé par un essai de tension en courant alternatif de 5 kV en valeur efficace.

L'essai est répété sur les deux autres échantillons.

5.2.3.105 Fils de bobinage isolés destinés à une utilisation sans isolation intercouche (essai de type, essai sur prélèvement)

Voir l'Annexe AA pour plus d'informations relatives à la procédure d'essai.

5.2.4 Essais de fonctionnement anormal et de défauts simulés

5.2.4.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

5.2.4.1.100 Considérations supplémentaires

5.2.4.1.100.1 Source d'énergie utilisée pour les essais

Les essais individuels dans le cadre du présent document définissent une source d'énergie spécifique.

En l'absence de définition d'une source d'énergie spécifique, l'échantillon doit être soumis à l'essai à une source représentative pour la puissance disponible dans l'application finale.

NOTE Une chute de tension limitée de 10 % et un courant disponible d'au moins 10 fois les caractéristiques assignées de la protection contre les surintensités pendant la charge peuvent constituer une source d'énergie adaptée, si aucune autre information de l'application finale n'est disponible.

5.2.4.1.100.2 Réglage du sélecteur de tension (essai de type)

Le matériel à alimenter par le **réseau** et équipé d'un dispositif de réglage de tension à régler par l'**opérateur** est soumis à l'essai avec le dispositif de réglage de la tension du **réseau** dans la position la plus défavorable.

5.2.4.1.100.3 Essai de polarité (essai de type)

Si une connexion n'est pas polarisée et qu'elle est accessible à un **opérateur**, l'influence éventuelle de la polarité doit être prise en considération pour l'essai.

5.2.4.2 Critères d'acceptation

Remplacement:

À l'issue des essais de fonctionnement anormal, la **SMPS** doit satisfaire aux conditions suivantes:

- a) il ne doit y avoir aucune émission de flamme, de particules incandescentes ou de métal fondu;
- b) l'indicateur en étamine ou en coton hydrophile ne doit pas s'être enflammé;
- c) la connexion de terre et la **liaison équipotentielle de protection** de la **SMPS** ne doivent pas être ouvertes;
- d) les portes et les capots ne doivent pas être ouverts;
- e) pendant et après l'essai, les circuits de **CTD As** et les parties conductrices accessibles ne doivent pas présenter des tensions supérieures aux tensions temporelles du Tableau 5, selon le cas, et doivent être séparés des **parties actives** à des tensions supérieures à la **CTD As** par au moins une **isolation principale**. La conformité doit être vérifiée par l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu de 5.2.3.4 pour l'**isolation principale**;
- f) pendant et après l'essai, les **parties actives** à des tensions supérieures à la **CTD As** ne doivent pas devenir accessibles;
- g) les courants du dispositif de protection contre les surintensités sont mesurés, s'il subsiste un doute que ce type de composant fonctionne hors de sa capacité d'interruption de courant maximale;
- h) si un défaut prend fin par l'ouverture d'un fusible, et si ce fusible ne fonctionne pas au bout de 1 s environ, le courant traversant le fusible dans la condition de défaut associée doit être mesuré. Une évaluation avec la durée de préarc/les caractéristiques du courant doit être effectuée pour déterminer si le courant de fonctionnement minimal du fusible est atteint ou dépassé, et pour déterminer le délai maximal avant l'ouverture du fusible. Le courant traversant le fusible peut varier en fonction du temps;
- i) il n'est pas admis que les fusibles brisent ou rompent leur boîtier. De petits trous dans les embouts de fusible sont acceptables, mais ces embouts ne doivent pas se desserrer lors des essais de fonctionnement anormal. Si des fusibles assignés pour le courant alternatif sont utilisés dans des circuits en courant continu, l'essai doit être répété 10 fois en utilisant l'alimentation en courant continu, et ils doivent satisfaire à l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu de 5.2.3.4 pour l'**isolation principale**;
- j) un condensateur électrolytique est autorisé à dégazer, si le dégazage ne provoque pas de danger pour la sécurité au sens du présent document;
- k) il n'est pas admis que les fils conducteurs et les pistes de circuits imprimés fassent office de fusibles. Si un fil ou une piste s'ouvre, il/elle doit être refermé(e) à l'endroit de la rupture et l'essai doit être répété. Ce processus doit être répété jusqu'à ce que l'essai atteigne une conclusion ultime.

Il n'est pas exigé que la **SMPS** fonctionne après les essais, et il est possible que l'**enveloppe** puisse se déformer. Il est admis qu'une protection contre les surintensités intégrée à la **SMPS**, ou dont l'utilisation est exigée avec la **SMPS**, s'ouvre.

5.2.4.3 Essai de tenue au court-circuit de la liaison équipotentielle de protection (essai de type)

5.2.4.3.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.4.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.3.2 Conditions d'essai

Les dispositions de 5.2.4.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.3.3 Méthode d'essai de court-circuit de la liaison équipotentielle de protection

Les dispositions de 5.2.4.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.3.4 Critères d'acceptation

Remplacement:

Les critères d'acceptation de 5.2.4.2 e) s'appliquent, et à l'issue de l'essai, les dispositifs de **liaison équipotentielle de protection** en essai ne doivent présenter aucun dommage. La conformité doit être vérifiée par examen, et le cas échéant, par l'essai de continuité de la **liaison équipotentielle de protection (essai individuel de série)** de 5.2.3.11.4.

5.2.4.4 Essai de court-circuit en sortie (essai de type)

5.2.4.4.1 Conditions de charge

Les dispositions de 5.2.4.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.4.2 Méthode d'essai de court-circuit

Les dispositions de 5.2.4.4.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.5 Essai de surcharge en sortie (essai de type)

Les dispositions de 5.2.4.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.6 Essai de défaillance de composants (essai de type)

5.2.4.6.1 Conditions de charge

Les dispositions de 5.2.4.6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.6.2 Application d'un court-circuit ou d'un circuit ouvert

Les dispositions de 5.2.4.6.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.6.3 Séquence des essais

Les dispositions de 5.2.4.6.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.7 Essai de court-circuit des cartes de circuit imprimé (essai de type)

Les dispositions de 5.2.4.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.8 Essai de perte de phase (essai de type)

Les dispositions de 5.2.4.8 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.9 Essais de défaillance du système de refroidissement (essais de type)

5.2.4.9.1 Généralités et critères d'acceptation

Les dispositions de 5.2.4.9.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.9.2 Essai de moteur de ventilateur inopérant

Les dispositions de 5.2.4.9.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.9.3 Essai de filtre colmaté

Les dispositions de 5.2.4.9.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.4.9.4 Essai de perte du liquide de refroidissement

Les dispositions de 5.2.4.9.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

5.2.4.100 Essais de surcharge du transformateur (essai de type)

NOTE Les exigences sont issues de l'IEC 62368-1.

5.2.4.100.1 Conditions d'essai

Si les essais sont effectués dans des conditions simulées sur le banc, ces conditions doivent comprendre un dispositif de protection pouvant protéger le transformateur dans le matériel complet.

Les transformateurs pour la **SMPS** sont soumis à l'essai dans toute l'unité. Les charges d'essai sont appliquées à la sortie de la **SMPS**.

Chacun des enroulements, isolés du réseau d'alimentation, d'un transformateur linéaire ou d'un transformateur à ferrorésonance est chargé tour à tour, les autres enroulements isolés du réseau d'alimentation étant chargés entre zéro et leur charge maximale spécifiée pour obtenir l'effet d'échauffement maximal.

La sortie du transformateur (après le premier composant de redressement) est chargée pour obtenir l'effet d'échauffement maximal dans le transformateur.

Lorsqu'une condition de surcharge ne peut pas se produire ou n'est pas susceptible de provoquer une défaillance de l'isolation sur laquelle elle s'appuie pour assurer la sécurité, les essais ne sont pas effectués.

5.2.4.100.2 Critères de conformité

Les températures maximales des enroulements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 102, lorsqu'elles sont relevées comme spécifié en 5.2.3.10, et déterminées comme suit:

- avec une protection externe contre les surintensités: en cours de fonctionnement, pour déterminer la durée écoulée avant le fonctionnement de la protection contre les surintensités, une fiche technique du dispositif de protection contre les surintensités peut être consultée, indiquant le délai de déclenchement par rapport aux caractéristiques du courant;
- avec un disjoncteur thermique à réarmement automatique: voir le Tableau 102 et après 400 h;
- avec un disjoncteur thermique à réarmement manuel: en cours de fonctionnement;

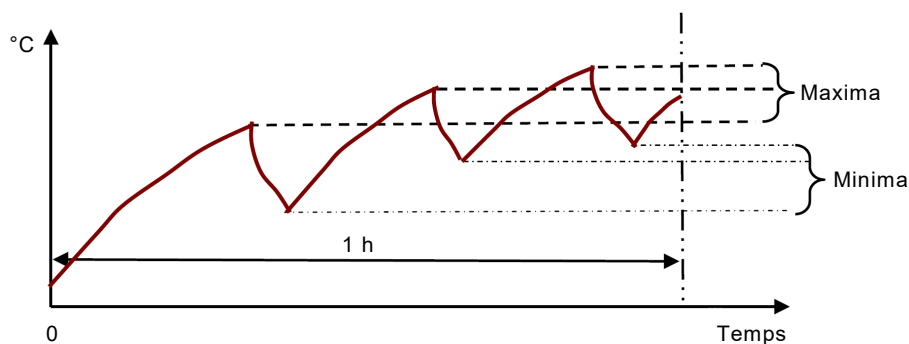
- pour les transformateurs limiteurs de courant: après stabilisation de la température.

Les enroulements isolés du réseau d'alimentation, qui dépassent les limites de température, mais qui deviennent des circuits ouverts ou qui exigent un remplacement du transformateur, ne constituent pas un échec de cet essai, à condition que le transformateur reste conforme à 5.2.4.2.

Pendant l'essai, le transformateur ne doit pas émettre de flammes ou de métal fondu.

Tableau 102 – Limites des températures pour les enroulements de transformateurs

Méthode de protection	Température maximale en °C							
	Classe 105 (A)	Classe 120 (E)	Classe 130 (B)	Classe 155 (F)	Classe 180 (H)	Classe 200 (N)	Classe 220 (R)	Classe 250 -
Protection par impédance interne ou externe	150	165	175	200	225	245	265	295
Protection par dispositif de protection fonctionnant pendant la première heure	200	215	225	250	275	295	315	345
Protection par tout dispositif de protection:								
– maximum après la première heure	175	190	200	225	250	270	290	320
– moyenne arithmétique pendant la 2 ^e heure et pendant la 72 ^e heure ^a	150	165	175	200	225	245	265	295
Les classes correspondent à la classification des matériaux isolants électriques et des systèmes d'isolation électrique (EIS – electrical insulation system) conformément à l'IEC 60085. Les désignations alphabétiques assignées sont données entre parenthèses.								
^a La moyenne arithmétique des températures est déterminée comme suit: Le graphique de la température en fonction du temps (voir la Figure 105), alors que l'alimentation du transformateur est ouverte et fermée de façon cyclique, est tracé pour la période d'essai à l'étude. La moyenne arithmétique des températures (t_A) est déterminée par la formule: $t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$ où $t_{\max}$ est la moyenne des valeurs maximales; $t_{\min}$ est la moyenne des valeurs minimales.								



IEC

Figure 105 – Détermination de la moyenne arithmétique des températures

5.2.4.100.3 Autre méthode d'essai

Le transformateur est recouvert d'une seule couche d'étamine et est placé sur une planche de bois recouverte d'une seule couche de papier mousseline. Le transformateur est ensuite progressivement chargé jusqu'à ce que l'une des situations suivantes se produise:

- le dispositif de protection contre les surcharges fonctionne;
- l'enroulement devient un circuit ouvert;
- la charge ne peut plus être augmentée sans atteindre une condition de court-circuit ou de repli.

Le transformateur est ensuite chargé à un stade précédant immédiatement la situation applicable ci-dessus et fonctionne pendant 7 h.

Pendant l'essai, le transformateur ne doit pas émettre de flammes ou de métal fondu. L'étamine ne doit ni se carboniser ni s'enflammer.

Si la tension du transformateur dépasse **CTD As**, l'**isolation principale** ou l'**isolation renforcée** fournie dans le transformateur doit supporter l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu spécifié en 5.2.3.4, selon le cas après son refroidissement jusqu'à la température ambiante.

5.2.4.101 Couverture des ouvertures de ventilation (essais de type)

Le dessus, les côtés et l'arrière du matériel immobile et du matériel mobile (si ces surfaces comportent des ouvertures de ventilation) doivent être recouverts l'un après l'autre.

Toutes les ouvertures du matériel transportable sont recouvertes en même temps.

5.2.5 Essais de matériaux

5.2.5.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.5.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.5.2 Essai d'inflammation par formation d'arc sous courant électrique élevé (essai de type)

Les dispositions de 5.2.5.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.5.3 Essai au fil incandescent (essai de type)

Les dispositions de 5.2.5.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.5.4 Essai d'inflammation au fil chaud (essai de type – variante à l'essai au fil incandescent)

Les dispositions de 5.2.5.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.5.5 Essai d'inflammabilité (essai de type)

Les dispositions de 5.2.5.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.5.6 Essai à l'huile chaude enflammée (essai de type)

Les dispositions de 5.2.5.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.5.7 Essai des joints scellés (essai de type)

Les dispositions de 5.2.5.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.6 Essais environnementaux (essais de type)

5.2.6.1 Généralités

Les dispositions de 5.2.6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.6.2 Critères d'acceptation

Les dispositions de 5.2.6.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.6.3 Essais climatiques

5.2.6.3.1 Essai de chaleur sèche (régime permanent)

Les dispositions de 5.2.6.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.6.3.2 Essai de chaleur humide (régime permanent)

Les dispositions de 5.2.6.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

5.2.6.4 Essai de vibration (essai de type)

Les dispositions de 5.2.6.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE Aucune considération particulière de la part du comité de produits, en dehors des conditions spécifiées en 5.1.5.3.100.

5.2.6.5 Essai au brouillard salin (essai de type)

Les dispositions de 5.2.6.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE Aucune considération particulière de la part du comité de produits, en dehors des conditions spécifiées en 5.1.5.3.100.

5.2.6.6 Essais de poussières et sable (essais de type)

Les dispositions de 5.2.6.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

NOTE Aucune considération particulière de la part du comité de produits, en dehors des conditions spécifiées en 5.1.5.3.100.

5.2.7 Essai de pression hydrostatique (essai de type et essai individuel de série)

Les dispositions de 5.2.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6 Exigences relatives aux informations et au marquage

Les dispositions de l'Article 6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent, à l'exception de ce qui suit.

6.1 Généralités

Remplacement

Les dispositions de 6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent, sauf que le Tableau 36 est remplacé par le suivant:

Tableau 36 – Exigences d'informations

Informations	Référence de paragraphe	Emplacement ^{a, b}					Référence de paragraphe technique
		1	2	3	4	5	
Pour le choix	6.2						
Nom du fabricant ou marque déposée	6.2	X	X	X	X	X	
Numéro de catalogue	6.2	X	X	X	X	X	
Caractéristique assignée de tension	6.2	X		X	X	X	
Caractéristique assignée de courant/puissance	6.2	X		X		X	
Caractéristique assignée de puissance	6.2	X		X		X	
Fréquence et nombres de phases	6.2	X		X		X	
Protection de classe	6.2, 6.3.7.3	X		X		X	4.4.6, 4.4.4.3.2, 4.4.6.3
Type de système d'alimentation électrique	6.2; 6.3.7.2			X			6.3.7.2
Caractéristiques assignées de court-circuit	6.2			X			4.3
Classification IP de l'enveloppe	6.2	X		X		X	4.4.3.3, 4.12.1
Référence aux normes	6.2			X			
Exigences d'alimentation pour la charge	6.2			X			
Type de liquide de refroidissement et pression d'emploi	6.2			X		X	4.7.2
Référence aux instructions	6.2			X	X	X	
Exigences de marquage supplémentaires pour la SMPS	6.2.100	X		X	X	X	
Informations supplémentaires pour la SMPS composant	6.2.101			X		X	
Pour l'installation et la mise en service	6.3						
Dimensions (unités SI)	6.3.2			X		X	
Masses (unités SI)	6.3.2		X	X		X	
Détails de montage (unités SI)	6.3.2			X		X	
Conditions de fonctionnement et de stockage	6.3.3			X		X	4.9
Exigences relatives à la manutention	6.3.4		X	X		X	
Température de l'enveloppe	6.3.5			X		X	4.6.4.2, 4.6.3.1
Schémas d'interconnexion et de câblage	6.3.6.2			X		X	
Exigences concernant les câbles	6.3.6.3			X		X	4.11
Détails relatifs aux bornes	6.3.6.4			X		X	4.11.8
Identification de la polarité	6.3.6.4.100	X		X		X	
Socles de prise de courant réseau	6.3.6.4.101	X		X	X	X	
Marquage de la température de la borne de câblage externe	6.3.6.4.102	X		X		X	
Exigences concernant la protection	6.3.7			X		X	4.3
Parties et circuits accessibles	6.3.7.1			X		X	4.4.3.3; 4.4.6.4.2
Courant de contact	6.3.7.4	X		X		X	4.4.4.3.3
Manuel de référence en cas de courant de contact élevé	6.3.7.4.100	X		X		X	4.4.3.3
Compatibilité avec DDR	6.3.7.5	X		X		X	4.4.8
Exigences particulières	6.3.7.6			X		X	
Dispositifs de protection externes	6.3.7.7			X		X	4.3.2, 4.3.3, 5.2.4
Marquages d'identification et de classification des fusibles de rechange	6.3.7.7.100	X		X		X	
Informations relatives à la mise en service	6.3.8			X			
Pour utilisation	6.4						
Généralités	6.4.1				X		

Informations	Référence de paragraphe	Emplacement ^{a, b}					Référence de paragraphe technique
		1	2	3	4	5	
Réglage	6.4.2	X		X	X	X	
Étiquettes, panneaux et signaux	6.4.3	X		X	X	X	
Pour la maintenance	6.5						
Code de date ou numéro de série	6.5.1	X					
Procédures de maintenance	6.5.1					X	4.4.3.3
Programmes de maintenance	6.5.1				X	X	
Emplacements des sous-ensembles et composants	6.5.1					X	
Procédures de réparation et de remplacement	6.5.1					X	
Procédures de réglage	6.5.1			X	X	X	
Liste des outils spéciaux	6.5.1			X		X	
Décharge des condensateurs	6.5.2	X		X		X	4.4.3.4
Redémarrage automatique/dérivation	6.5.3			X	X	X	
Autres dangers	6.5.4	X		X		X	
Sources multiples d'alimentation électrique	6.5.5			X	X	X	
Caractéristiques assignées électriques (pour plusieurs sources d'énergie)	6.5.5.100			X		X	
Dispositif de déconnexion externe	6.5.100			X	X	X	
Câble d'alimentation en tant que dispositif de déconnexion	6.5.101			X	X	X	
^a Emplacement: 1. Sur le produit (voir 6.4.3); 2. Sur l'emballage; 3. Dans le manuel d'installation; 4. Dans le manuel d'utilisation; 5. Dans le manuel de maintenance. ^b Les manuels d'installation, d'utilisation et de maintenance peuvent être combinés selon le cas et, si c'est acceptable pour le client, peuvent être fournis au format électronique. Lorsque plusieurs produits sont fournis à un seul client, il n'est pas nécessaire de fournir un manuel avec chaque produit, si cela est acceptable pour le client.							

6.2 Informations pour le choix

Les dispositions de 6.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

6.2.100 Exigences de marquage supplémentaires pour la SMPS

NOTE Les exigences sont issues de l'IEC 62368-1.

La **SMPS** doit porter les informations suivantes:

a) nature de l'alimentation:

La nature de la tension d'alimentation, en courant continu, en courant alternatif ou en courant alternatif triphasé, doit figurer sur l'appareil et doit être placée directement à la suite des caractéristiques assignées de tension de l'appareil. Si un symbole est utilisé pour identifier le courant continu ou le courant alternatif, le symbole IEC 60417-5032 (2002-10) doit être utilisé pour le courant alternatif et le symbole IEC 60417-5031 (2002-10) doit l'être pour le courant continu (voir le Tableau C.100).

L'appareil triphasé peut être identifié par "triphasé", "3Ø" ou tout autre signe qui indique clairement la phase de la tension d'alimentation de l'appareil.

NOTE 1 Utiliser l'IEC 61293:1994 comme guide pour le marquage des tensions assignées. Il convient que les caractéristiques assignées facilitent la distinction entre les alimentations triphasées avec et sans neutre.

b) tension assignée:

La tension assignée de l'appareil doit être marquée sur l'appareil. Les caractéristiques assignées de tension doivent être immédiatement suivies de la nature du marquage de l'alimentation.

La tension assignée peut être

- une seule valeur nominale, ou
- une seule valeur nominale et un pourcentage de tolérance de la valeur nominale, ou
- au moins deux valeurs nominales séparées par une barre oblique (/), ou
- une plage indiquée par des valeurs minimale et maximale séparées par un trait d'union, ou
- tout autre type d'informations indiquant clairement la tension de l'appareil.

Si l'appareil comprend plusieurs tensions nominales, toutes peuvent être marquées sur l'appareil. Toutefois, la tension pour laquelle l'appareil est réglé doit être clairement indiquée.

Pour les **SMPS** transportables, l'indication doit être visible de l'extérieur. Si la **SMPS** est construite de telle sorte que le réglage de la tension d'alimentation puisse être modifié sans l'aide d'un outil, le fait de modifier le réglage doit également modifier l'indication.

Les appareils triphasés doivent porter les marquages relatifs à la tension entre phases: dans l'ordre, un symbole indiquant le système d'alimentation conforme à l'IEC 61293:1994, une barre oblique (/), la tension phase-neutre, le symbole pour la tension (V) et le nombre de phases. Tout autre type d'information indiquant clairement la tension assignée triphasée de l'appareil est également acceptable.

NOTE 2 La barre oblique (/) représente le mot "ou" et le trait d'union (-) représente le mot "à".

c) fréquence assignée:

La fréquence assignée de l'appareil doit être marquée sur l'appareil.

La fréquence assignée peut être

- une seule valeur nominale, ou
- une seule valeur nominale et un pourcentage de tolérance de la valeur nominale, ou
- au moins deux valeurs nominales séparées par une barre oblique (/), ou
- une plage indiquée par des valeurs minimale et maximale séparées par un trait d'union, ou
- toute autre information indiquant clairement la fréquence assignée de l'appareil.

d) courant assigné ou puissance assignée:

Le courant assigné ou la puissance assignée de l'appareil doit être marqué(e) sur l'appareil.

Pour les appareils triphasés, le courant assigné ou la puissance assignée est le courant ou la puissance d'une phase.

Le 5.2.3.100 établit les critères de mesure du courant assigné ou de la puissance assignée.

NOTE 3 Il n'est pas nécessaire de mentionner plus d'un chiffre significatif pour le courant assigné ou la puissance assignée.

NOTE 4 Dans certains pays, pour les marquages sur les appareils, l'indicateur de décimales exigé est la virgule.

Si l'appareil est équipé d'un **socle de prise de courant réseau** pour fournir l'énergie électrique du réseau à d'autres appareils, le courant assigné ou la puissance assignée de l'appareil doit comprendre le courant assigné ou la puissance assignée du **socle de prise de courant réseau** (voir également 6.3.6.4.101).

Si l'appareil comporte plusieurs tensions assignées, le courant assigné ou la puissance assignée pour chaque tension assignée doit être marqué(e) sur l'appareil. La disposition des marquages doit clairement indiquer le courant assigné ou la puissance assignée associé(e) à chaque tension assignée de l'appareil.

e) Les sorties en courant continu et les sorties auxiliaires en courant alternatif des **SMPS autonomes** doivent porter le marquage de la polarité, de la tension assignée et du courant assigné. De plus, la fréquence des sorties auxiliaires en courant alternatif doit

être marquée si elle est différente de la fréquence d'entrée. Ces informations peuvent être données dans les instructions si la sortie apparaît sur un connecteur polarisé.

- f) Exigences en matière de ventilation et d'orientation, si ces informations sont nécessaires à la sécurité de fonctionnement.

6.2.101 Informations supplémentaires pour la SMPS composant

La **SMPS composant** doit être accompagnée d'au moins les informations suivantes pour l'entrée et la sortie, selon le cas, sur l'unité, dans les instructions d'**installation** ou dans les fiches techniques ou les spécifications:

- classification de **CTD** de sortie;
- caractéristiques assignées de sortie (tension, courant et/ou puissance);
- spécification des limites pour le fonctionnement intermittent;
- classification de source de puissance limitée (LPS) de sortie;
- exigences en matière de ventilation et d'orientation.

6.3 Informations pour l'installation et la mise en service

6.3.1 Généralités

Les dispositions de 6.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.2 Considérations d'ordre mécanique

Les dispositions de 6.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.3 Environnement

Les dispositions de 6.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.4 Manutention et montage

Les dispositions de 6.3.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.5 Température de l'enveloppe

Les dispositions de 6.3.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.6 Connexions

6.3.6.1 Généralités

Les dispositions de 6.3.6.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.6.2 Schémas d'interconnexion et de câblage

Les dispositions de 6.3.6.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.6.3 Choix des conducteurs (câbles)

Les dispositions de 6.3.6.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.6.4 Capacité de raccordement et identification des bornes

Les dispositions de 6.3.6.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

6.3.6.4.100 Identification de la polarité

La polarité des bornes du **réseau d'alimentation** en courant continu et des sorties en courant continu de la **SMPS** doit être marquée sur le produit ou peut être indiquée dans les documents d'accompagnement de la **SMPS** composant.

Si une seule borne est fournie, en tant que borne principale de **mise à la terre de protection** dans l'appareil et pour la connexion à un pôle du **réseau d'alimentation** en courant continu, elle doit être marquée comme indiqué dans le symbole IEC 60417-5019 (2006-08) (voir l'Annexe C de l'IEC 62477-1:2012), en plus du marquage de polarité.

Ces indications ne doivent être placées ni sur les vis, ni sur les autres parties susceptibles d'être enlevées lors du raccordement des conducteurs.

6.3.6.4.101 Socles de prise de courant réseau

Les **socles de prise de courant réseau** acceptant des fiches réseau normalisées doivent porter un marquage relatif à la tension si cette dernière est différente de la tension du **réseau d'alimentation**. Si le **socle de prise de courant réseau** est uniquement destiné à être utilisé avec un appareil spécifique, il doit être marqué de manière à identifier l'appareil auquel il est destiné. Dans le cas contraire, le courant assigné maximal ou la puissance assignée maximale doit être marqué(e), ou le symbole ISO 7010-W001 du Tableau C.1 de l'IEC 62477-1:2012 doit être placé à proximité du **socle de prise de courant réseau**, avec les informations détaillées indiquées dans la documentation.

La conformité est vérifiée par examen et par mesurage de la puissance ou du courant d'entrée pour vérifier le marquage indiqué en 6.2.100 d). Le mesurage est réalisé après stabilisation du courant (en général au bout de 1 min) pour éliminer tous les courants d'appel initiaux. La **SMPS** doit être dans les conditions de puissance maximale consommée. Les transitoires sont ignorés. La valeur mesurée ne doit pas dépasser la valeur marquée de plus de 10 %.

6.3.6.4.102 Marquage de la température de la borne de câblage externe

Si la température des bornes ou de l'**enveloppe** d'un boîtier ou compartiment de borne pour câblage externe dépasse, en condition normale, 60 °C à une température ambiante de 40 °C ou à une température ambiante maximale assignée si elle est plus élevée, un marquage doit spécifier les caractéristiques assignées de température minimale des câbles à connecter aux bornes. Le marquage doit être visible avant et pendant la connexion ou doit être placé à côté des bornes.

En cas de doute, la conformité est vérifiée par mesurage et, selon le cas, par examen des marquages.

6.3.7 Exigences de protection

6.3.7.1 Parties et circuits accessibles

Les dispositions de 6.3.7.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.2 Type de système d'alimentation électrique

Les dispositions de 6.3.7.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.3 Protection de classe

6.3.7.3.1 Généralités

Les dispositions de 6.3.7.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.3.2 Matériel de protection de classe I

Les dispositions de 6.3.7.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.3.3 Matériel de protection de classe II

Les dispositions de 6.3.7.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.3.4 Matériel de protection de classe III

Les dispositions de 6.3.7.3.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.4 Marquage du courant de contact

Les dispositions de 6.3.7.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

6.3.7.4.100 Manuel de référence en cas de courant de contact élevé

Lorsque le courant de contact dans le conducteur de mise à la terre de protection dépasse les limites indiquées en 4.4.4.3.3, il doit être prévu en plus du marquage de 6.3.7.4, les marquages ISO 7000-0434 et ISO 7000-1641 (voir Tableau C.100).

6.3.7.5 Compatibilité avec le marquage DDR

Les dispositions de 6.3.7.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.6 Câble et connexion

Les dispositions de 6.3.7.6 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.3.7.7 Dispositifs de protection externes

Les dispositions de 6.3.7.7 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

6.3.7.7.100 Marquages d'identification et de caractéristiques assignées des fusibles de rechange

NOTE Les exigences sont issues de l'IEC 62368-1.

Si un fusible est remplaçable par un **opérateur**, l'identification d'un fusible de rechange adapté doit être apposée à proximité du porte-fusible. L'identification doit comprendre les caractéristiques assignées de courant du fusible et les informations suivantes, le cas échéant:

- si le fusible requiert un pouvoir de coupure spécifique pour assurer la sécurité, le symbole approprié qui indique le pouvoir de coupure;
- si le fusible peut être remplacé par un fusible présentant des caractéristiques assignées de tension différentes, les caractéristiques assignées de tension du fusible;
- s'il s'agit d'un fusible temporisé, et si la temporisation est liée à la sécurité, le symbole approprié qui indique la temporisation.

Si un fusible est remplaçable par un **opérateur**, les codages des fusibles concernés doivent être expliqués dans les instructions fournies à l'**utilisateur**.

Si un fusible est uniquement remplaçable par le personnel de maintenance:

- le marquage d'identification d'un fusible de rechange adéquat doit être apposé à proximité du fusible ou doit être fourni dans les instructions d'entretien;
- si le fusible se trouve ou peut se trouver dans le neutre du **réseau d'alimentation**, les instructions doivent le stipuler et indiquer que le **réseau d'alimentation** doit être déconnecté afin de mettre les conducteurs de phase hors tension.

Si un fusible n'est pas destiné à être remplacé, il n'est pas nécessaire de marquer ses caractéristiques assignées.

La conformité est vérifiée par examen.

6.3.8 Mise en service

Les dispositions de 6.3.8 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4 Informations pour l'utilisation

6.4.1 Généralités

Les dispositions de 6.4.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4.2 Réglage

Les dispositions de 6.4.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4.3 Étiquettes, panneaux et signaux

6.4.3.1 Généralités

Les dispositions de 6.4.3.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4.3.2 Sectionneurs

Les dispositions de 6.4.3.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4.3.3 Signaux visuels et sonores

Les dispositions de 6.4.3.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4.3.4 Surfaces brûlantes

Les dispositions de 6.4.3.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.4.3.5 Marquage des appareils

Les dispositions de 6.4.3.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.5 Informations pour la maintenance

6.5.1 Généralités

Les dispositions de 6.5.1 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.5.2 Décharge de condensateurs

Les dispositions de 6.5.2 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.5.3 Redémarrage automatique/connexion de dérivation

Les dispositions de 6.5.3 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.5.4 Autres dangers

Les dispositions de 6.5.4 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

6.5.5 Matériels à plusieurs sources d'alimentation

Les dispositions de 6.5.5 de l'IEC 62477-1:2012 s'appliquent.

Addition:

6.5.5.100 Caractéristiques assignées électriques (pour plusieurs sources d'énergie)

Si l'appareil comporte plusieurs raccordements d'alimentation, le courant assigné ou la puissance assignée de chacun d'eux doit être marqué(e).

Si l'appareil comporte plusieurs raccordements d'alimentation et que la tension assignée de chacun d'eux est différente, la tension assignée de chaque raccordement doit être marquée.

Il n'est pas nécessaire de marquer les caractéristiques assignées électriques de tout le système.

La conformité est vérifiée par examen.

Addition:

6.5.100 Dispositif de déconnexion externe au matériel connecté en permanence

Les instructions d'**installation** doivent indiquer qu'un dispositif de déconnexion approprié doit faire partie intégrante de l'**installation** du bâtiment.

6.5.101 Câble d'alimentation servant de dispositif de déconnexion

Les instructions de sécurité doivent indiquer que le **socle de prise de courant réseau** doit être aisément accessible. Pour un **matériel enfichable** destiné à être installé par un **opérateur**, les instructions d'**installation** doivent être mises à la disposition de l'opérateur.

Addition:

7 Composants

7.1 Généralités

En matière de sécurité, les composants doivent satisfaire aux exigences du présent document ou, si un article relatif aux exigences le précise, aux aspects liés à la sécurité figurant dans les normes IEC sur les composants correspondantes.

NOTE Une norme IEC sur les composants est dite correspondante uniquement si le composant en question relève clairement de son domaine d'application.

Si l'utilisation d'une norme IEC sur les composants est admise, l'évaluation et les essais des composants doivent être réalisés comme suit:

- l'application et l'utilisation correctes d'un composant doivent être vérifiées en fonction de ses caractéristiques assignées;

- un composant dont la conformité à une norme harmonisée avec la norme IEC sur les composants correspondante a été démontrée doit être soumis aux essais applicables du présent document en tant que partie de l'appareil, à l'exception des essais faisant partie de la norme IEC sur les composants correspondante;
- un composant dont la conformité à une norme correspondante n'a pas été démontrée doit être soumis aux essais applicables du présent document, en tant que partie de l'appareil, et aux essais applicables de la norme sur les composants correspondante, dans les conditions se produisant dans l'appareil; et
- si les composants sont utilisés dans des circuits n'étant pas conformes à leurs caractéristiques assignées spécifiées, les composants doivent être soumis à l'essai dans les conditions se produisant dans l'appareil. En règle générale, le nombre d'échantillons exigés pour l'essai est similaire à celui exigé par une norme équivalente.

La conformité est vérifiée par examen et par les données ou les essais correspondant(e)s.

Le Tableau 103 donne un aperçu des exigences relatives aux composants.

Tableau 103 – Exigences relatives aux composants

Composant	Paragraphe
Interrupteurs	7.2
Disjoncteurs thermiques (déclencheurs thermiques ou coupe-circuits thermiques)	7.3
Thermistances CTP	7.4
Dispositifs de protection contre les surintensités	7.5
Exigences relatives aux autres dispositifs de protection	7.6
Transformateurs	7.7
Moteurs	7.8
Câbles d'alimentation réseau	7.9
Dispositifs de protection contre les surtensions (SPD) ou parafoudres	7.10
Composants bobinés	7.11
Limiteurs de courant sur circuit intégré	7.12
Condensateurs et cellules RC pontant l'isolation	7.13
Optocoupleurs pontant l'isolation	7.14
Relais	7.15
Condensateurs électrolytiques	7.16

7.2 Interrupteurs

7.2.1 Généralités

7.2 spécifie les exigences relatives aux interrupteurs se trouvant dans des circuits reliés directement à des circuits réseau.

NOTE Les sélecteurs de tension généralement utilisés pour modifier la configuration de la tension des alimentations ne sont pas considérés comme des interrupteurs, puisqu'ils ne fonctionnent pas sous charge.

7.2.2 Exigences relatives aux interrupteurs servant de dispositif de déconnexion

NOTE Les exigences sont issues de l'IEC 61010-1 et de l'IEC 62368-1.

Un dispositif de déconnexion doit être fourni afin de déconnecter l'appareil de l'alimentation.

Il peut s'agir:

- de la fiche sur le câble d'alimentation; ou
- d'un connecteur; ou

- d'un interrupteur d'isolement; ou
- d'un disjoncteur, ou
- d'un moyen équivalent de déconnexion.

Pour les appareils destinés à être alimentés à partir d'un **réseau d'alimentation en courant alternatif** appartenant à la catégorie de surtension I, à la catégorie de surtension II ou à la catégorie de surtension III ou à partir d'un réseau d'alimentation en courant continu qui est une **CTD C**, la séparation des contacts d'un dispositif de déconnexion doit être d'au moins 3 mm. Pour un **réseau d'alimentation en courant alternatif** appartenant à la catégorie de surtension IV, l'IEC 60947-1 doit s'appliquer.

Si le dispositif de déconnexion est intégré à l'appareil, il doit être connecté aussi près que possible de l'alimentation entrante.

Les parties côté alimentation d'un dispositif de déconnexion dans l'appareil, qui restent sous tension lorsque le dispositif de déconnexion est désactivé, doivent être protégées de manière à réduire le risque de contact accidentel par le **personnel de maintenance**. En variante, les instructions doivent être fournies dans le manuel d'entretien.

Un dispositif de déconnexion doit interrompre en même temps tous les conducteurs de phase et le conducteur de neutre. Il n'est pas nécessaire d'activer le conducteur de neutre s'il est possible d'identifier le neutre dans le réseau.

Pour le matériel **connecté en permanence**, le dispositif de déconnexion doit être intégré dans l'appareil, sauf si l'appareil est accompagné d'instructions d'**installation** conformément à 6.5.100.

NOTE Les dispositifs de déconnexion externes ne sont pas nécessairement fournis avec l'appareil.

Si une fiche située sur le câble d'alimentation est utilisée comme dispositif de déconnexion, les instructions d'**installation** doivent être conformes à 6.5.101.

Un interrupteur ou un disjoncteur de l'appareil servant de dispositif de déconnexion doit satisfaire aux exigences correspondantes de l'IEC 60947-1 et de l'IEC 60947-3, et être adapté à l'application.

Si l'interrupteur d'alimentation ou le disjoncteur sert de dispositif de déconnexion, la position d'arrêt doit être clairement marquée. Les symboles graphiques de l'IEC 60417-5007 (2002-10) et de l'IEC 60417-5008 (2002-10) (voir l'Annexe C) ou de l'IEC 60417-5268 (2002-10) et de l'IEC 60417-5269 (2002-10) (voir l'Annexe C) pour les interrupteurs à bouton-poussoir sont utilisés.

Un interrupteur ne doit pas être intégré à un câble du **réseau d'alimentation**.

Un interrupteur ou un disjoncteur ne doit pas interrompre un conducteur de mise à la terre de protection.

La conformité est vérifiée par examen.

7.2.3 Exigences relatives aux interrupteurs

Un interrupteur non conforme à 7.2.1 peut être soumis à l'essai séparément ou dans l'appareil et doit satisfaire à toutes les exigences suivantes:

- aux exigences de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007, notamment:
 - 10 000 cycles de fonctionnement (voir 7.1.4.4 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);

- l'interrupteur doit être adapté à une utilisation dans l'environnement présentant le degré de pollution dans lequel il est utilisé, en général un environnement de degré de pollution 2
(voir 7.1.6.2 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
- la température du fil incandescent de l'interrupteur doit être de 850 °C
(voir 7.1.9.3 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
- les caractéristiques de l'interrupteur en ce qui concerne les caractéristiques assignées et la classification (voir l'IEC 61058-1) doivent être appropriées à la fonction de l'interrupteur dans des conditions normales de fonctionnement, comme suit:
 - i) les caractéristiques assignées de l'interrupteur (voir l'Article 6 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - ii) la classification de l'interrupteur en fonction de:
 - a) la nature de l'alimentation (voir 7.1.1 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - b) le type de charge à commander par l'interrupteur (voir 7.1.2 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);
 - c) la température ambiante de l'air (voir 7.1.3 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007);

La conformité est vérifiée conformément à l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007.

- l'interrupteur doit être conçu de sorte qu'il n'atteigne pas des températures excessives dans les conditions normales de fonctionnement. La conformité est vérifiée en position de marche (ON) conformément à 16.2.2 d), l) et m) de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007, sauf que le courant est égal à la somme du courant de l'appareil et du courant maximal qui alimente d'autres appareils, le cas échéant;
- un interrupteur de réseau d'alimentation contrôlant les connecteurs alimentant d'autres appareils doit résister à l'essai d'endurance électrique selon 17.2 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007, avec une charge supplémentaire conformément à la Figure 9 de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007. Les caractéristiques assignées du courant total de la charge supplémentaire doivent correspondre au marquage apposé sur les connecteurs qui alimentent d'autres appareils. La valeur de crête du courant de surcharge de cette charge supplémentaire doit être conforme à celle indiquée au Tableau 104.

Tableau 104 – Valeur de crête du courant de surcharge

Caractéristiques assignées du courant A	Valeur de crête du courant de surcharge A
jusqu'à 0,5 inclus	20
jusqu'à 1,0 inclus	50
jusqu'à 2,5 inclus	100
Supérieur à 2,5	150

7.2.4 Méthode d'essai et critère de conformité

Les essais de l'IEC 61058-1:2000/AMD1:2001/AMD2:2007 doivent être appliqués avec les modifications indiquées en 7.2.3.

Après les essais, l'interrupteur ne doit présenter aucune détérioration de son **enveloppe** ni aucun desserrement des connexions électriques ou des fixations mécaniques.

7.3 Disjoncteurs thermiques (déclencheurs thermiques ou coupe-circuits thermiques)

NOTE Les exigences sont issues de 6.10.1 de l'IEC 61010-1:2010.

Les disjoncteurs thermiques sont des dispositifs qui fonctionnent en **condition de premier défaut**. Ils doivent satisfaire à toutes les exigences suivantes:

- a) être construits de telle sorte qu'ils assurent un fonctionnement fiable;
- b) avoir des valeurs assignées permettant d'interrompre la tension et le courant maximaux du circuit sur lequel ils sont utilisés;
- c) ne pas fonctionner en fonctionnement normal.

Si un disjoncteur thermique à réarmement automatique est utilisé pour prévenir les dangers en cas de défaillance d'un système de régulation de température (un thermostat, par exemple), la partie protégée de l'appareil doit faire l'objet d'une intervention avant sa remise en fonctionnement.

La conformité est vérifiée par examen du schéma de circuit, de la fiche technique du disjoncteur thermique et de la méthode d'installation dans l'appareil, ainsi que par les essais suivants, l'appareil fonctionnant en **condition de premier défaut**.

Le nombre de manœuvres est le suivant:

- 1) les disjoncteurs thermiques à réarmement automatique sont mis 200 fois en fonctionnement;
- 2) les disjoncteurs thermiques qui ne sont pas à réarmement automatique, à l'exception des fusibles thermiques, sont réarmés après chaque manœuvre et mis ainsi en fonctionnement 10 fois;
- 3) les disjoncteurs thermiques sans réarmement sont mis en fonctionnement une seule fois.

Il est permis d'introduire un refroidissement forcé et des périodes de repos afin d'éviter d'endommager l'appareil. Pendant l'essai, les disjoncteurs thermiques à réarmement automatique doivent fonctionner chaque fois qu'une condition de premier défaut est appliquée, les disjoncteurs thermiques qui ne sont pas à réarmement automatique doivent fonctionner une seule fois. Après l'essai, les disjoncteurs thermiques à réarmement automatique ne doivent présenter aucun signe de détérioration susceptible d'empêcher leur fonctionnement en condition de premier défaut ultérieure.

7.4 Thermistances CTP

NOTE 1 Dispositions issues des exigences de l'IEC 62368-1:2014.

Les thermistances CTP utilisées pour la protection selon 4.6.5 doivent être conformes à l'Article 15, à l'Article 17, à l'Article J.15 et à l'Article J.17 de l'IEC 60730-1:2010 ou doivent fournir une action de type 2.A.L. IEC 60730-1.

Pour les thermistances CTP dont la puissance dissipée continue qui apparaît à sa tension maximale et à une température ambiante de 25 °C ou autrement spécifiée par le fabricant pour l'état déclenché, déterminée conformément au 3.38 de l'IEC 60738-1:2009, dépasse 15 W et d'une dimension de 1 750 mm³ ou plus, l'enrobage ou l'enveloppe doit être en matériau de classe V-1 ou équivalent.

NOTE 2 L'état déclenché est l'état dans lequel les thermistances CTP sont décalées vers un état de résistance élevée à une température donnée.

La conformité est vérifiée par examen et, le cas échéant, par les essais de l'IEC 60730-1.

7.5 Dispositifs de protection contre les surintensités

Les dispositifs de protection contre les surintensités doivent être conformes à leurs normes IEC applicables et être utilisés selon leur spécification.

La conformité est vérifiée par examen.

7.6 Dispositifs de protection non mentionnés de 7.2 à 7.5

7.6.1 Exigences relatives aux autres dispositifs de protection

De tels dispositifs de protection (par exemple, des résistances fusibles, des éléments de remplacement non normalisés dans l'IEC 60127 (toutes les parties) ou des disjoncteurs miniatures) doivent présenter un pouvoir de coupure suffisant.

7.6.2 Conformité et méthode d'essai

La conformité est vérifiée par examen et par un essai de **condition de premier défaut** tel que spécifié en 5.2.4.

L'essai est réalisé trois fois.

Aucun défaut n'est autorisé.

7.7 Transformateurs

7.7.1 Généralités

Les transformateurs doivent satisfaire:

- soit aux exigences données en 7.7.2;
- soit aux exigences de l'IEC 61558-1 et des parties applicables de l'IEC 61558-2 (toutes les parties), avec les additions et les limites suivantes:
 - les valeurs limites pour la **CTD As** spécifiées dans le présent document s'appliquent (voir le Tableau 5);
 - pour les **tensions de service** supérieures à 1 000 V en valeur efficace, voir 18.3 de l'IEC 61558-1:2005/AMD1:2009, en utilisant la tension d'essai spécifiée en 4.4.7.10;
 - l'essai de surcharge selon 5.2.4.100.

7.7.2 Isolation

7.7.2.1 Exigences

L'isolation des transformateurs doit satisfaire aux exigences suivantes.

Les enroulements et les parties conductrices des transformateurs doivent être traités comme des parties intégrantes des circuits auxquels ils sont connectés, le cas échéant. L'isolation entre ces éléments doit satisfaire aux exigences pertinentes de 4.4.7 et aux essais de rigidité diélectrique correspondants, selon l'application de l'isolation dans l'appareil.

Des précautions doivent être prises pour éviter de passer sous les valeurs minimales exigées des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite assurant une **isolation principale**, une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée** par

- le déplacement des enroulements ou de leurs spires;
- le déplacement du câblage interne ou des fils pour les connexions externes;
- le déplacement excessif de parties d'enroulements ou de câblage interne, en cas de rupture des fils adjacents aux connexions ou de desserrage des connexions;

- le pontage de l'isolation par des fils, des vis, des rondelles ou des pièces similaires, s'ils venaient à se desserrer ou se défaire.

Deux fixations indépendantes ne sont pas censées se desserrer simultanément. Les spires d'extrémité de tous les enroulements doivent être fixées par des moyens efficaces.

Les exemples suivants sont des formes de construction acceptables (il existe d'autres formes de construction acceptables):

- enroulements isolés les uns des autres en les plaçant sur des supports séparés du noyau, avec ou sans bobines;
- enroulements disposés sur une seule bobine avec une paroi de séparation, la bobine et la paroi de séparation étant pressées ou moulées en une seule pièce ou la paroi de séparation rapportée comportant une gaine intermédiaire ou un recouvrement sur le joint entre la bobine et la paroi de séparation;
- enroulements concentriques sur une bobine en matériau isolant sans rebord ou sur une isolation appliquée en fines feuilles sur le noyau du transformateur;
- une isolation est prévue entre les enroulements sous forme d'une feuille isolante s'étendant au-delà des spires d'extrémité de chaque couche;
- enroulements concentriques, séparés par un écran conducteur mis à la terre, consistant en une feuille métallique qui s'étend sur toute la largeur de l'enroulement, avec une isolation appropriée entre chaque enroulement et l'écran. La section de l'écran conducteur et de son conducteur de raccordement est suffisante pour garantir qu'en cas de défaillance de l'isolation, le dispositif de protection contre les surcharges ouvre le circuit avant que l'écran ne soit détruit. Le dispositif de protection contre les surcharges peut faire partie intégrante du transformateur.

Si un transformateur est équipé d'un écran mis à la terre pour les besoins de la protection, le transformateur doit satisfaire à l'essai spécifié en 5.2.4.3 entre l'écran mis à la terre et la borne de terre du transformateur.

Aucun essai de rigidité diélectrique ne s'applique à l'isolation entre un enroulement et le noyau ou l'écran, à condition que le noyau ou l'écran soit complètement enveloppé ou encapsulé et qu'il n'y ait pas de connexion électrique avec le noyau ou l'écran. Toutefois, les essais entre les enroulements comprenant des bornes demeurent applicables.

7.7.2.2 Critères de conformité

La conformité est vérifiée par examen, par mesurage et, le cas échéant, par des essais.

7.8 Moteurs

Les moteurs utilisés pour le traitement de l'air uniquement et dont le composant de propulsion d'air est directement couplé à l'arbre du moteur doivent uniquement être soumis à l'essai avec le rotor bloqué pendant les conditions de défaut.

Les distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite des moteurs connectés à des tensions autres que la **CTD As** doivent être examinées selon le présent document ou selon une norme IEC relative aux moteurs et couvrant les exigences en matière d'espacement.

Les moteurs en courant alternatif équipés de condensateurs de démarrage doivent être mis en défaut en court-circuitant et en ouvrant le condensateur de démarrage.

Les moteurs en courant alternatif triphasés doivent faire l'objet d'un essai de perte de phase (voir 5.2.4.8).

NOTE Les seuls moteurs pris en considération dans le présent document sont les moteurs pour le traitement de l'air.

7.9 Câbles d'alimentation réseau

NOTE Les exigences sont issues de 6.10.1 de l'IEC 61010-1:2010.

7.9.1 Généralités

Les exigences suivantes s'appliquent aux **câbles d'alimentation réseau** fixés à demeure et aux **câbles d'alimentation réseau** amovibles fournis avec l'appareil.

Les câbles doivent être de calibre assigné pour le courant maximal prévu pour l'appareil, et le câble utilisé doit satisfaire aux exigences des parties applicables de l'IEC 60227 (toutes les parties) ou de l'IEC 60245 (toutes les parties).

Si un câble est susceptible de toucher une partie externe brûlante de l'appareil, il doit être composé d'un matériau adapté résistant à la chaleur.

Si le câble est amovible, tant le câble que le socle du connecteur doivent présenter des caractéristiques assignées de températures adaptées.

Les conducteurs verts et jaunes doivent être utilisés uniquement pour les bornes de terre de protection.

Les câbles d'**alimentation réseau** amovibles avec prises réseau conformément aux parties applicables de l'IEC 60320 (toutes les parties) doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60799 ou doivent être de calibre assigné au moins pour le courant assigné de la prise réseau raccordée au câble.

La Figure 106 explique la terminologie relative aux câbles d'**alimentation réseau**.

La conformité est vérifiée par examen et, le cas échéant, par mesurage.

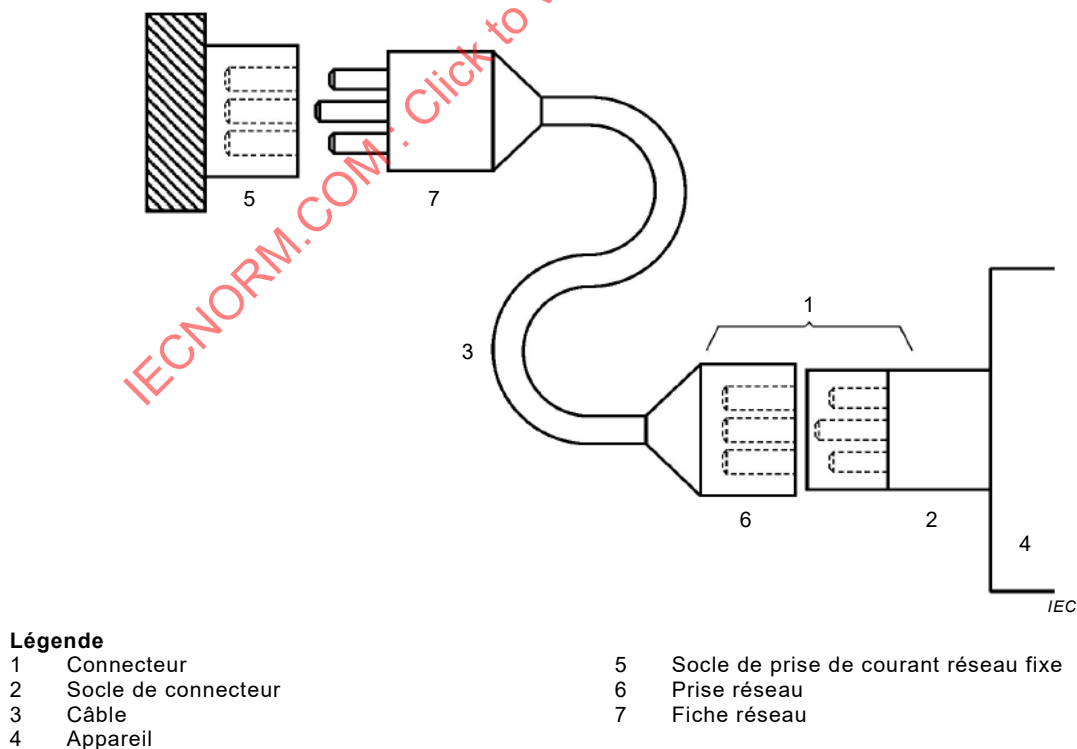


Figure 106 – Câbles d'alimentation réseau amovibles et connexions