



IEC 62477-1

Edition 1.0 2012-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General

Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance – Partie 1: Généralités

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XJ

ICS 29.200

ISBN 978-2-83220-194-7

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.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	12
3 Terms and definitions	14
4 Protection against hazards.....	23
4.1 General.....	23
4.2 Fault and abnormal conditions	24
4.3 Short circuit and overload protection	25
4.3.1 General	25
4.3.2 Specification of input short-circuit withstand strength and output short circuit current ability.....	26
4.3.3 Short-circuit coordination (backup protection).....	27
4.3.4 Protection by several devices	27
4.4 Protection against electric shock.....	27
4.4.1 General	27
4.4.2 <i>Decisive voltage class</i>	27
4.4.3 Provision for <i>basic protection</i>	32
4.4.4 Provision for <i>fault protection</i>	34
4.4.5 <i>Enhanced protection</i>	40
4.4.6 Protective measures	41
4.4.7 Insulation.....	43
4.4.8 Compatibility with residual current-operated protective devices (RCD)	58
4.4.9 Capacitor discharge.....	58
4.5 Protection against electrical energy hazards.....	59
4.5.1 Operator access areas.....	59
4.5.2 Service access areas.....	60
4.6 Protection against fire and thermal hazards.....	60
4.6.1 Circuits representing a fire hazard.....	60
4.6.2 Components representing a fire hazard	60
4.6.3 <i>Fire enclosures</i>	61
4.6.4 Temperature limits	65
4.6.5 Limited power sources	68
4.7 Protection against mechanical hazards	69
4.7.1 General	69
4.7.2 Specific requirements for liquid cooled <i>PECS</i>	70
4.8 Equipment with multiple sources of supply	71
4.9 Protection against environmental stresses	72
4.10 Protection against sonic pressure hazards	73
4.10.1 General	73
4.10.2 Sonic pressure and sound level.....	73
4.11 Wiring and connections	73
4.11.1 General	73
4.11.2 Routing.....	73
4.11.3 Colour coding	73
4.11.4 Splices and connections	74

4.11.5	Accessible connections	74
4.11.6	Interconnections between parts of the <i>PECS</i>	74
4.11.7	Supply connections	75
4.11.8	Terminals	75
4.12	<i>Enclosures</i>	76
4.12.1	General	76
4.12.2	Handles and manual controls	76
4.12.3	Cast metal	77
4.12.4	Sheet metal	77
4.12.5	Stability test for <i>enclosure</i>	80
5	Test requirements	81
5.1	General	81
5.1.1	Test objectives and classification	81
5.1.2	Selection of test samples	81
5.1.3	Sequence of tests	81
5.1.4	Earthing conditions	81
5.1.5	General conditions for tests	81
5.1.6	Compliance	82
5.1.7	Test overview	83
5.2	Test specifications	84
5.2.1	Visual inspections (<i>type test</i> , <i>sample test</i> and <i>routine test</i>)	84
5.2.2	Mechanical tests	84
5.2.3	Electrical tests	88
5.2.4	Abnormal operation and simulated faults tests	102
5.2.5	Material tests	106
5.2.6	Environmental tests (<i>type tests</i>)	110
5.2.7	Hydrostatic pressure test (<i>type test</i> and <i>routine test</i>)	115
6	Information and marking requirements	115
6.1	General	115
6.2	Information for selection	117
6.3	Information for installation and commissioning	118
6.3.1	General	118
6.3.2	Mechanical considerations	118
6.3.3	Environment	118
6.3.4	Handling and mounting	118
6.3.5	<i>Enclosure</i> temperature	118
6.3.6	Connections	119
6.3.7	Protection requirements	119
6.3.8	Commissioning	121
6.4	Information for use	121
6.4.1	General	121
6.4.2	Adjustment	121
6.4.3	Labels, signs and signals	121
6.5	Information for maintenance	123
6.5.1	General	123
6.5.2	Capacitor discharge	124
6.5.3	Auto restart/bypass connection	124
6.5.4	Other hazards	124
6.5.5	Equipment with multiple sources of supply	124

Annex A (normative) Additional information for protection against electric shock	125
Annex B (informative) Considerations for the reduction of the pollution degree.....	145
Annex C (informative) Symbols referred to in IEC 62477-1.....	146
Annex D (normative) Evaluation of clearance and creepage distances	147
Annex E (informative) Altitude correction for clearances	155
Annex F (normative) Clearance and creepage distance determination for frequencies greater than 30 kHz.....	156
Annex G (informative) Cross-sections of round conductors	162
Annex H (informative) Guidelines for RCD compatibility.....	163
Annex I (informative) Examples of overvoltage category reduction	167
Annex J (informative) Burn thresholds for touchable surfaces	174
Annex K (informative) Table of electrochemical potentials	177
Annex L (informative) Measuring instrument for <i>touch current</i> measurements.....	178
Annex M (informative) Test probes for determining access	179
Bibliography	182
Figure 1 – Touch time-d.c. peak voltage zones of <i>ventricular fibrillation</i> in dry skin condition	30
Figure 2 – Touch time- d.c. peak voltage zones of <i>ventricular fibrillation</i> in water-wet skin condition.....	31
Figure 3 – Touch time- d.c. peak voltage zones of <i>ventricular fibrillation</i> in saltwater-wet skin condition.....	31
Figure 4 – Example of a <i>PECS</i> assembly and its associated <i>protective equipotential bonding</i>	36
Figure 5 – Example of a <i>PECS</i> assembly and its associated <i>protective equipotential bonding</i>	37
Figure 6 – <i>Fire enclosure</i> bottom openings below an unenclosed or partially enclosed fire-hazardous component.....	63
Figure 7 – <i>Fire enclosure</i> baffle construction	64
Figure 8 – Supported and unsupported <i>enclosure</i> parts	78
Figure 9 – Impact test using a steel ball.....	86
Figure 10 – Voltage test procedures	93
Figure 11 – Protective equipotential bonding impedance test for separate unit with power fed from the <i>PECS</i> with protection for the power cable	99
Figure 12 – Protective equipotential bonding impedance test for sub-assembly with accessible parts and with power fed from the <i>PECS</i>	100
Figure 13 – Circuit for high-current arcing test.....	107
Figure 14 – Test fixture for hot-wire ignition test	108
Figure A.1 – Protection by <i>DVC As</i> with <i>protective separation</i>	125
Figure A.2 – Protection by means of <i>protective impedance</i>	126
Figure A.3 – Protection by using limited voltages	127
Figure A.4 – Touch time- d.c. voltage zones for dry skin condition	130
Figure A.5 – Touch time- d.c. voltage zones for water-wet skin condition	130
Figure A.6 – Touch time- d.c. voltage for saltwater-wet skin condition.....	131
Figure A.7 – Touch time- d.c. voltage zones of dry skin condition.....	132
Figure A.8 – Touch time- d.c. voltage zones of water-wet skin condition	132

Figure A.9 – Touch time- d.c. voltage zones of saltwater-wet skin condition	133
Figure A.10 – Touch time- d.c. voltage zones of dry skin condition.....	134
Figure A.11 – Touch time- d.c. voltage zones of water-wet skin condition.....	134
Figure A.12 – Touch time- a.c. voltage zones for dry skin condition	135
Figure A.13 – Touch time- a.c. voltage zones of water-wet skin condition.....	136
Figure A.14 – Touch time- a.c. voltage of saltwater-wet skin condition	136
Figure A.15 – Touch time- a.c. voltage zones of dry skin condition.....	137
Figure A.16 – Touch time- a.c. voltage zones of water-wet skin condition.....	138
Figure A.17 – Touch time- a.c. voltage zones of saltwater-wet skin condition	138
Figure A.18 – Touch time- a.c. voltage zones of dry skin condition.....	139
Figure A.19 – Touch time- a.c. voltage zones of water-wet skin condition.....	140
Figure A.20 – Typical waveform for a.c. <i>working voltage</i>	141
Figure A.21 – Typical waveform for d.c. <i>working voltage</i>	141
Figure A.22 – Typical waveform for pulsating <i>working voltage</i>	142
Figure F.1 – Diagram for dimensioning of clearances	157
Figure F.2 – Diagram for dimensioning of creepage distances	159
Figure F.3 – Permissible field strength for dimensioning of solid <i>insulation</i> according to Equation (1)	161
Figure H.1 – Flow chart leading to selection of the RCD type upstream of a <i>PECS</i>	163
Figure H.2 – Fault current waveforms in connections with power electronic converter devices	165
Figure I.1 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits connected to the origin of the <i>installation mains supply</i>	167
Figure I.2 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i>	168
Figure I.3 – <i>Basic insulation</i> evaluation for single and three phase equipment not <i>permanently connected</i> to the <i>mains supply</i>	168
Figure I.4 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits connected to the origin of the <i>installation mains supply</i> where internal <i>SPDs</i> are used	168
Figure I.5 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal <i>SPDs</i> are used	169
Figure I.6 – Example of <i>protective separation</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal <i>SPDs</i> are used	169
Figure I.7 – Example of <i>protective separation</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal <i>SPDs</i> are used	170
Figure I.8 – Example of <i>protective separation</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal <i>SPDs</i> are used	170
Figure I.9 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits not connected directly to the <i>mains supply</i>	170
Figure I.10 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits not connected directly to the supply mains.....	171
Figure I.11 – Functional <i>insulation</i> evaluation within circuits affected by external transients.....	171
Figure I.12 – <i>Basic insulation</i> evaluation for circuits both connected and not connected directly to the <i>mains supply</i>	172
Figure I.13 – <i>Insulation</i> evaluation for accessible circuit of DVC A	172
Figure I.14 – <i>PEC</i> with mains and non- <i>mains supply</i> without galvanic separation.....	173

Figure I.15 – Transformer (basic) isolated <i>PEC</i> inverter with <i>SPD</i> and transformer to reduce impulse voltage for functional and <i>basic insulation</i>	173
Figure J.1 – Burn threshold spread when the skin is in contact with a hot smooth surface made of bare (uncoated) metal	174
Figure J.2 – Rise in the burn threshold spread from Figure J.1 for metals which are coated by shellac varnish of a thickness of 50 µm, 100 µm and 150 µm	175
Figure J.3 – Rise in the burn threshold spread from Figure J.1 for metals coated with the specific materials	175
Figure J.4 – Burn threshold spread when the skin is in contact with a hot smooth surface made of ceramics, glass and stone materials	176
Figure J.5 – Burn threshold spread when the skin is in contact with a hot smooth surface made of plastics	176
Figure K.1 – Electrochemical potentials (V)	177
Figure L.1 – Measuring instrument	178
Figure M.1 – Sphere 50 mm probe (IPXXA)	179
Figure M.2 – Jointed test finger (IPXXB)	180
Figure M.3 – Test rod 2,5 mm (IP3X)	181
Table 1 – Alphabetical list of terms	15
Table 2 – Selection of <i>DVC</i> for touch voltage to protect against <i>ventricular fibrillation</i>	28
Table 3 – Selection of body contact area	29
Table 4 – Selection of humidity condition of the skin	29
Table 5 – Steady state voltage limits for the <i>decisive voltage classes</i>	29
Table 6 – Protection requirements for circuit under consideration	32
Table 7 – <i>PE conductor</i> cross-section ^a	38
Table 8 – Definitions of pollution degrees	43
Table 9 – Impulse withstand voltage and <i>temporary overvoltage</i> versus system voltage	46
Table 10 – Clearance distances for <i>functional</i> , <i>basic</i> or <i>supplementary insulation</i>	51
Table 11 – Creepage distances (in millimetres)	53
Table 12 – Generic materials for the direct support of uninsulated <i>live parts</i>	55
Table 13 – Permitted openings in <i>fire enclosure</i> bottoms	64
Table 14 – Maximum measured total temperatures for internal materials and components	66
Table 15 – Maximum measured temperatures for accessible parts of the <i>PECS</i>	68
Table 16 – Limits for sources without an overcurrent protective device	69
Table 17 – Limits for power sources with an overcurrent protective device	69
Table 18 – Environmental service conditions	72
Table 19 – Wire bending space from terminals to <i>enclosure</i>	76
Table 20 – Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> : carbon steel or stainless steel	79
Table 21 – Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> : aluminium, copper or brass	80
Table 22 – Test overview	83
Table 23 – Pull values for handles and manual control securement	88
Table 24 – Impulse voltage test	89
Table 25 – Impulse test voltage	90
Table 26 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to <i>mains supply</i>	91

Table 27 – A.c. or d.c. test voltage for circuits connected to <i>non-mains supply</i> without <i>temporary overvoltages</i>	92
Table 28 – Partial discharge test	95
Table 29 – Test duration for <i>protective equipotential bonding</i> test	101
Table 30 – Environmental tests	111
Table 31 – Dry heat test (steady state)	112
Table 32 – Damp heat test (steady state)	113
Table 33 – Vibration test	114
Table 34 – Salt mist test.....	114
Table 35 – Dust and sand test.....	115
Table 36 – Information requirements	116
Table A.1 – Selection of touch voltage sets to protect against <i>ventricular fibrillation</i>	128
Table A.2 – Selection of touch voltage sets to protect against <i>muscular reaction</i>	129
Table A.3 – Selection of touch voltage sets to protect against <i>startle reaction</i>	129
Table A.4 – Examples for protection against electrical shock	144
Table C.1 – Symbols used.....	146
Table D.1 – Width of grooves by pollution degree	147
Table E.1 – Correction factor for clearances at altitudes between 2 000 m and 20 000 m	155
Table E.2 – Test voltages for verifying clearances at different altitudes	155
Table F.1 – Minimum values of clearances in air at atmospheric pressure for inhomogeneous field conditions (Table 1 of IEC 60664-4:2005)	158
Table F.2 – Multiplication factors for clearances in air at atmospheric pressure for approximately homogeneous field conditions	158
Table F.3 – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (Table 2 of IEC 60664-4:2005)	160
Table G.1 – Standard cross-sections of round conductors	162

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY REQUIREMENTS FOR POWER ELECTRONIC CONVERTER SYSTEMS AND EQUIPMENT –

Part 1: General

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 62477-1 has been prepared by IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

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

FDIS	Report on voting
22/200/FDIS	22/204/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 62477 series, published under the general title *Safety requirements for power electronic convertor systems and equipment* can be found on the IEC website.

In this standard, terms in *italic* are defined in Clause 3.

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 publication using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62477-1 ed 1.0:2012

INTRODUCTION

This International Standard relates to products that include power electronic converters, with a rated system voltage not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. It specifies requirements to reduce risks of fire, electric shock, thermal, energy and mechanical hazards, except functional safety as defined in IEC 61508. The objectives of this document are to establish a common terminology and basis for the safety requirements of products that contain power electronic converters across several IEC technical committees.

This standard has been developed with the intention:

- to be used as a reference document for product committees inside TC 22 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 standard.

- 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 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.

Technical committees using this document should carefully consider the relevance of each paragraph in this document for the product under consideration and reference, add, replace or modify requirement as relevant. Product specific topics not covered by this document are in the responsibility of the technical committees using this document as reference document.

This group safety standard will not take precedence on any 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.

SAFETY REQUIREMENTS FOR POWER ELECTRONIC CONVERTER SYSTEMS AND EQUIPMENT –

Part 1: General

1 Scope

This part of IEC 62477 applies to Power Electronic Converter Systems (PECS) and equipment, their components for *electronic power conversion* and electronic power switching, including the means for their control, protection, monitoring and measurement, such as with the main purpose of converting electric power, with rated system voltages not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

This document may also be used as a reference standard for product committees producing product standards for:

- adjustable speed electric power drive systems (PDS);
- standalone uninterruptible power systems (UPS);
- low voltage stabilized d.c. power supplies.

For PECS for which no product standard exists, this standard provides minimum requirements for safety aspects.

This part of IEC 62477 has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104 for power electronic converter systems and equipment for solar, wind, tidal, wave, fuel cell or similar energy sources.

According to IEC Guide 104, one of the responsibilities of technical committees is, wherever applicable, to make use of basic safety publications and/or group safety publications in the preparation of their product standards.

This International Standard:

- establishes a common terminology for safety aspects relating to PECS and equipment;
- establishes minimum requirements for the coordination of safety aspects of interrelated parts within a PECS;
- establishes a common basis for minimum safety requirements for the PEC portion of products that contain PEC;
- specifies requirements to reduce risks of fire, electric shock, thermal, energy and mechanical hazards, during use and operation and, where specifically stated, during service and maintenance;
- specifies minimum requirements to reduce risks with respect to pluggable and permanently connected equipment, whether it consists of a system of interconnected units or independent units, subject to installing, operating and maintaining the equipment in the manner prescribed by the manufacturer.

This International Standard does not cover:

- telecommunications apparatus other than power supplies to such apparatus;
- functional safety aspects as covered by e.g. IEC 61508;
- electrical equipment and systems for railways applications and electric vehicles.

2 Normative references

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

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

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

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

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

IEC 60068-2-68, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-54:2011, *Low voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

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

IEC/TS 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

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

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available from <<http://std.iec.ch/iec60617>>)

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

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

IEC 60664-4:2005, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress*

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

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

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

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60721-3-4, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weatherprotected locations*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

IEC/TR 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60949, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*

IEC 60695-2-10, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-13, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials*

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

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

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

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

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

IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

IEC Guide 117:2010, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces*

ISO 3864-1, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas*

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

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

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

ISO 9772, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*

ANSI/ASTM E84 – 11b, *Standard test method for surface burning characteristics of building materials*

ASTM E162 – 11a, *Standard test method for surface flammability of materials using a radiant heat energy source*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62477-1 ed 1.0:2012

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	191
INTRODUCTION	193
1 Domaine d'application	194
2 Références normatives	195
3 Termes et définitions	197
4 Protection contre les dangers	206
4.1 Généralités	206
4.2 Conditions anormales et de défaut	207
4.3 Protection contre les courts-circuits et les surintensités	208
4.3.1 Généralités	208
4.3.2 Spécification de la capacité de tenue au court-circuit en entrée et au courant de court-circuit en sortie	209
4.3.3 Coordination en court-circuit (protection de secours)	210
4.3.4 Protection par plusieurs dispositifs	210
4.4 Protection contre les chocs électriques	211
4.4.1 Généralités	211
4.4.2 <i>Classe de tension déterminante</i>	211
4.4.3 Disposition relative à la <i>protection principale</i>	216
4.4.4 Disposition relative à la <i>protection en cas de défaut</i>	218
4.4.5 <i>Protection renforcée</i>	224
4.4.6 Mesures de protection	225
4.4.7 <i>Isolation</i>	227
4.4.8 Compatibilité avec les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DDR)	243
4.4.9 Décharge de condensateurs	244
4.5 Protection contre les dangers dus à l'énergie électrique	244
4.5.1 Zones d'accès de l'opérateur	244
4.5.2 Zones d'accès pour la maintenance	245
4.6 Protection contre les dangers d'incendie et thermiques	245
4.6.1 Circuits représentant un danger d'incendie	245
4.6.2 Composants représentant un danger d'incendie	246
4.6.3 <i>Enveloppes contre le feu</i>	247
4.6.4 Limites de température	251
4.6.5 Sources à puissance limitée	254
4.7 Protection contre les dangers mécaniques	256
4.7.1 Généralités	256
4.7.2 Exigences spécifiques pour le <i>SECP</i> refroidi par liquide	256
4.8 Matériels à plusieurs sources d'alimentation	257
4.9 Protection contre les contraintes environnementales	258
4.10 Protection contre les dangers dus à la pression acoustique	259
4.10.1 Généralités	259
4.10.2 Pression acoustique et niveau de bruit	259
4.11 Câblage et raccordements	260
4.11.1 Généralités	260
4.11.2 Cheminement	260
4.11.3 Codage couleur	260

4.11.4	Epissures et raccordements.....	260
4.11.5	Connexions accessibles.....	261
4.11.6	Interconnexions entre les parties d'un <i>SECP</i>	261
4.11.7	Raccordement de l'alimentation.....	261
4.11.8	Bornes de connexion.....	261
4.12	<i>Enveloppes</i>	263
4.12.1	Généralités.....	263
4.12.2	Poignées et organes de commande manuels.....	264
4.12.3	Métaux coulés.....	264
4.12.4	Tôle.....	264
4.12.5	Essai de stabilité pour <i>enveloppe</i>	267
5	Exigences d'essai.....	268
5.1	Généralités.....	268
5.1.1	Objectifs et classification des essais.....	268
5.1.2	Sélection des échantillons pour les essais.....	268
5.1.3	Séquence d'essais.....	268
5.1.4	Conditions de mise à la terre.....	268
5.1.5	Conditions générales d'essai.....	269
5.1.6	Conformité.....	269
5.1.7	Vue d'ensemble des essais.....	270
5.2	Spécifications des essais.....	272
5.2.1	Inspections visuelles (<i>essai de type</i> , <i>essai sur prélèvement</i> et <i>essai individuel de série</i>).....	272
5.2.2	Essais mécaniques.....	272
5.2.3	Essais électriques.....	277
5.2.4	Essais de fonctionnement anormal et de défauts simulés.....	293
5.2.5	Essais de matériaux.....	298
5.2.6	Essais environnementaux (<i>essais de type</i>).....	302
5.2.7	Pression hydrostatique (<i>essai de type</i> et <i>essai individuel de série</i>).....	307
6	Exigences relatives aux informations et au marquage.....	307
6.1	Généralités.....	307
6.2	Informations pour le choix.....	309
6.3	Informations pour l'installation et la mise en service.....	310
6.3.1	Généralités.....	310
6.3.2	Considérations d'ordre mécanique.....	310
6.3.3	Environnement.....	310
6.3.4	Manutention et montage.....	310
6.3.5	Température de l' <i>enveloppe</i>	311
6.3.6	Connexions.....	311
6.3.7	Exigences de protection.....	312
6.3.8	Mise en service.....	313
6.4	Informations pour l'utilisation.....	313
6.4.1	Généralités.....	313
6.4.2	Réglage.....	313
6.4.3	Étiquettes, panneaux et signaux.....	314
6.5	Informations pour la maintenance.....	316
6.5.1	Généralités.....	316
6.5.2	Décharge de condensateurs.....	316
6.5.3	Redémarrage automatique/connexion de dérivation.....	317

6.5.4	Autres dangers	317
6.5.5	Matériels à plusieurs sources d'alimentation.....	317
Annexe A (normative)	Informations supplémentaires pour la protection contre les chocs électriques	318
Annexe B (informative)	Considérations relatives à la réduction du degré de pollution	339
Annexe C (informative)	Symboles référencés dans la CEI 62477-1	340
Annexe D (normative)	Evaluation des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	341
Annexe E (informative)	Correction d'altitude pour les distances d'isolement dans l'air	348
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.....	349
Annexe G (informative)	Sections de conducteurs ronds	355
Annexe H (informative)	Principes directeurs pour la compatibilité des DDR.....	356
Annexe I (informative)	Exemples de réduction de catégorie de surtension	360
Annexe J (informative)	Seuils de brûlure pour les surfaces accessibles au toucher	367
Annexe K (informative)	Tableau des potentiels électrochimiques	370
Annexe L (informative)	Instrument de mesure du <i>courant de contact</i>	371
Annexe M (informative)	Doigts d'essai pour détermination de l'accès.....	372
Bibliographie		375
Figure 1	– Zones temps/tension crête continue de contact pour la <i>fibrillation ventriculaire</i> pour une condition de peau sèche	214
Figure 2	– Zones temps/tension crête continue de contact pour la <i>fibrillation ventriculaire</i> pour une condition de peau humide	214
Figure 3	– Zones temps/tension crête continue de contact pour la <i>fibrillation ventriculaire</i> pour une condition de peau humide-salée	215
Figure 4	– Exemple d'assemblage <i>SECP</i> et sa <i>liaison équipotentielle de protection</i> associée	220
Figure 5	– Exemple d'assemblage <i>SECP</i> et sa <i>liaison équipotentielle de protection</i> associée	221
Figure 6	– Ouvertures dans le fond d'une <i>enveloppe contre le feu</i> sous un composant représentant un danger d'incendie non enfermé ou partiellement enfermé	249
Figure 7	– Construction de l' <i>enveloppe contre le feu</i> avec plaque écran	250
Figure 8	– Parties d' <i>enveloppe</i> avec et sans châssis support.....	265
Figure 9	– Essai de choc utilisant la sphère d'acier.....	274
Figure 10	– Procédures d'essai de tension	283
Figure 11	– Essai d'impédance de la liaison équipotentielle de protection pour unité séparée alimentée par le <i>SECP</i> avec protection du câble d'alimentation	290
Figure 12	– Essai d'impédance de la liaison équipotentielle de protection pour sous-ensemble avec parties accessibles et alimenté par le <i>SECP</i>	291
Figure 13	– Circuit pour essai de formation d'arc à courant élevé	299
Figure 14	– Montage pour essai d'inflammation au fil chaud	300
Figure A.1	– Protection au moyen de la <i>CTD As</i> avec <i>séparation de protection</i>	318
Figure A.2	– Protection au moyen de l' <i>impédance de protection</i>	319
Figure A.3	– Protection au moyen de tensions limitées	320
Figure A.4	– Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau sèche	323
Figure A.5	– Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau humide	323

Figure A.6 – Zone temps-tension continue de contact pour la condition de peau humide et salée.....	324
Figure A.7 – Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau sèche	325
Figure A.8 – Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau humide	325
Figure A.9 – Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau humide et salée.....	326
Figure A.10 – Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau sèche.....	327
Figure A.11 – Zones temps-tension continue de contact pour la condition de peau humide.....	327
Figure A.12 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau sèche.....	328
Figure A.13 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau humide.....	329
Figure A.14 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau humide et salée.....	329
Figure A.15 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau sèche.....	330
Figure A.16 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau humide.....	331
Figure A.17 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau humide et salée.....	331
Figure A.18 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau sèche.....	332
Figure A.19 – Zones temps-tension alternative de contact pour la condition de peau humide.....	333
Figure A.20 – Forme d'onde type pour la <i>tension de fonctionnement</i> c.a.	334
Figure A.21 – Forme d'onde type pour la <i>tension de fonctionnement</i> c.c.	334
Figure A.22 – Forme d'onde type pour la <i>tension de fonctionnement</i> pulsante	335
Figure F.1 – Schéma de dimensionnement des distances d'isolement dans l'air.....	350
Figure F.2 – Schéma de dimensionnement des lignes de fuite	352
Figure F.3 – Champ admissible pour le dimensionnement de l' <i>isolation</i> solide selon l'Equation (1)	354
Figure H.1 – Organigramme de sélection du type de DDR en amont d'un <i>SECP</i>	356
Figure H.2 – Formes d'ondes des courants de défaut dans des montages avec convertisseurs électroniques de puissance	358
Figure I.1 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits connectés à la source du <i>réseau de l'installation</i>	360
Figure I.2 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i>	361
Figure I.3 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les matériels mono et triphasés non connectés en permanence au <i>réseau</i>	361
Figure I.4 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits connectés à la source du <i>réseau de l'installation</i> où des <i>parafoudres</i> internes sont utilisés	361
Figure I.5 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des <i>parafoudres</i> internes sont utilisés.....	362
Figure I.6 – Exemple d'évaluation de la <i>séparation de protection</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des <i>parafoudres</i> internes sont utilisés	362
Figure I.7 – Exemple d'évaluation de la <i>séparation de protection</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des <i>parafoudres</i> internes sont utilisés	363

Figure I.8 – Exemple d'évaluation de la <i>séparation de protection</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des <i>parafoudres</i> internes sont utilisés	363
Figure I.9 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits non connectés directement au <i>réseau</i>	364
Figure I.10 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits non connectés directement au <i>réseau</i>	364
Figure I.11 – Evaluation de l' <i>isolation</i> fonctionnelle des circuits affectés par les transitoires externes.....	364
Figure I.12 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits connectés et non connectés directement au <i>réseau</i>	365
Figure I.13 – Evaluation de l' <i>isolation</i> pour un circuit accessible de <i>CTD A</i>	365
Figure I.14 – <i>CEP</i> avec <i>réseau</i> et non- <i>réseau</i> sans séparation galvanique	366
Figure I.15 – Convertisseur <i>CEP</i> isolé par des transformateurs (de base) avec <i>parafoudre</i> et transformateur pour réduction de la tension de choc pour l' <i>isolation</i> fonctionnelle et l' <i>isolation principale</i>	366
Figure J.1 – Répartition du seuil de brûlure lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en métal nu (non revêtu).....	367
Figure J.2 – Augmentation de la répartition du seuil de brûlure de la Figure J.1 pour les métaux revêtus d'une gomme-laque d'une épaisseur de 50 µm, 100 µm et 150 µm	368
Figure J.3 – Augmentation de la répartition du seuil de brûlure de la Figure J.1 pour les métaux revêtus de matériaux particuliers.....	368
Figure J.4 – Répartition du seuil de brûlure lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante constituée de céramique, verre et pierres	369
Figure J.5 – Répartition du seuil de brûlure lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en plastique.....	369
Figure K.1 – Potentiels électrochimiques (V).....	370
Figure L.1 – Instrument de mesure	371
Figure M.1 – Sphère d'essai de 50 mm (IPXXA)	372
Figure M.2 – Doigt d'essai assemblé (IPXXB).....	373
Figure M.3 – Tige d'essai de 2,5 mm (IP3X)	374
Tableau 1 – Liste alphabétique des termes.....	198
Tableau 2 – Sélection de la <i>CTD</i> pour la tension de contact en cas de <i>fibrillation ventriculaire</i>	212
Tableau 3 – Choix de la surface de contact du corps	212
Tableau 4 – Choix de la condition d'humidité de la peau	212
Tableau 5 – Limites de tension en état stable pour les <i>classes de tension déterminante</i>	213
Tableau 6 – Exigences de protection pour le circuit à l'étude	216
Tableau 7 – Section du <i>conducteur de mise à la terre de protection</i> ^a	222
Tableau 8 – Définitions des degrés de pollution	228
Tableau 9 – Tension de choc et <i>surtension temporaire</i> par rapport à la tension système	230
Tableau 10 – Distances d'isolement dans l'air pour l' <i>isolation</i> fonctionnelle, principale ou supplémentaire	236
Tableau 11 – Lignes de fuite (en millimètres).....	238
Tableau 12 – Matériaux génériques utilisés pour le support direct des <i>parties actives</i> non isolées	240
Tableau 13 – Ouvertures admissibles dans les fonds des <i>enveloppes contre le feu</i>	251

Tableau 14 – Températures totales maximales mesurées pour les composants et matériaux internes	252
Tableau 15 – Températures maximales mesurées pour les parties accessibles du <i>SECP</i>	254
Tableau 16 – Limites des sources de puissance sans dispositif de protection contre les surintensités	255
Tableau 17 – Limites des sources de puissance avec dispositif de protection contre les surintensités	255
Tableau 18 – Conditions environnementales de service	259
Tableau 19 – Espace de courbure des fils des bornes à l' <i>enveloppe</i>	263
Tableau 20 – Epaisseur des tôles d' <i>enveloppes</i> : acier au carbone ou acier inoxydable.....	266
Tableau 21 – Epaisseur des tôles d' <i>enveloppes</i> : aluminium, cuivre ou laiton	267
Tableau 22 – Vue d'ensemble des essais	271
Tableau 23 – Valeurs de l'effort de traction pour la fixation des poignées et organes de contrôle manuels.....	277
Tableau 24 – Essai de tension de choc.....	278
Tableau 25 – Tension d'essai de choc.....	279
Tableau 26 – Tension d'essai alternative ou continue pour circuits raccordés directement au <i>réseau</i>	280
Tableau 27 – Tension d'essai alternative ou continue pour circuits non raccordés au <i>réseau</i> sans surtensions temporaires	281
Tableau 28 – Essai de décharge partielle	285
Tableau 29 – Durée de l'essai de <i>liaison équipotentielle de protection</i>	292
Tableau 30 – Essais environnementaux.....	303
Tableau 31 – Essai de chaleur sèche (régime permanent)	304
Tableau 32 – Essai de chaleur humide (régime permanent)	305
Tableau 33 – Essai de vibration.....	306
Tableau 34 – Essai au brouillard salin	306
Tableau 35 – Essai aux poussières et sable	307
Tableau 36 – Exigences d'informations	308
Tableau A.1 – Choix d'une tension de contact réglée pour la <i>fibrillation ventriculaire</i>	321
Tableau A.2 – Choix d'une tension de contact réglée pour un <i>fort effet musculaire</i>	322
Tableau A.3 – Choix d'une tension de contact réglée pour une <i>réaction de tressaillement</i>	322
Tableau A.4 – Exemples de protection contre les chocs électriques	337
Tableau C.1 – Symboles utilisés.....	340
Tableau D.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution	341
Tableau E.1 – Facteur de correction pour les distances d'isolement dans l'air à des altitudes comprises entre 2 000 m et 20 000 m	348
Tableau E.2 – Tensions d'essai pour la vérification des distances d'isolement dans l'air à des altitudes différentes	348
Tableau F.1 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air à la pression atmosphérique dans des conditions de champs non homogènes (Tableau 1 de la CEI 60664-4:2005)	351
Tableau F.2 – Facteurs multiplicatifs pour les distances d'isolement dans l'air à la pression atmosphérique pour des conditions de champs presque homogènes	351
Tableau F.3 – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (Tableau 2 de la CEI 60664-4:2005)	353

Tableau G.1 – Sections normales de conducteurs ronds.....	355
---	-----

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62477 1 ed 1.0:2012

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXIGENCES DE SÉCURITÉ APPLICABLES AUX SYSTÈMES ET MATÉRIELS ÉLECTRONIQUES DE CONVERSION DE PUISSANCE –

Partie 1: Généralités

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62477-1 a été établie par le comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22/200/FDIS	22/204/RVD

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