



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Safety of power converters for use in photovoltaic power systems –  
Part 1: General requirements**

**Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes  
photovoltaïques –  
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-5079-2

**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 and object.....	11
1.1 Scope.....	11
1.1.1 Equipment included in scope .....	11
1.1.2 Equipment for which other requirements may apply .....	11
1.2 Object .....	11
1.2.1 Aspects included in scope .....	11
1.2.2 Aspects excluded from scope .....	12
2 Normative references .....	12
3 Terms and definitions .....	15
4 General testing requirements.....	25
4.1 General.....	25
4.2 General conditions for testing.....	25
4.2.1 Sequence of tests.....	25
4.2.2 Reference test conditions .....	25
4.3 Thermal testing .....	28
4.3.1 General .....	28
4.3.2 Maximum temperatures .....	28
4.4 Testing in single fault condition .....	31
4.4.1 General .....	31
4.4.2 Test conditions and duration for testing under fault conditions .....	31
4.4.3 Pass/fail criteria for testing under fault conditions.....	32
4.4.4 Single fault conditions to be applied .....	33
4.5 Humidity preconditioning .....	36
4.5.1 General .....	36
4.5.2 Conditions .....	36
4.6 Backfeed voltage protection .....	36
4.6.1 Backfeed tests under normal conditions.....	37
4.6.2 Backfeed tests under single-fault conditions .....	37
4.6.3 Compliance with backfeed tests.....	37
4.7 Electrical ratings tests .....	37
4.7.1 Input ratings .....	37
4.7.2 Output ratings.....	37
5 Marking and documentation.....	37
5.1 Marking.....	37
5.1.1 General .....	37
5.1.2 Durability of markings.....	38
5.1.3 Identification.....	38
5.1.4 Equipment ratings.....	38
5.1.5 Fuse identification .....	38
5.1.6 Terminals, connections and controls.....	39
5.1.7 Switches and circuit-breakers .....	39
5.1.8 Class II equipment.....	39
5.1.9 Terminal boxes for external connections.....	40
5.2 Warning markings .....	40

5.2.1	Visibility and legibility requirements for warning markings.....	40
5.2.2	Content for warning markings .....	40
5.2.3	Sonic hazard markings and instructions.....	41
5.2.4	Equipment with multiple sources of supply.....	41
5.2.5	Excessive touch current.....	41
5.3	Documentation .....	42
5.3.1	General .....	42
5.3.2	Information related to installation.....	42
5.3.3	Information related to operation.....	43
5.3.4	Information related to maintenance.....	44
6	Environmental requirements and conditions.....	44
6.1	Environmental categories and minimum environmental conditions .....	45
6.1.1	Outdoor .....	45
6.1.2	Indoor, unconditioned .....	45
6.1.3	Indoor, conditioned .....	45
6.2	Pollution degree .....	46
6.3	Ingress protection.....	47
6.4	UV exposure .....	47
6.5	Temperature and humidity.....	47
7	Protection against electric shock and energy hazards.....	47
7.1	General.....	47
7.2	Fault conditions.....	48
7.3	Protection against electric shock .....	48
7.3.1	General .....	48
7.3.2	Decisive voltage classification .....	49
7.3.3	Protective separation.....	52
7.3.4	Protection against direct contact.....	52
7.3.5	Protection in case of direct contact.....	57
7.3.6	Protection against indirect contact.....	60
7.3.7	Insulation including clearance and creepage distances.....	68
7.3.8	Residual Current Detection (RCD) or Monitoring (RCM) device compatibility .....	79
7.3.9	Protection against shock hazard due to stored energy.....	79
7.4	Protection against energy hazards .....	80
7.4.1	Determination of hazardous energy level.....	80
7.4.2	Operator access areas .....	81
7.4.3	Service access areas .....	81
7.5	Electrical tests related to shock hazard .....	81
7.5.1	Impulse voltage test (type test).....	81
7.5.2	Voltage test (dielectric strength test) (type test and routine test).....	83
7.5.3	Partial discharge test (type test or sample test) .....	87
7.5.4	Touch current measurement (type test) .....	88
7.5.5	Equipment with multiple sources of supply.....	89
8	Protection against mechanical hazards.....	89
8.1	General.....	89
8.2	Moving parts .....	90
8.2.1	Protection of service persons .....	90
8.3	Stability.....	90
8.4	Provisions for lifting and carrying.....	91

8.5	Wall mounting .....	91
8.6	Expelled parts .....	92
9	Protection against fire hazards .....	92
9.1	Resistance to fire .....	92
9.1.1	Reducing the risk of ignition and spread of flame.....	92
9.1.2	Conditions for a fire enclosure .....	93
9.1.3	Materials requirements for protection against fire hazard.....	93
9.1.4	Openings in fire enclosures .....	96
9.2	Limited power sources.....	100
9.2.1	General .....	100
9.2.2	Limited power source tests .....	100
9.3	Short-circuit and overcurrent protection.....	101
9.3.1	General .....	101
9.3.2	Number and location of overcurrent protective devices.....	101
9.3.3	Short-circuit co-ordination (backup protection).....	102
10	Protection against sonic pressure hazards.....	102
10.1	General.....	102
10.2	Sonic pressure and sound level.....	102
10.2.1	Hazardous noise levels.....	102
11	Protection against liquid hazards .....	103
11.1	Liquid containment, pressure and leakage.....	103
11.2	Fluid pressure and leakage .....	103
11.2.1	Maximum pressure .....	103
11.2.2	Leakage from parts.....	103
11.2.3	Overpressure safety device .....	104
11.3	Oil and grease.....	104
12	Chemical hazards.....	104
12.1	General.....	104
13	Physical requirements .....	104
13.1	Handles and manual controls .....	104
13.1.1	Adjustable controls .....	105
13.2	Securing of parts.....	105
13.3	Provisions for external connections .....	105
13.3.1	General .....	105
13.3.2	Connection to an a.c. mains supply .....	106
13.3.3	Wiring terminals for connection of external conductors .....	110
13.3.4	Supply wiring space.....	111
13.3.5	Wire bending space for wires 10 mm <sup>2</sup> and greater .....	111
13.3.6	Disconnection from supply sources.....	112
13.3.7	Connectors, plugs and sockets .....	112
13.3.8	Direct plug-in equipment.....	113
13.4	Internal wiring and connections .....	113
13.4.1	General .....	113
13.4.2	Routing.....	113
13.4.3	Colour coding .....	113
13.4.4	Splices and connections .....	114
13.4.5	Interconnections between parts of the PCE .....	114
13.5	Openings in enclosures .....	114

13.5.1	Top and side openings .....	114
13.6	Polymeric materials .....	116
13.6.1	General .....	116
13.6.2	Polymers serving as enclosures or barriers preventing access to hazards .....	117
13.6.3	Polymers serving as solid insulation .....	117
13.6.4	UV resistance .....	118
13.7	Mechanical resistance to deflection, impact, or drop .....	118
13.7.1	General .....	118
13.7.2	250 N deflection test for metal enclosures .....	119
13.7.3	7 J impact test for polymeric enclosures .....	119
13.7.4	Drop test .....	119
13.8	Thickness requirements for metal enclosures .....	120
13.8.1	General .....	120
13.8.2	Cast metal .....	120
13.8.3	Sheet metal .....	120
14	Components .....	122
14.1	General .....	122
14.2	Motor overtemperature protection .....	124
14.3	Overtemperature protection devices .....	124
14.4	Fuse holders .....	124
14.5	Mains voltage selecting devices .....	124
14.6	Printed circuit boards .....	124
14.7	Circuits or components used as transient overvoltage limiting devices .....	125
14.8	Batteries .....	125
14.8.1	Battery enclosure ventilation .....	125
14.8.2	Battery mounting .....	126
14.8.3	Electrolyte spillage .....	126
14.8.4	Battery connections .....	127
14.8.5	Battery maintenance instructions .....	127
14.8.6	Battery accessibility and maintainability .....	127
15	Software and firmware performing safety functions .....	127
Annex A (normative)	Measurement of clearances and creepage distances .....	128
Annex B (normative)	Programmable equipment .....	133
Annex C (normative)	Symbols to be used in equipment markings .....	134
Annex D (informative)	Test probes for determining access .....	136
Annex E (informative)	RCDs .....	138
Annex F (informative)	Altitude correction for clearances .....	140
Annex G (informative)	Clearance and creepage distance determination for frequencies greater than 30 kHz .....	141
Annex H (informative)	Measuring instrument for touch current measurements (see 7.5.4) .....	144
Annex I (informative)	Examples of protection, insulation, and overvoltage category requirements for PCE .....	146
Annex J (normative)	Ultraviolet light conditioning test .....	150
Figure 1	– Functional summary of protective measures against electric shock .....	48
Figure 2	– Typical waveform for a.c. working voltage .....	51

Figure 3 – Typical waveform for d.c. working voltage .....	51
Figure 4 – Typical waveform for pulsating working voltage.....	52
Figure 5 – Examples for protection against direct contact for DVC-C circuits .....	56
Figure 6 – Protection by DCV A with protective separation.....	57
Figure 7 – Protection by means of protective impedance .....	58
Figure 8 – Protection by limitation of discharge energy .....	59
Figure 9 – Protection by means of voltage limitation .....	60
Figure 10 – Examples of protective bonding and earthing .....	61
Figure 11 – Protective bonding impedance test for separate unit with power fed from the PCE with overcurrent protection for the power cable .....	64
Figure 12 – Protective bonding impedance test for separate unit with accessible parts and with power fed from the PCE without overcurrent protection.....	64
Figure 13 – Voltage test procedures .....	85
Figure 14 – Fire enclosure bottom openings below an unenclosed or partially enclosed component.....	97
Figure 15 – Fire enclosure baffle construction.....	98
Figure 16 – Examples of cross-sections of designs of openings preventing vertical access .....	115
Figure 17 – Examples of louver design .....	115
Figure 18 – Enclosure openings.....	116
Figure 19 – Methods of compliance verification.....	123
Figure A.1 – Narrow groove .....	128
Figure A.2 – Wide groove .....	129
Figure A.3 – V-shaped groove .....	129
Figure A.4 – Rib.....	129
Figure A.5 – Uncemented joint with narrow groove .....	129
Figure A.6 – Uncemented joint with wide groove .....	130
Figure A.7 – Uncemented joint with narrow and wide grooves .....	130
Figure A.8 – Narrow recess .....	130
Figure A.9 – Wide recess.....	131
Figure A.10 – Intervening, unconnected conductive part .....	131
Figure A.11 – Distance for multilayer PWBs.....	132
Figure D.1 – Test finger .....	136
Figure D.2 – Test pin .....	137
Figure D.3 – Straight unjointed test finger .....	137
Figure E.1 – Flow chart leading to selection of the RCD/RCM type upstream of a PCE .....	138
Figure G.1 – Clearance distance determination for frequencies greater than 30 kHz.....	141
Figure G.2 – Creepage distance determination for frequencies greater than 30 kHz.....	142
Figure H.1 – Measuring instrument .....	144
Figure H.2 – Alternative measuring instrument.....	145
Figure I.1 – Transformer (basic) isolated PV inverter .....	147
Figure I.2 – Transformer (basic) isolated PV inverter with SPD to reduce impulse voltage for functional insulation.....	147
Figure I.3 – Isolated PV inverter with SPD to reduce impulse voltage for basic insulation .....	148

Figure I.4 – Transformer isolated auxiliary circuit with reinforced insulation .....	148
Figure I.5 – Transformerless PV inverter.....	149
Table 1 – Total temperature limits for transformers, inductors, and other coils and their insulation systems .....	30
Table 2 – Total temperature limits for materials and components where manufacturer’s ratings and component standards do not exist (see 4.3.2.1).....	30
Table 3 – Total touch temperature limits for accessible surfaces.....	31
Table 4 – Environmental categories, environmental conditions, and test requirements.....	46
Table 5 – Reduction of the pollution degree of internal environment through the use of additional protection .....	47
Table 6 – Summary of the limits of the decisive voltage classes .....	49
Table 7 – Examples of application of insulation and separation.....	50
Table 8 – Insulation between accessible unearthed parts and DVC-A or -B circuits adjacent to DVC-B or -C circuits .....	55
Table 9 – Values of accessible capacitance and charging voltage (threshold of pain) .....	59
Table 10 – Test duration for protective bonding test.....	65
Table 11 – External protective earthing conductor cross-section .....	66
Table 12 – Insulation voltage for low voltage circuits .....	71
Table 13 – Clearance distances.....	73
Table 14 – Creepage distances (mm).....	75
Table 15 – Impulse voltage test .....	82
Table 16 – Impulse test voltage .....	83
Table 17 – AC or DC test voltage for circuits connected directly to the mains .....	84
Table 18 – a.c. or d.c. test voltage for circuits not connected directly to the mains.....	84
Table 19 – Partial discharge test.....	88
Table 20 – Summary of material flammability requirements.....	96
Table 21 – Allowable openings in fire enclosure bottoms .....	98
Table 22 – Limits for inherently limited power sources .....	101
Table 23 – Limits for power sources not inherently limited .....	101
Table 24 – Sizes of conductors.....	108
Table 25 – Physical tests on power supply cords .....	109
Table 26 – Wire bending space from terminals to obstructions .....	112
Table 27 – Minimum property retention limits after UV exposure .....	118
Table 28 – Thickness of sheet metal for enclosures: Carbon steel or stainless steel.....	121
Table 29 – Thickness of sheet metal for enclosures: aluminium, copper or brass.....	122
Table A.1 – Value of X.....	128
Table C.1 – Symbols.....	134
Table F.1 – Correction factor for clearances at altitudes above 2 000 m (see 7.3.7.4.1).....	140
Table F.2 – Test voltages for verifying clearances at different altitudes.....	140
Table G.1 – Minimum values of clearances in air at atmospheric pressure for inhomogeneous field conditions (Table 1 of IEC 60664-4).....	142
Table G.2 – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (Table 2 of IEC 60664-4) .....	143

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### SAFETY OF POWER CONVERTERS FOR USE IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS –

#### Part 1: General requirements

#### FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62109-1 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This bilingual version (2019-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2010-04.

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

FDIS	Report on voting
82/593/FDIS	82/597/RVD

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



The French version of this standard has not been voted upon.

A list of all parts of IEC 62109 series, under the general title, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems*, can be found on the IEC website.

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

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

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

## INTRODUCTION

This Part of IEC 62109 specifies the safety requirements that are generally applicable to all equipment within its scope. For certain types of equipment, these requirements will be supplemented or modified by the special requirements of one or more subsequent parts (for example IEC 62109-2, IEC 62109-3, etc.) of the standard which must be read in conjunction with the Part 1 requirements.

# SAFETY OF POWER CONVERTERS FOR USE IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS –

## Part 1: General requirements

### 1 Scope and object

#### 1.1 Scope

This part of IEC 62109 applies to the power conversion equipment (PCE) for use in Photovoltaic (PV) systems where a uniform technical level with respect to safety is necessary. This standard defines the minimum requirements for the design and manufacture of PCE for protection against electric shock, energy, fire, mechanical and other hazards.

This standard provides general requirements applicable to all types of PV PCE. There are additional parts of this standard that provide specific requirements for the different types of power converters, such as Part 2 - inverters. Additional parts may be published as new products and technologies are commercialised.

##### 1.1.1 Equipment included in scope

This standard covers PCE connected to systems not exceeding maximum PV source circuit voltage of 1 500 V d.c. The equipment may also be connected to systems not exceeding 1 000 V a.c. at the a.c. mains circuits, non-mains a.c. load circuits, and to other DC source or load circuits such as batteries. This standard may be used for accessories for use with PCE, except where more appropriate standards exist.

Evaluation of PCE to this standard includes evaluation of all features and functions incorporated in or available for the PCE, or referred to in the documentation provided with the PCE, if such features or functions can affect compliance with the requirements of this standard.

##### 1.1.2 Equipment for which other requirements may apply

This standard has not been written to address characteristics of power sources other than photovoltaic systems, such as wind turbines, fuel cells, rotating machine sources, etc.

NOTE 1 Requirements for other sources may be incorporated in the IEC 62109 series in the future.

Additional or other requirements are necessary for equipment intended for use in explosive atmospheres (see IEC 60079), aircraft, marine installations, electromedical applications (see IEC 60601) or at elevations above 2 000 m.

NOTE 2 Requirements are included for adjustment of clearance distances for higher elevations, but not for other factors related to elevation, such as thermal considerations

### 1.2 Object

#### 1.2.1 Aspects included in scope

The purpose of the requirements of this part of IEC 62109 is to ensure that the design and methods of construction used provide adequate protection for the operator and the surrounding area against:

- a) electric shock and energy hazards;
- b) mechanical hazards;

- c) excessive temperature hazards;
- d) spread of fire from the equipment;
- e) chemical hazards;
- f) sonic pressure hazards;
- g) liberated fluids, gases and explosion hazards.

NOTE Servicing personnel are expected to have the necessary knowledge and skill to use reasonable care in dealing with hazards associated with the operation, repair and maintenance of this equipment. Based upon this premise, this standard provides only limited requirements (for example markings or guarding) intended to protect service personnel from hazards that may not be apparent even to trained personnel.

### 1.2.2 Aspects excluded from scope

Aspects not covered by this standard include, but are not limited to, the following:

- a) functional reliability, performance or other properties of the equipment not related to safety;
- b) effectiveness of transport packaging;
- c) EMC requirements;
- d) installation requirements, which are covered by local and national installation codes.

NOTE This standard does provide requirements for PCE intended to ensure that the PCE can be installed in a safe manner, including requirements for installation instructions provided with the product.

## 2 Normative references

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

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

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

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

IEC 60216-1, *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

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

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60216-6, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 6: Determination of thermal endurance indices (TI and RTE) of an insulating material using the fixed time frame method*

IEC 60227-1:2007, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements*

IEC 60245-1:2003, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*

IEC 60309 (all parts), *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

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

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-5-54, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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

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

IEC 60664 (all parts), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

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

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

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

IEC 60695-11-10, *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 60730-1:2010, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

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

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

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

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

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

IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179 (all parts), *Plastics – Determination of Charpy impact properties*

ISO 180, *Plastics – Determination of Izod impact strength*

ISO 261, *ISO general purpose metric screw threads – General plan*

ISO 262, *ISO general purpose metric screw threads – Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 527 (all parts), *Plastics – Determination of tensile properties*

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

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

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

ISO 4892-4, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 4: Open-flame carbon-arc lamps*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 8256, *Plastics – Determination of tensile-impact strength*

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

ISO 9614-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 2: Measurement by scanning*

ISO 9614-3, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 3: Precision method for measurement by scanning*

ANSI/ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*

ANSI UL 746B, *Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*

ANSI UL 746C, *Polymeric Materials – Use in Electrical Equipment Evaluations*

ASTM E162, *Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	159
INTRODUCTION.....	161
1 Domaine d'application et objectif .....	162
1.1 Domaine d'application.....	162
1.1.1 Équipements inclus dans le domaine d'application.....	162
1.1.2 Équipement pour lequel d'autres exigences peuvent s'appliquer .....	162
1.2 Objet.....	163
1.2.1 Aspects inclus dans le domaine d'application .....	163
1.2.2 Aspects exclus du domaine d'application .....	163
2 Références normatives .....	163
3 Termes et définitions .....	166
EUT ( <i>Equipment Under Test, en anglais</i> ) .....	168
très basse tension (TBT).....	168
Isc PV .....	170
Vmax PV.....	177
4 Exigences d'essai générales.....	177
4.1 Généralités .....	177
4.2 Conditions générales d'essai .....	178
4.2.1 Séquence d'essais.....	178
4.2.2 Conditions d'essai de référence.....	178
4.3 Essais thermiques.....	181
4.3.1 Généralités.....	181
4.3.2 Températures maximales.....	181
4.4 Essais dans des conditions de défaut unique .....	184
4.4.1 Généralités.....	184
4.4.2 Conditions d'essai et durée des essais dans les conditions de défaut.....	184
4.4.3 Conformité après application des conditions de défaut .....	185
4.4.4 Conditions de défaut unique à appliquer .....	186
4.5 Pré-conditionnement relatif à l'humidité .....	189
4.5.1 Généralités.....	189
4.5.2 Conditions .....	189
4.6 Protection contre les retours de tension .....	189
4.6.1 Essais relatifs aux retours de tension dans des conditions normales .....	190
4.6.2 Essais relatifs aux retours de tension dans des conditions de défaut unique .....	190
4.6.3 Conformité avec les essais relatifs aux retours de tension .....	190
4.7 Essais relatifs aux caractéristiques assignées électriques.....	190
4.7.1 Caractéristiques assignées d'entrée .....	190
4.7.2 Caractéristiques assignées de sortie .....	191
5 Marquage et documentation .....	191
5.1 Marquage .....	191
5.1.1 Généralités.....	191
5.1.2 Durabilité des marquages .....	191
5.1.3 Identification.....	191
5.1.4 Caractéristiques assignées de l'équipement .....	192
5.1.5 Identification des fusibles .....	192

5.1.6	Bornes, connexions et commandes.....	192
5.1.7	Interrupteurs et disjoncteurs .....	193
5.1.8	Équipement de classe II .....	193
5.1.9	Boîtes à bornes pour connexions externes .....	193
5.2	Marquages avertisseurs .....	193
5.2.1	Exigences relatives à la visibilité et la lisibilité des marquages avertisseurs.....	193
5.2.2	Contenu des marquages avertisseurs .....	194
5.2.3	Marquages et instructions relatifs aux dangers acoustiques.....	195
5.2.4	Équipement muni de multiples sources d'alimentation .....	195
5.2.5	Courant de contact excessif.....	195
5.3	Documentation.....	195
5.3.1	Généralités .....	195
5.3.2	Informations relatives à l'installation .....	196
5.3.3	Informations relatives au fonctionnement.....	197
5.3.4	Informations relatives à la maintenance .....	197
6	Exigences et conditions d'environnement .....	198
6.1	Catégories d'environnement et conditions d'environnement minimales.....	199
6.1.1	En extérieur.....	199
6.1.2	En intérieur, sans conditionnement .....	199
6.1.3	En intérieur, avec conditionnement .....	199
6.2	Degré de pollution.....	200
6.3	Protection contre la pénétration .....	201
6.4	Exposition aux rayons UV .....	201
6.5	Température et humidité .....	202
7	Protection contre les chocs électriques et les dangers liés à l'électricité .....	202
7.1	Généralités .....	202
7.2	Conditions de défaut.....	202
7.3	Protection contre les chocs électriques .....	202
7.3.1	Généralités .....	202
7.3.2	Classification de la tension déterminante .....	204
7.3.3	Séparation de protection.....	207
7.3.4	Protection contre les contacts directs .....	208
7.3.5	Protection en cas de contact direct.....	212
7.3.6	Protection contre les contacts indirects.....	215
7.3.7	Isolation comprenant une distance d'isolement et une ligne de fuite .....	223
7.3.8	Compatibilité avec le dispositif de protection à courant différentiel résiduel (DDR) ou de surveillance à courant résiduel (RCM).....	235
7.3.9	Protection contre le danger de choc dû à l'énergie stockée.....	236
7.4	Protection contre les dangers liés à l'énergie électrique .....	237
7.4.1	Détermination du niveau d'énergie dangereux .....	237
7.4.2	Zones d'accès des opérateurs .....	237
7.4.3	Zones d'accès au service .....	238
7.5	Essais électriques liés à un danger de choc électrique.....	238
7.5.1	Essai de tension de choc (essai de type).....	238
7.5.2	Essai de tension (essai de rigidité diélectrique) (essai de type et essai individuel de série) .....	240
7.5.3	Essai de décharge partielle (essai de type ou essai sur échantillon) .....	244
7.5.4	Mesure du courant de contact (essai de type).....	245



7.5.5	Équipement avec plusieurs sources d'alimentation .....	246
8	Protection contre les dangers mécaniques.....	247
8.1	Généralités .....	247
8.2	Parties mobiles .....	247
8.2.1	Protection du personnel d'entretien.....	247
8.3	Stabilité .....	248
8.4	Dispositions relatives au levage et au transport .....	248
8.5	Fixation murale .....	249
8.6	Parties expulsées .....	249
9	Protection contre les dangers d'incendie.....	249
9.1	Résistance à l'incendie .....	249
9.1.1	Réduction du risque d'inflammation et de propagation des flammes.....	249
9.1.2	Conditions à la présence d'une enveloppe contre l'incendie.....	250
9.1.3	Exigences relatives à la protection des matériaux contre les dangers d'incendie .....	251
9.1.4	Ouvertures dans les enveloppes contre l'incendie.....	254
9.2	Sources de courant limité.....	258
9.2.1	Généralités .....	258
9.2.2	Essais d'une source de courant limité .....	258
9.3	Protection contre les courts-circuits et les surintensités .....	259
9.3.1	Généralités .....	259
9.3.2	Nombre et emplacement des dispositifs de protection contre les sursintensités .....	260
9.3.3	Protection en court-circuit (protection de secours) .....	260
10	Protection contre les dangers de pression sonore.....	260
10.1	Généralités .....	260
10.2	Pression sonore et niveau acoustique .....	261
10.2.1	Niveaux de bruit dangereux .....	261
11	Protection contre les dangers liés aux liquides .....	261
11.1	Pression, fuite et rétention de liquides .....	261
11.2	Pression et fuite de liquide.....	261
11.2.1	Pression maximale .....	262
11.2.2	Fuite des pièces .....	262
11.2.3	Dispositif de protection contre les surpressions .....	262
11.3	Huile et graisse.....	262
12	Dangers chimiques .....	263
12.1	Généralités .....	263
13	Exigences physiques .....	263
13.1	Poignées et commandes manuelles .....	263
13.1.1	Commandes réglables .....	263
13.2	Fixation des pièces .....	264
13.3	Dispositions relatives aux connexions externes.....	264
13.3.1	Généralités .....	264
13.3.2	Connexion à un réseau c.a. ....	264
13.3.3	Bornes de câblage pour la connexion de conducteurs externes .....	269
13.3.4	Espace de câblage d'alimentation.....	271
13.3.5	Espace de flexion de câbles d'au moins 10 mm <sup>2</sup> .....	271
13.3.6	Coupage des sources d'alimentation .....	271
13.3.7	Connecteurs, fiches et socles .....	272

13.3.8	Équipement directement enfichable .....	272
13.4	Connexions et câblage internes .....	273
13.4.1	Généralités .....	273
13.4.2	Acheminement.....	273
13.4.3	Code couleur .....	273
13.4.4	Jonctions et connexions .....	273
13.4.5	Interconnexions entre parties du PCE.....	274
13.5	Ouvertures dans les enveloppes .....	274
13.5.1	Ouvertures au sommet et latérales .....	274
13.6	Polymères.....	276
13.6.1	Généralités .....	276
13.6.2	Polymères servant d'enveloppes ou de barrières et évitant l'exposition aux dangers.....	277
13.6.3	Polymères servant d'isolation solide .....	277
13.6.4	Résistance aux rayons UV.....	278
13.7	Résistance mécanique à la déformation, au choc ou à une chute.....	279
13.7.1	Généralités .....	279
13.7.2	Essai de déformation à 250 N pour les enveloppes métalliques .....	280
13.7.3	Essai de choc à 7 J pour les enveloppes polymères .....	280
13.7.4	Essai de chute.....	280
13.8	Exigences des enveloppes métalliques en matière d'épaisseur .....	280
13.8.1	Généralités .....	280
13.8.2	Métal fondu .....	280
13.8.3	Tôle .....	281
14	Composants .....	283
14.1	Généralités .....	283
14.2	Protection contre les températures excessives d'un moteur .....	285
14.3	Dispositifs de protection contre les températures excessives .....	285
Pendant l'essai, les dispositifs à réarmement doivent fonctionner à chaque fois que la condition de défaut unique est appliquée et les dispositifs sans réarmement doivent fonctionner une fois. Après l'essai, les dispositifs à réarmement ne doivent présenter aucun signe de dommage pouvant empêcher leur fonctionnement dans une condition de défaut unique ultérieure. ....		
14.4	Porte-fusibles.....	285
14.5	Dispositifs de sélection de la tension réseau.....	285
14.6	Cartes de circuit imprimé .....	286
14.7	Circuits ou composants utilisés en tant que dispositifs de limitation de surtension transitoire .....	286
14.8	Batteries .....	286
14.8.1	Ventilation de l'enveloppe de batterie .....	286
14.8.2	Fixation de batterie .....	287
14.8.3	Déversement d'électrolyte .....	288
14.8.4	Connexions de batterie.....	288
14.8.5	Instructions relatives à la maintenance de la batterie.....	288
14.8.6	Accessibilité et maintenabilité des batteries.....	288
15	Logiciel et micrologiciel exécutant des fonctions de sécurité.....	288
Annexe A (normative) Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite.....		290
Règle: la distance d'isolement est le plus court chemin direct parcouru par l'air sur la surface de la nervure. Le chemin de la ligne de fuite suit le contour de la nervure.....		
		291

Règle: La distance d'isolement et le chemin de la ligne de fuite sont tels que représentés. ....	292
Condition: Entrefer entre la tête de vis et la paroi du renforcement assez large pour être prise en compte. ....	293
Lorsque la valeur de $d$ ou $D$ est inférieure à $X$ , elle doit être considérée comme égale à zéro. ....	294
Annexe B (normative) Equipement programmable. ....	295
B.1 Logiciel ou micrologiciel exécutant des fonctions essentielles de sécurité. ....	295
B.2 Evaluation d'un logiciel utilisant des commandes. ....	295
B.2.1 Analyse des risques. ....	295
Annexe C (normative) Symboles à utiliser pour les marquages de l'équipement. ....	297
Annexe D (informative) Sondes d'essai pour déterminer l'accès. ....	299
Annexe E (informative) Dispositifs DDR. ....	301
E.1 Sélection du type de DDR dans les circuits AC. ....	301
Annexe F (informative) Correction des distances d'isolement en fonction de l'altitude. ....	304
Annexe G (informative) Détermination de la distance d'isolement et de la ligne de fuite pour des fréquences supérieures à 30 kHz. ....	305
G.1 Distances d'isolement. ....	305
G.2 Lignes de fuite. ....	306
Annexe H (informative) Instrument pour mesures de courant de contact (voir 7.5.4). ....	308
H.1 Instrument de mesure. ....	308
H.2 Autre instrument de mesure. ....	308
Annexe I (informative) Exemples d'exigences appliquées à un PCE pour les catégories protection, isolation et surtension. ....	310
I.1 Exemple numérique. ....	310
I.2 Exemples illustratifs. ....	310
Annexe J (normative) Essai de conditionnement au rayonnement ultraviolet (voir 13.6.4). ....	316
J.1 Généralités. ....	316
J.2 Montage des échantillons d'essai. ....	316
J.3 Appareil d'exposition à la lumière d'un arc au carbone. ....	316
J.4 Appareil d'exposition à la lumière d'un arc au xénon. ....	316
Figure 1 – Récapitulatif des mesures de protection contre les chocs électriques. ....	203
Figure 2 – Forme d'onde typique pour une tension de fonctionnement c.a. ....	206
Figure 3 – Forme d'onde typique pour une tension de fonctionnement c.c. ....	206
Figure 4 – Forme d'onde typique pour une tension de fonctionnement pulsatoire. ....	207
Figure 5 – Exemples de protection contre un contact direct pour les circuits de classe DVC-C. ....	211
Figure 6 – Protection par DCV A avec séparation de protection. ....	212
Figure 7 – Protection par impédance de protection. ....	213
Figure 8 – Protection par limite d'énergie de décharge. ....	214
Figure 9 – Protection par limitation de tension. ....	215
Figure 10 – Exemples de liaison et de mise à la terre de protection. ....	216
Figure 11 – Essai d'impédance de la liaison de protection pour unité séparée alimentée par le PCE avec protection contre les surintensités du câble d'alimentation. ....	219
Figure 12 – Essai d'impédance de la liaison de protection pour unité séparée avec parties accessibles et alimentée par le PCE sans protection contre les surintensités. ....	219

Figure 13 – Modes opératoires d'essai de tension.....	243
Figure 14 – Ouvertures au bas d'une enveloppe contre l'incendie en dessous d'un composant partiellement enveloppé ou non-enveloppé .....	255
Figure 15 – Construction de chicane d'une enveloppe contre l'incendie .....	256
Figure 16 – Exemples de sections de conceptions d'ouvertures empêchant un accès vertical.....	275
Figure 17 – Exemples de conception de persiennes.....	275
Figure 18 – Ouvertures d'enveloppe .....	276
Figure 19 – Méthodes de vérification de la conformité .....	284
Figure A.1 – Sillon étroit .....	290
Figure A.2 – Sillon large .....	291
Figure A.3 – Sillon en forme de V .....	291
Figure A.4 – Nervure.....	291
Figure A.5 – Jointure non cimentée avec un sillon étroit .....	292
Figure A.6 – Jointure non cimentée avec un sillon large.....	292
Figure A.7 – Jointure non cimentée avec des sillons étroit et large .....	292
Figure A.8 – Renforcement étroit .....	293
Figure A.9 – Renforcement large.....	293
Figure A.10 – Partie conductrice non connectée, intermédiaire .....	294
Figure A.11 – Distance pour cartes imprimées multicouches .....	294
Figure D.1 – Doigt d'épreuve .....	300
Figure D.2 – Broche d'essai.....	300
Figure D.3 – Doigt d'épreuve droit sans jointure.....	300
Figure E.1 – Organigramme permettant de choisir le type de dispositif DDR/RCM en amont d'un PCE.....	302
Figure G.1 – Détermination de la distance d'isolement pour des fréquences supérieures à 30 kHz.....	305
Figure G.2 – Détermination de la ligne de fuite pour des fréquences supérieures à 30 kHz .....	306
Figure H.1 – Instrument de mesure .....	308
Figure H.2 – Autre instrument de mesure.....	309
Figure I.1 – Onduleur photovoltaïque avec isolation (principale) par transformateur.....	311
Figure I.2 – Onduleur photovoltaïque avec isolation (principale) par transformateur et avec dispositifs SPD pour réduire la tension de choc pour une isolation fonctionnelle.....	312
Figure I.3 – Onduleur photovoltaïque avec isolation avec dispositifs SPD pour réduire la tension de choc pour une isolation principale .....	313
Figure I.4 – Circuit auxiliaire isolé par transformateur avec isolation renforcée .....	314
Figure I.5 – Onduleur photovoltaïque sans transformateur .....	315
Tableau 1 – Limites de températures absolues pour les transformateurs, inductances et autres bobines et leurs systèmes d'isolement .....	182
Tableau 2 – Limites de températures absolues pour les matériaux et composants pour lesquels aucune caractéristique assignée du fabricant ni aucune norme relative au composant n'existe (voir 4.3.2.1) .....	183
Tableau 3 – Limites de températures absolues de contact pour les surfaces accessibles.....	183

Tableau 4 – Catégories d'environnement, conditions d'environnement et exigences d'essai .....	200
Tableau 5 – Réduction du degré de pollution de l'environnement interne à l'aide d'une protection supplémentaire.....	201
Tableau 6 – Récapitulatif des limites des classes de tension déterminante .....	204
Tableau 7 – Exemples d'application d'isolation et de séparation .....	205
Tableau 8 – Isolation entre les parties accessibles non reliées à la terre et les circuits de classe DVC A ou B adjacents aux circuits de classe DVC B ou C.....	210
Tableau 9 – Valeurs de capacité accessible et de tension de charge (seuil de douleur) .....	214
Tableau 10 – Durée de l'essai de liaison de protection.....	220
Tableau 11 – Section du conducteur de mise à la terre de protection externe .....	221
Tableau 12 – Tension d'isolement pour circuits basse tension .....	227
Tableau 13 – Distances d'isolement.....	229
Tableau 14 – Lignes de fuite (mm).....	231
Tableau 15 – Essai de tension de choc.....	239
Tableau 16 – Tension de l'essai aux ondes de choc.....	240
Tableau 17 – Tension d'essai c.a. ou c.c. des circuits reliés directement au réseau.....	241
Tableau 18 – Tension d'essai c.a. ou c.c. des circuits non reliés directement au réseau .....	241
Tableau 19 – Essai de décharge partielle .....	245
Tableau 20 – Résumé des exigences relatives à l'inflammabilité des matériaux .....	254
Tableau 21 – Ouvertures autorisées dans le bas des enveloppes contre l'incendie .....	256
Tableau 22 – Limites des sources de courant limitées par nature.....	259
Tableau 23 – Limites des sources de courant non limitées par nature .....	259
Tableau 24 – Tailles des conducteurs .....	267
Tableau 25 – Essais physiques sur des cordons d'alimentation.....	268
Tableau 26 – Espace de flexion des câbles entre les bornes et les obstructions .....	271
Tableau 27 – Limites minimales de rétention des propriétés après exposition à des rayons UV.....	279
Tableau 28 – Épaisseur de la tôle des enveloppes: acier au carbone ou acier inoxydable .....	281
Tableau 29 – Épaisseur de la tôle des enveloppes: aluminium, cuivre ou laiton .....	282
Tableau A.1 – Valeur de X .....	290
Tableau C.1 – Symboles .....	297
Tableau F.1 – Facteur de correction des distances d'isolement à des altitudes supérieures à 2 000 m (voir 7.3.7.4.1) .....	304
Tableau F.2 – Tensions d'essai pour vérification des distances d'isolement à différentes altitudes .....	304
Tableau G.1 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air à une pression atmosphérique dans des conditions de champ hétérogène (Tableau 1 de l'IEC 60664-4).....	306
Tableau G.2 – Valeurs minimales des lignes de fuite pour des plages de fréquences différentes (Tableau 2 de l'IEC 60664-4).....	307

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# SÉCURITÉ DES CONVERTISSEURS DE PUISSANCE UTILISÉS DANS LES SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES –

## Partie 1: Exigences générales

### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62109-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

La présente version bilingue (2019-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-04.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 82/593/FDIS et 82/597/RVD.

Le rapport de vote 82/597/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62109, présentées sous le titre général *Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

## INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62109 spécifie les exigences de sécurité généralement applicables à l'ensemble des équipements visés dans son domaine d'application. Pour certains types d'équipements, ces exigences seront complétées ou modifiées par les exigences particulières figurant dans une ou plusieurs parties ultérieures (par exemple 62109-2, 62109-3, etc.) de la norme qui doivent être lues conjointement avec les exigences de la Partie 1.



# SÉCURITÉ DES CONVERTISSEURS DE PUISSANCE UTILISÉS DANS LES SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES –

## Partie 1: Exigences générales

### 1 Domaine d'application et objectif

#### 1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62109 s'applique aux équipements de conversion de puissance (PCE – power conversion equipment en anglais) utilisés dans les systèmes photovoltaïques (PV) nécessitant un niveau technique uniforme en matière de sécurité. La présente norme définit les exigences minimales relatives à la conception et à la fabrication de PCE pour la protection contre les chocs électriques, les risques liés à l'électricité, les incendies, les dangers mécaniques et autres dangers.

La présente norme fournit des exigences générales applicables à tous les types d'équipement de conversion de puissance photovoltaïque (PV PCE). Elle comporte des parties supplémentaires définissant des exigences spécifiques aux différents types de convertisseurs de puissance, par exemple la Partie 2 – Onduleurs. Des parties supplémentaires peuvent être publiées avec la commercialisation de nouveaux produits et l'avènement de nouvelles technologies.

##### 1.1.1 Équipements inclus dans le domaine d'application

La présente norme traite des équipements de conversion de puissance reliés à des systèmes photovoltaïques dont la tension maximale ne dépasse pas 1 500 V c.c. L'équipement peut également être relié à des réseaux c.a. et à des charges c.a. non reliées au réseau ne dépassant pas 1 000 V c.a., ainsi qu'à d'autres sources de courant continu ou circuits de charge tels que les batteries. La présente norme peut s'appliquer aux accessoires à utiliser avec les PCE, excepté s'il existe des normes plus adaptées.

L'évaluation du PCE par rapport à la présente norme comprend l'évaluation de toutes les caractéristiques et fonctions intégrées ou disponibles dans le PCE, ou référencées dans la documentation fournie avec le PCE, lorsque de telles caractéristiques ou fonctions sont susceptibles d'affecter la conformité aux exigences spécifiées dans la présente norme.

##### 1.1.2 Équipement pour lequel d'autres exigences peuvent s'appliquer

La présente norme n'a pas été établie dans le but d'aborder les caractéristiques d'autres sources de production d'énergie électrique telles que les éoliennes, piles à combustible, sources de machine tournante, etc.

NOTE 1 Les exigences relatives aux autres sources seront éventuellement intégrées dans la série IEC 62109 ultérieurement.

Des exigences supplémentaires ou différentes sont nécessaires pour les équipements destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives (voir la IEC 60079), des aéronefs, des installations maritimes, pour des applications électromédicales (voir la IEC 60601) ou à une altitude supérieure à 2 000 m.

NOTE 2 Les exigences s'appliquent à l'ajustement des distances d'isolement pour des altitudes plus élevées mais non pour d'autres facteurs associés à l'altitude, tels que les considérations d'ordre thermique.

## 1.2 Objet

### 1.2.1 Aspects inclus dans le domaine d'application

L'objectif des exigences de la présente partie de l'IEC 62109 est de garantir que la conception et les méthodes de construction utilisées assurent une protection suffisante de l'opérateur et de son environnement proche, notamment contre:

- a) les chocs électriques et les dangers liés à l'énergie électrique;
- b) les dangers mécaniques;
- c) les dangers liés aux températures extrêmes;
- d) la propagation d'incendie à partir de l'équipement;
- e) les dangers chimiques;
- f) les dangers liés à la pression acoustique;
- g) les dangers liés à une explosion, à la libération de gaz et de liquides.

NOTE Le personnel d'entretien est tenu d'avoir les connaissances et les compétences nécessaires pour pouvoir prendre les précautions appropriées aux dangers associés à l'utilisation, à la réparation et à la maintenance de l'équipement. En partant de ce principe, la présente norme fournit uniquement des exigences limitées (par exemple de marquage ou de dispositif de protection) destinées à protéger le personnel d'entretien contre les dangers pouvant ne pas sembler évidents même au personnel formé.

### 1.2.2 Aspects exclus du domaine d'application

Les aspects non traités par la présente norme comprennent, sans pour autant s'y limiter, les éléments suivants:

- a) fiabilité du fonctionnement, performance ou autres propriétés de l'équipement non liées à la sécurité;
- b) efficacité de l'emballage de transport;
- c) exigences CEM (compatibilité électromagnétique);
- d) exigences relatives à l'installation, traitées par les codes d'installation locaux et nationaux.

NOTE La présente norme définit les exigences relatives aux PCE afin de garantir une installation en toute sécurité des PCE, y compris les exigences relatives aux instructions d'installation fournies avec le produit.

## 2 Références normatives

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

IEC 60085, *Isolation électrique – Evaluation et classification thermiques*

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

IEC 60216-1, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

IEC 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics* (disponible en anglais uniquement)

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens* (disponible en anglais uniquement)

IEC 60216-5, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

IEC 60216-6, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 6: Détermination des indices d'endurance thermique (TI et RTE) d'un matériau isolant en utilisant la méthode de "trame de durées fixes (fixed time frame)"*

IEC 60227-1:2007, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60245-1:2003, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60309 (toutes les parties), *Prises de courant pour usages industriels*

IEC 60320 (toutes les parties), *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

IEC 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

IEC 60364-5-54, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et conducteurs d'équipotentialité de protection*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

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

IEC 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*

IEC 60664-3:2003, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60664-4:2005, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence*

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

IEC 60695-2-20, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-20: Essais au fil incandescent/chauffant – Sensibilité à l'allumage des bobines de fils chauffants – Appareil, méthode d'essai et instructions*

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 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

IEC 60695-11-20, *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 à usage domestique et analogue – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60755, *Règles générales pour les dispositifs différentiels de protection*

IEC 60950-1:2005, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

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

IEC 61180-1, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

IEC 62020, *Petit appareillage électrique – Contrôleurs d'isolement à courant différentiel résiduel (RCM) pour usages domestiques et analogues*

ISO 178, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ISO 179 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination de la résistance au choc Charpy*

ISO 180, *Plastiques – Détermination de la résistance au choc Izod*

ISO 261, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Vue d'ensemble*

ISO 262, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Sélection de dimensions pour la boulonnerie*

ISO 527 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination des propriétés en traction*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique. Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 4892-1, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Guide général*

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

ISO 4892-4, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 4: Lampes à arc au carbone*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 8256, *Plastiques – Détermination de la résistance au choc-traction*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit. Partie 1: Mesurages par points*

ISO 9614-2, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 2: Mesurage par balayage*

ISO 9614-3, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 3: Méthode de précision pour mesurage par balayage*

ANSI/ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*

ANSI UL 746B, *Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*

ANSI UL 746C, *Polymeric Materials – Use in Electrical Equipment Evaluations*

ASTM E162, *Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source*