

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Safety qualification

Modules et ensembles photovoltaïques à concentration (CPV) – Qualification pour la sûreté de fonctionnement

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-6110-1

**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
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	13
4 Sampling	15
5 Marking	19
5.1 Nameplate	19
5.2 Hazards	20
5.2.1 High intensity light	20
5.2.2 Field connections.....	20
5.2.3 Hot surfaces	21
6 Report	21
7 Requirements for construction – Module application classes	22
7.1 General.....	22
7.2 Class II – general access, hazardous voltage, current and power, double insulated/reinforced insulation.....	22
7.2.1 Electrical output.....	22
7.2.2 Protection	22
7.2.3 Application.....	23
7.3 Class 0 – Restricted access, hazardous voltage, current and power basic insulation only with no protection from faults	23
7.3.1 Electrical output.....	23
7.3.2 Protection	23
7.3.3 Application.....	23
7.4 Class 0-X – additional fire or concentrated light hazard.....	23
7.5 Class III – general access limited voltage, current and power	23
7.5.1 Electrical output.....	23
7.5.2 Protection	23
7.5.3 Application.....	23
7.6 Fire safety.....	24
8 Construction	24
9 Modifications	24
10 Requirements for supplied documents	24
10.1 General.....	24
10.2 Fire	24
10.3 Electrical.....	24
10.4 Mechanical	25
10.5 Temperature	25
10.6 Field assembly.....	25
10.7 Component ratings.....	25
11 Overcurrent protection	25
12 Metal parts	26
12.1 Combinations of metals.....	26
12.2 Corrosion protection	26
12.3 Edges	26
13 Polymeric materials	26

13.1	General.....	26
13.1.1	Overview	26
13.1.2	Solid insulation and cemented joints	26
13.1.3	Requirements for polymers	27
13.1.4	Operational categories for CPV modules and assemblies	28
13.2	Polymers serving as an enclosure for live parts (such as a junction box, connector, or plug).....	29
13.3	Polymers serving in direct support of live parts (such as integrated terminals and potting compounds).....	29
13.4	Polymers serving as an outer surface of a receiver (such as a front sheet or back sheet on a flat-plate profile receiver in a medium-X assembly).....	29
13.5	Polymers serving as an internal electrical barrier providing the sole insulation between live parts	30
13.6	Polymers serving as encapsulants	30
13.7	Polymers serving as adhesives for attachment (such as for a junction box).....	30
13.8	Polymers serving as moisture barriers (such as edge sealants)	30
13.9	Polymers serving as gaskets or seals (such as with front glass).....	30
13.10	Polymers serving as frames (such as with flat-plate profile medium-concentration receivers).....	31
13.11	Polymers serving as CPV optics	31
13.12	Polymers exposed to sunlight, serving as a mechanical support, not functioning in categories 13.2 to 13.11	31
13.13	Polymers exposed to concentrated sunlight	31
14	Internal wiring and current-carrying parts.....	31
14.1	General.....	31
14.2	Internal wiring	31
14.3	Splices.....	31
14.4	Mechanical securement	32
15	Connections	32
15.1	Field connections – general requirements	32
15.2	Field wiring terminals	32
15.3	Connectors	33
15.4	Output lead or cables.....	33
16	Bonding and grounding.....	33
16.1	General.....	33
16.2	Lightning protection	34
17	Protection against electric shock and energy hazards.....	34
17.1	General.....	34
17.2	Fault conditions	34
17.3	Protection against electric shock.....	35
17.3.1	General	35
17.3.2	Module classification	35
17.3.3	Creepage and clearance distances	36
17.3.4	Degrees of pollution in the micro-environment	39
17.3.5	Cemented joints.....	39
18	Field wiring compartments with covers	40
18.1	General.....	41
18.2	Strain relief	41
18.3	Sharp edges	41
18.4	Conduit applications – Metallic.....	41

18.5	Conduit applications – Non-metallic	41
19	Requirements for testing – Test categories	42
19.1	General.....	42
19.2	Preconditioning tests	42
19.3	General inspection	43
19.4	Electrical shock hazard	43
19.5	Fire hazard	43
19.6	Mechanical stress	44
20	Testing	44
20.1	General.....	44
20.2	Visual inspection.....	49
20.2.1	General	49
20.2.2	Requirements	49
20.3	Accessibility test.....	50
20.3.1	Purpose	50
20.3.2	Apparatus.....	50
20.3.3	Procedure.....	50
20.3.4	Requirements	50
20.4	Grounding/Bonding path continuity test.....	50
20.4.1	Purpose	50
20.4.2	Procedure.....	50
20.4.3	Requirements	50
20.5	Dielectric voltage withstand test.....	50
20.5.1	Purpose	50
20.5.2	Procedure.....	51
20.5.3	Requirements	51
20.6	Wet insulation test	51
20.6.1	Purpose	51
20.6.2	Procedure.....	51
20.6.3	Requirements	51
20.7	Reverse current overload.....	52
20.7.1	Purpose	52
20.7.2	Procedure.....	52
20.7.3	Requirements	52
20.8	Thermal cycling.....	52
20.8.1	General	52
20.8.2	Purpose	52
20.8.3	Procedure.....	53
20.8.4	Requirements	53
20.9	Humidity freeze.....	53
20.9.1	General	53
20.9.2	Purpose	53
20.9.3	Procedure.....	53
20.9.4	Requirements	53
20.10	Damp heat	53
20.10.1	General	53
20.10.2	Purpose	53
20.10.3	Procedure.....	53
20.10.4	Requirements	54

20.11	Bypass diode thermal.....	54
20.11.1	Purpose.....	54
20.11.2	Special test sample.....	54
20.11.3	Procedure.....	54
20.11.4	Requirements.....	54
20.12	Hot spot endurance.....	54
20.12.1	General.....	54
20.12.2	Procedure.....	54
20.12.3	Requirements.....	55
20.13	Off-axis beam damage.....	55
20.13.1	General.....	55
20.13.2	Purpose.....	55
20.13.3	Special case.....	55
20.13.4	Procedure.....	55
20.13.5	Requirements.....	55
20.14	Water spray.....	55
20.14.1	General.....	55
20.14.2	Purpose.....	55
20.14.3	Procedure.....	56
20.14.4	Requirements.....	56
20.15	Mechanical load.....	56
20.15.1	Purpose.....	56
20.15.2	Procedure.....	56
20.15.3	Requirements.....	56
20.16	Robustness of terminations.....	57
20.16.1	Purpose.....	57
20.16.2	Types of terminations.....	57
20.16.3	Procedure.....	57
20.16.4	Requirements.....	57
20.17	Impulse voltage.....	57
20.17.1	Purpose.....	57
20.17.2	Requirements.....	58
20.18	CPV temperature test.....	59
20.18.1	Purpose.....	59
20.18.2	Test apparatus.....	59
20.18.3	Procedure.....	59
20.18.4	Requirements.....	60
20.19	Fire test recommendation for CPV modules.....	60
20.19.1	General.....	60
20.19.2	Burning brand fire tests.....	61
20.20	CPV electrical parameters.....	63
20.20.1	General.....	63
20.20.2	Maximum open-circuit voltage.....	63
20.20.3	Maximum short-circuit current.....	63
20.20.4	The procedure for calculating maximum power (Max P) is to be in accordance with the following:.....	64
20.21	Outdoor exposure.....	64
20.21.1	General.....	64
20.21.2	Purpose.....	64

20.21.3	Procedure.....	64
20.21.4	Requirements	64
20.22	Sharp edge test	64
20.22.1	General	64
20.22.2	Purpose.....	65
20.22.3	Procedure.....	65
20.22.4	Requirements	65
20.23	Blocked heat sink test.....	65
20.23.1	Purpose.....	65
20.23.2	Procedure.....	65
20.23.3	Requirements	66
20.24	Locked rotor test.....	66
20.24.1	Purpose.....	66
20.24.2	Procedure.....	66
20.24.3	Requirements	66
Annex A (informative)	Bimetallic junction	68
Annex B (normative)	Recommendations for testing of modules from production.....	69
B.1	General.....	69
B.2	Module output power.....	69
B.3	Insulation test	69
B.4	Wet insulation test	69
B.5	Visual inspection.....	70
B.6	Cable connections	70
B.7	Bypass diodes	70
B.8	Ground continuity.....	70
Annex C (normative)	Alternative test method for electricity safety of CPV receivers.....	71
C.1	General.....	71
C.2	Specifications for the proposed test method.....	71
C.3	Test method.....	72
C.3.1	Overview	72
C.3.2	Product identity	72
C.3.3	Manufacturer	72
C.3.4	System number.....	72
C.4	Test procedure.....	72
C.4.1	Physical background.....	72
C.4.2	Sampling	73
C.4.3	Marking	73
C.4.4	Test procedure	74
C.4.5	Pass criteria	75
Bibliography	76
Figure 1	– Schematic of a point focus dish PV concentrator.....	16
Figure 2	– Schematic of a linear focus trough PV concentrator	17
Figure 3	– Schematic of a point focus Fresnel lens PV concentrator	18
Figure 4	– Schematic of a linear focus Fresnel lens PV concentrator	19
Figure 5	– Field connection warning label	20
Figure 6	– Symbol for hot surface that can be used	21

Figure 7 – IEC 62688 safety test plan for CPV modules (IEC 62108:2016).....	46
Figure 8 – Combined IEC 62108:2016 and IEC 62688 test plan for CPV modules	47
Figure 9 – IEC 62688 safety test plan for CPV assemblies (IEC 62108:2016)	48
Figure 10 – Combined IEC 62108:2016 and IEC 62688 test plan for CPV assemblies.....	49
Figure 11 – Waveform of the impulse voltage test.....	58
Figure C.1 – Decision chart of the alternative test.....	72
Figure C.2 – Formula (C.1)	72
Figure C.3 – Example of the acceleration of the breakdown voltage degradation by the voltage stress	73
Figure C.4 – Fitting to the power function in the double logarithmic chart.....	75
Table 1 – Touch temperature limits	21
Table 2 – Sizes of terminals for supply conductors.....	33
Table 3 – Minimum acceptable clearance distances.....	37
Table 4 – Multiplication factors for clearances of equipment rated for operation at altitudes up to 5 000 m	37
Table 5 – Minimum creepage distances for basic insulation	38
Table 6 – Minimum creepage distances for reinforced insulation.....	38
Table 7 – Rated impulse voltage	39
Table 8 – Wall thickness of polymeric boxes intended for conduit	42
Table 9 – Preconditioning tests.....	42
Table 10 – General inspection tests	43
Table 11 – Electrical shock hazard tests	43
Table 12 – Fire hazard tests	43
Table 13 – Fire hazard test applicability.....	44
Table 14 – Mechanical stress tests	44
Table 15 – Impulse voltage versus maximum system voltage.....	58
Table 16 – Brand size and its number	61
Table A.1 – Voltages developed on bimetallic junction (IEC 60943:1998, Table 3).....	68
Table C.1 – Maximum acceptable testing time	74

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONCENTRATOR PHOTOVOLTAIC (CPV)
MODULES AND ASSEMBLIES – SAFETY QUALIFICATION**

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 62688 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This bilingual version (2019-01) corresponds to the English version, published in 2017-09.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
82/1299/FDIS	82/1323/RVD

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

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

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

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

CONCENTRATOR PHOTOVOLTAIC (CPV) MODULES AND ASSEMBLIES – SAFETY QUALIFICATION

1 Scope

This document describes the fundamental construction and testing requirements for Concentrator Photovoltaic (CPV) modules and assemblies in order to provide safe electrical and mechanical operation during their expected lifetime. Specific topics are provided to assess the prevention of electrical shock, fire hazards, and personal injury due to mechanical and environmental stresses.

This document attempts to define the basic requirements for various application classes of concentrator photovoltaic modules and assemblies, but it cannot be considered to encompass all national and regional codes.

This document is designed so that its test sequence can coordinate with those of IEC 62108, so that a single set of samples may be used to perform both the safety and performance evaluation of a CPV module and assembly.

CPV modules that are constructed in the flat plate module format and operate at 3X and less geometric concentration ratio are considered for evaluation according to IEC 61730-1 and IEC 61730-2.

2 Normative references

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

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

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

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

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

IEC 60243-2, *Electric strength of insulating materials – Test methods – Part 2: Additional requirements for tests using direct voltage*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment – 12-month subscription to regularly updated online database comprising all graphical symbols published in IEC 60417*

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

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

IEC TR 60664-2-1:2011, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 2-1: Application guide – Explanation of the application of the IEC 60664 series, dimensioning examples and dielectric testing*

IEC 60664-3:2016, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60695-1-10, *Fire hazard testing – Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines*

IEC 60695-1-11, *Fire hazard testing – Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Fire hazard assessment*

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

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

IEC 60904-3, *Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data*

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

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

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

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61215-2, *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 2: Test procedures*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61730-1:2016, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction*

IEC 61730-2:2016, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

IEC 62108:2016, *Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design qualification and type approval*

IEC 62305-2, *Protection against lightning – Part 2: Risk management*

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

IEC 62548, *Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements*

IEC 62670-1, *Concentrator photovoltaic (CPV) – Performance testing – Part 1: Standard conditions*

IEC 62790, *Junction boxes for photovoltaic modules – Safety requirements and tests*

IEC 62852:2014, *Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests*

ISO 179-1, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Non-instrumented impact test*

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. Media and price*

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

ISO 834-1, *Fire-resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General Requirements*

ISO TR 834-3, *Fire-resistance tests – Elements of building construction – Part 3: Commentary on test method and guide to the application of the outputs from the fire-resistance test*

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

ISO 1461, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods*

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

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

ISO 4892-2:2013, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 5657, *Reaction to fire tests – Ignitability of building products using a radiant heat source*

ISO 8124-1, *Safety of toys – Part 1: Safety aspects related to mechanical and physical properties*

ENV 1187-1 to -4, *Test methods for roof coverings under the influence of a thermal attack of burning brands and radiant heat*

ANSI/UL 790 (April 2004), *Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings*

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

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

UL 1703, *Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels*

ASTM E162-13, *Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source*

ASTM D3755-14, *Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials Under Direct-Voltage Stress*

ASTM D257-14, *Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials*

ASTM D1002-10, *Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal)*

EN 13501-1:2007 + A1, *Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	84
1 Domaine d'application	86
2 Références normatives	86
3 Termes et définitions	89
4 Echantillonnage	91
5 Marquage	96
5.1 Plaque signalétique	96
5.2 Phénomènes dangereux	97
5.2.1 Lumière de forte intensité	97
5.2.2 Connexions sur site	97
5.2.3 Surfaces brûlantes	98
6 Rapport	99
7 Exigences pour la construction – Classes d'application de modules	99
7.1 Généralités	99
7.2 Classe II – accès général, tension, courant et puissance dangereux, isolation double/renforcée	100
7.2.1 Sortie électrique	100
7.2.2 Protection	100
7.2.3 Application	100
7.3 Classe 0 – Accès limité, tension, courant et puissance dangereux, isolation principale uniquement sans protection en cas de défauts	100
7.3.1 Sortie électrique	100
7.3.2 Protection	100
7.3.3 Application	100
7.4 Classe 0-X – Phénomène dangereux supplémentaire de feu ou de lumière concentrée	101
7.5 Classe III – accès général, tension, courant et puissance limités	101
7.5.1 Sortie électrique	101
7.5.2 Protection	101
7.5.3 Application	101
7.6 Sécurité au feu	101
8 Construction	101
9 Modifications	102
10 Exigences relatives à la documentation d'accompagnement	102
10.1 Généralités	102
10.2 Feu	102
10.3 Essais électriques	102
10.4 Mécanique	102
10.5 Température	102
10.6 Assemblage sur site	103
10.7 Valeurs assignées des composants	103
11 Protection contre les surintensités	103
12 Parties métalliques	103
12.1 Associations de métaux	103
12.2 Protection contre la corrosion	104
12.3 Bords	104

13	Matériaux polymères	104
13.1	Généralités	104
13.1.1	Vue d'ensemble	104
13.1.2	Isolation solide et joints collés	104
13.1.3	Exigences relatives aux polymères	105
13.1.4	Fonction du matériau polymère dans des modules et ensembles CPV	107
13.2	Polymères servant d'enveloppe pour des parties actives (telles qu'une boîte de jonction, un connecteur, ou une fiche)	107
13.3	Polymères servant de support direct de parties actives (telles que des bornes intégrées et des composants de compoundage)	107
13.4	Polymères servant de surface extérieure d'un récepteur (telle qu'une face avant ou arrière d'un récepteur ayant un profil de plaque plane sur un ensemble à concentration moyenne)	108
13.5	Polymères servant de barrière électrique interne constituant la seule isolation entre des parties actives	108
13.6	Polymères servant d'encapsulant	108
13.7	Polymères servant d'adhésif de fixation de pièces (telles qu'une boîte de jonction)	109
13.8	Polymères servant de barrière contre l'humidité (tels que des joints de bordure)	109
13.9	Polymères servant de joint ou de joint d'étanchéité (tel qu'un joint polymère de vitre avant)	109
13.10	Polymères servant de cadre (tel qu'un cadre polymère de récepteurs à concentration moyenne ayant un profil de plaque plane)	109
13.11	Polymères servant d'optique CPV	109
13.12	Polymères exposés à la lumière du soleil, servant de support mécanique, n'entrant pas dans les catégories 13.2 à 13.11	109
13.13	Polymères exposés à la lumière du soleil	109
14	Câblage interne et parties porteuses de courant	110
14.1	Généralités	110
14.2	Câblage interne	110
14.3	Epissures	110
14.4	Fixation mécanique	110
15	Connexions	110
15.1	Connexions sur site – exigences générales	110
15.2	Bornes de câblage	110
15.3	Connecteurs	111
15.4	Connexions ou câbles de sortie	112
16	Liaison equipotentielle et mise à la terre	112
16.1	Généralités	112
16.2	Protection contre la foudre	113
17	Protection contre les phénomènes dangereux de chocs électriques et les phénomènes dangereux dus à l'énergie électrique	113
17.1	Généralités	113
17.2	Conditions de défaut	113
17.3	Protection contre les chocs électriques	113
17.3.1	Généralités	114
17.3.2	Classification du module	114
17.3.3	Ligne de fuite et distance d'isolement	115
17.3.4	Degrés de pollution dans le micro-environnement	118
17.3.5	Joints collés	118

18	Boîtiers de câblage à couvercle	120
18.1	Généralités	120
18.2	Support protecteur	120
18.3	Angles vifs	120
18.4	Applications métalliques à conduit	120
18.5	Applications non métalliques à conduit.....	121
19	Exigences relatives aux essais – Catégories d'essais.....	121
19.1	Généralités	121
19.2	Essais de préconditionnement	122
19.3	Contrôle général	122
19.4	Phénomène dangereux de chocs électriques	122
19.5	Risques de feu.....	122
19.6	Contraintes mécaniques.....	124
20	Essais	124
20.1	Généralités	124
20.2	Inspection visuelle	128
20.2.1	Généralités	128
20.2.2	Exigences.....	128
20.3	Essai d'accessibilité	129
20.3.1	Objet	129
20.3.2	Appareillage	129
20.3.3	Procédure.....	129
20.3.4	Exigences.....	129
20.4	Essai de continuité de la liaison équipotentielle/mise à la terre	129
20.4.1	Objet	129
20.4.2	Procédure.....	129
20.4.3	Exigences.....	129
20.5	Essai de rigidité diélectrique	130
20.5.1	Objet	130
20.5.2	Procédure.....	130
20.5.3	Exigences.....	130
20.6	Essai diélectrique en milieu humide	130
20.6.1	Objet	130
20.6.2	Procédure.....	130
20.6.3	Exigences.....	130
20.7	Surcharge de courant inverse	131
20.7.1	Objet	131
20.7.2	Procédure.....	131
20.7.3	Exigences.....	131
20.8	Cycle thermique.....	132
20.8.1	Généralités	132
20.8.2	Objet	132
20.8.3	Procédure.....	132
20.8.4	Exigences.....	132
20.9	Humidité-gel	132
20.9.1	Généralités	132
20.9.2	Objet	132
20.9.3	Procédure.....	132
20.9.4	Exigences.....	132

20.10	Chaleur humide	133
20.10.1	Généralités	133
20.10.2	Objet	133
20.10.3	Procédure.....	133
20.10.4	Exigences.....	133
20.11	Essai thermique de la diode de dérivation.....	133
20.11.1	Objet	133
20.11.2	Echantillon d'essai spécial.....	133
20.11.3	Procédure.....	134
20.11.4	Exigences.....	134
20.12	Tenue à l'échauffement localisé	134
20.12.1	Généralités	134
20.12.2	Procédure.....	134
20.12.3	Exigences.....	134
20.13	Domages du faisceau hors axe	134
20.13.1	Généralités	134
20.13.2	Objet	134
20.13.3	Cas particulier	134
20.13.4	Procédure.....	135
20.13.5	Exigences.....	135
20.14	Pulvérisation d'eau	135
20.14.1	Généralités	135
20.14.2	Objet	135
20.14.3	Procédure.....	135
20.14.4	Exigences.....	135
20.15	Charge mécanique.....	136
20.15.1	Objet	136
20.15.2	Procédure.....	136
20.15.3	Exigences.....	136
20.16	Robustesse des sorties.....	136
20.16.1	Objet	136
20.16.2	Types de sorties	137
20.16.3	Procédure.....	137
20.16.4	Exigences.....	137
20.17	Tension de choc	137
20.17.1	Objet	137
20.17.2	Exigences.....	139
20.18	Essai en température du dispositif CPV	139
20.18.1	Objet	139
20.18.2	Appareillage d'essai	139
20.18.3	Procédure.....	139
20.18.4	Exigences.....	140
20.19	Recommandation concernant l'essai de réaction au feu des modules CPV.....	141
20.19.1	Généralités	141
20.19.2	Essais de réaction au feu au brandon incandescent	141
20.20	Paramètres électriques du dispositif CPV.....	143
20.20.1	Généralités	143
20.20.2	Tension maximale en circuit ouvert.....	143
20.20.3	Courant de court-circuit maximal	144

20.20.4	La puissance maximale (P_{max}) doit être calculée de la manière suivante:.....	144
20.21	Exposition en site naturel.....	144
20.21.1	Généralités.....	144
20.21.2	Objet.....	145
20.21.3	Procédure.....	145
20.21.4	Exigences.....	145
20.22	Essai des angles vifs.....	145
20.22.1	Généralités.....	145
20.22.2	Objet.....	145
20.22.3	Procédure.....	145
20.22.4	Exigences.....	146
20.23	Essai de dissipateur thermique bloqué.....	146
20.23.1	Objet.....	146
20.23.2	Procédure.....	146
20.23.3	Exigences.....	146
20.24	Essai de rotor bloqué.....	147
20.24.1	Objet.....	147
20.24.2	Procédure.....	147
20.24.3	Exigences.....	147
Annexe A (informative) Jonction bimétallique.....		148
Annexe B (normative) Recommandations relatives aux essais de modules issus de la production.....		149
B.1	Généralités.....	149
B.2	Puissance de sortie du module.....	149
B.3	Essai diélectrique.....	149
B.4	Essai diélectrique en milieu humide.....	150
B.5	Inspection visuelle.....	150
B.6	Connexion des câbles.....	150
B.7	Diodes de dérivation.....	150
B.8	Continuité de mise à la terre.....	151
Annexe C (normative) Autre méthode d'essai pour l'évaluation de la sûreté électrique des récepteurs CPV.....		152
C.1	Généralités.....	152
C.2	Spécifications relatives à la méthode d'essai proposée.....	152
C.3	Méthode d'essai.....	153
C.3.1	Vue d'ensemble.....	153
C.3.2	Identification du produit.....	153
C.3.3	Fabricant.....	153
C.3.4	Numéro de système.....	153
C.4	Procédure d'essai.....	153
C.4.1	Justification technique.....	153
C.4.2	Echantillonnage.....	154
C.4.3	Marquage.....	155
C.4.4	Procédure d'essai.....	155
C.4.5	Critères d'acceptation.....	157
Bibliographie.....		158

Figure 1 – Schéma d'un concentrateur photovoltaïque parabolique à foyer ponctuel..... 93

Figure 2 – Schéma d'un concentrateur photovoltaïque cylindro-parabolique à foyer linéaire	94
Figure 3 – Schéma d'un concentrateur photovoltaïque à lentille de Fresnel à foyer ponctuel.....	95
Figure 4 – Schéma d'un concentrateur photovoltaïque à lentille de Fresnel à foyer linéaire	96
Figure 5 – Signalétique d'avertissement relative aux connexions sur site (IEC 62852:2014, Figure A.1)	98
Figure 6 – Symbole de surface brûlante pouvant être utilisé	98
Figure 7 – Plan d'essai de sécurité de l'IEC 62688 applicable aux modules CPV (IEC 62108:2016)	125
Figure 8 – Plan d'essai combinant essais de l'IEC 62108:2016 et essais de l'IEC 62688 applicable aux modules CPV.....	126
Figure 9 – Plan d'essai de sécurité de l'IEC 62688 applicable aux ensembles CPV (IEC 62108:2016)	127
Figure 10 – Plan d'essai combinant essais de l'IEC 62108:2016 et essais de l'IEC 62688 applicable aux ensembles CPV.....	128
Figure 11 – Forme d'onde de l'essai de tension de choc	138
Figure C.1 – Logigramme décisionnel de l'essai proposé à titre d'alternative	153
Figure C.2 – Formule (C.1)	154
Figure C.3 – Exemple d'accélération de la diminution de la tension de claquage due à la contrainte de tension.....	154
Figure C.4 – Régression avec la fonction mathématique de puissance sur un graphique à doubles échelles logarithmiques	156
Tableau 1 – Limites de température des surfaces accessibles	98
Tableau 2 – Diamètre des bornes destinées à des conducteurs d'alimentation	111
Tableau 3 – Distances d'isolement minimales acceptables.....	116
Tableau 4 – Coefficients multiplicateurs pour les distances d'isolement d'un matériel conçu pour un fonctionnement jusqu'à 5 000 m d'altitude.....	116
Tableau 5 – Lignes de fuite minimales pour l'isolation principale.....	117
Tableau 6 – Lignes de fuite minimales pour l'isolation renforcée	117
Tableau 7 – Tension de choc assignée	118
Tableau 8 – Epaisseur de paroi de boîtiers polymères destinés à un conduit	121
Tableau 9 – Essais de préconditionnement.....	122
Tableau 10 – Essai de contrôle général	122
Tableau 11 – Essais relatifs aux risques de chocs électriques	122
Tableau 12 – Essais relatifs aux risques de feu	123
Tableau 13 – Applicabilité des essais relatifs aux risques de feu	123
Tableau 14 – Essais relatifs aux contraintes mécaniques.....	124
Tableau 15 – Tension de choc en fonction de la tension de réseau maximale	138
Tableau 16 – Dimensions et nombre de brandons.....	141
Tableau A.1 – Tensions développées sur une jonction bimétallique (IEC 60943:1998, Tableau 3)	148
Tableau C.1 – Durée d'essai maximale admise	156

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MODULES ET ENSEMBLES PHOTOVOLTAÏQUES À CONCENTRATION (CPV) – QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

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 62688 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 2017-09.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 82/1299/FDIS et 82/1323/RVD.

Le rapport de vote 82/1323/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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.

MODULES ET ENSEMBLES PHOTOVOLTAÏQUES À CONCENTRATION (CPV) – QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les exigences fondamentales de construction et d'essai pour les modules et ensembles photovoltaïques à concentration CPV (abréviation de l'anglais "concentrator photovoltaic") afin de fournir un fonctionnement électrique et mécanique sûr sur toute leur durée de vie prévue. Des thèmes spécifiques sont fournis pour évaluer la prévention contre les chocs électriques, les risques de feu et les accidents corporels dus à des contraintes mécaniques et environnementales.

Le présent document a pour objet de définir les exigences de base pour différentes classes d'application de modules et d'ensembles photovoltaïques à concentration, mais il ne peut être considéré comme couvrant tous les codes nationaux et régionaux.

Le présent document est conçu pour que sa séquence d'essais puisse être coordonnée avec celles de l'IEC 62108, de manière à pouvoir utiliser un seul ensemble d'échantillons pour évaluer la sûreté et les performances d'un module et d'un ensemble CPV.

Pour évaluer les modules CPV à plaque plane dont le rapport géométrique de concentration est de trois fois ou moins, se référer à l'IEC 61730-1 et à l'IEC 61730-2.

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, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60065, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

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

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 60243-2, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 2: Exigences complémentaires pour les essais à tension continue*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel - Abonnement de 12 mois à la base de données en ligne mise à jour régulièrement et comprenant tous les symboles graphiques publiés dans l'IEC 60417*

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, exigences et essais*

IEC TR 60664-2-1:2011, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 2-1: Guide d'application – Explication de l'application de la série CEI 60664, exemples de dimensionnement et d'essais diélectriques*

IEC 60664-3:2016, *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 60695-1-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 1-10: Lignes directrices pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques – Lignes directrices générales*

IEC 60695-1-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 1-11: Lignes directrices pour l'évaluation du danger du feu des produits électrotechniques – Évaluation du danger du feu*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-11-20, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flamme d'essai – Méthode d'essai à la flamme de 500 W*

IEC 60904-3, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 3: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence*

IEC 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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

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

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61215-2, *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation – Partie 2: Procédures d'essai*

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61730-1:2016, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1: Exigences pour la construction*

IEC 61730-2:2016, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Exigences pour les essais*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols (disponible en anglais seulement)*

IEC 62108:2016, *Modules et ensembles photovoltaïques à concentration – Qualification de la conception et homologation*

IEC 62305-2, *Protection contre la foudre – Partie 2: Evaluation des risques*

IEC 62305-3, *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

IEC 62548, *Groupes photovoltaïques (PV) – Exigences de conception*

IEC 62670-1, *Concentrateurs photovoltaïques (CPV) – Essai de performances – Partie 1: Conditions normales*

IEC 62790, *Boîtes de jonction pour modules photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais*

IEC 62852:2014, *Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais*

ISO 179-1, *Plastiques – Détermination des caractéristiques au choc Charpy – Partie 1: Essai de choc non instrumenté*

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 834-1, *Essai de résistance au feu – Eléments de construction – Partie 1: Exigences générales*

ISO TR 834-3, *Essais de résistance au feu – Eléments de construction – Partie 3: Commentaires sur les méthodes d'essais et guide pour l'application des résultats des essais de résistance au feu*

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

ISO 1461, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai*

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

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

ISO 4892-2:2013, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 5657, *Essais de réaction au feu - Allumabilité des produits de bâtiment avec une source de chaleur rayonnante*

ISO 8124-1, *Sécurité des jouets - Partie 1: Aspects de sécurité relatifs aux propriétés mécaniques et physiques*

ENV 1187-1 à -4, *Test methods for roof coverings under the influence of a thermal attack of burning brands and radiant heat* (disponible en anglais seulement)

ANSI/UL 790 (avril 2004), *Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings* (disponible en anglais seulement)

ANSI/UL 746B, *Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations* (disponible en anglais seulement)

UL 746C, *Standard for Polymeric Materials – Use in Electrical Equipment Evaluations* (disponible en anglais seulement)

UL 1703, *Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels* (disponible en anglais seulement)

ASTM E162-13, *Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source* (disponible en anglais seulement)

ASTM D3755-14, *Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials Under Direct-Voltage Stress* (disponible en anglais seulement)

ASTM D257-14, *Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials* (disponible en anglais seulement)

ASTM D1002-10, *Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal)* (disponible en anglais seulement)

EN 13501-1:2007 + A1, *Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 1: Classement à partir des données d'essais de réaction au feu*