

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing

Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Exigences pour les essais

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-88912-882-2

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.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references	7
3 Application classes.....	8
3.1 General.....	8
3.2 Class A: General access, hazardous voltage, hazardous power applications.....	8
3.3 Class B: Restricted access, hazardous voltage, hazardous power applications.....	8
3.4 Class C: Limited voltage, limited power applications.....	8
4 Test categories.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Preconditioning tests.....	9
4.3 General inspection	9
4.4 Electrical shock hazard tests.....	9
4.5 Fire hazard tests	9
4.6 Mechanical stress tests	10
4.7 Component tests	10
5 Application classes and their necessary test procedures	10
6 Sampling.....	12
7 Test report.....	12
8 Testing	13
9 Pass criteria	16
10 Test procedures	16
10.1 Visual inspection MST 01	16
10.2 Accessibility test MST 11	16
10.3 Cut susceptibility test MST 12	17
10.4 Ground continuity test MST 13	20
10.5 Impulse voltage test MST 14	20
10.6 Dielectric withstand test MST 16	22
10.7 Temperature test MST 21	23
10.8 Fire test MST 23.....	25
10.9 Reverse current overload Test MST 26	25
10.10 Module breakage test MST 32	26
11 Component tests	31
11.1 Partial discharge-test MST 15	31
11.2 Conduit bending test MST 33	31
11.3 Terminal box knockout tests MST 44	33
Annex A (normative) Fire tests, spread-of-flame and burning-brand tests	34
Bibliography.....	40

Figure 1 – Test sequences.....	15
Figure 2 – Cut susceptibility test	19
Figure 3 – Wave-form of the impulse voltage according to IEC 60060-1	22
Figure 4 – Impactor.....	28
Figure 5 – Impact test frame 1	29
Figure 6 – Impact test frame 2	30
Figure 7 – Test fixture assembly	32
Figure A.1 – Test apparatus for fire test.....	35
Figure A.2 – Burning brand construction	38
Table 1 – Preconditioning tests	9
Table 2 – General inspection test.....	9
Table 3 – Electrical shock hazard tests	9
Table 4 – Fire hazard tests	10
Table 5 – Mechanical stress tests	10
Table 6 – Component tests	10
Table 7 – Required tests, depending on the application class	11
Table 8 – Impulse voltage versus maximum system voltage.....	21
Table 9 – Component temperature limits	24
Table 10 – Bending loads	32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE SAFETY QUALIFICATION –

Part 2: Requirements for testing

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.

This consolidated version of IEC 61730-2 consists of the first edition (2004) [documents 82/357/FDIS and 82/366/RVD] and its amendment 1 (2011) [documents 82/660/FDIS and 82/678/RVD]. It bears the edition number 1.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 61730-2 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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

IEC 61730 consists of the following parts, under the general title *Photovoltaic (PV) module safety qualification*:

Part 1: Requirements for construction

Part 2: Requirements for testing

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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 publication using a colour printer.

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE SAFETY QUALIFICATION –

Part 2: Requirements for testing

1 Scope and object

This part of IEC 61730 describes the testing requirements for photovoltaic (PV) modules 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. IEC 61730-1 pertains to the particular requirements of construction. This part of IEC 61730 outlines the requirements of testing.

This standard attempts to define the basic requirements for various application classes of photovoltaic modules, but it cannot be considered to encompass all national or regional building codes. The specific requirements for marine and vehicle applications are not covered. This standard is not applicable to modules with integrated AC inverters (AC modules).

This standard is designed so that its test sequence can co-ordinate with those of IEC 61215 or IEC 61646, so that a single set of samples may be used to perform both the safety and performance evaluation of a photovoltaic module design.

The test-sequences of this standard are arranged in an optimal way so that tests of IEC 61215 or IEC 61646 can be used as basic preconditioning tests.

NOTE 1 The sequence of tests required in this standard may not test for all possible safety aspects associated with the use of PV modules in all possible applications. This standard utilizes the best sequence of tests available at the time of its writing. There are some issues, such as the potential danger of electric shock posed by a broken module in a high voltage system, that should be addressed by the systems design, location, restrictions on access and maintenance procedures.

The object of this document is to provide the testing sequence intended to verify the safety of PV modules whose construction has been assessed by IEC 61730-1. The test sequence and pass criteria are designed to detect the potential breakdown of internal and external components of PV modules that would result in fire, electric shock and personal injury. The standard defines the basic safety test requirements and additional tests that are a function of the module end-use applications.

Test categories include general inspection, electrical shock hazard, fire hazard, mechanical stress, and environmental stress.

NOTE 2 The additional testing requirements outlined in relevant ISO standards, or the national or local codes which govern the installation and use of these modules in their intended locations, should be considered in addition to the requirements contained within this document.

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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60664-1:~~1992~~, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1 Principles, requirements and tests*
Amendment 2 (2002)

IEC 60904-2, *Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar-cells devices*

~~IEC 60904-6, Photovoltaic devices – Part 6: Requirements for reference solar modules~~

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

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

IEC 61215:~~2004~~, *Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61646:~~1996~~, *Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61730-1:~~2004~~, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ANSI/UL 514C, *Non-metallic outlet boxes, flush device boxes and covers*

ANSI/UL 790, *Tests for Fire Resistance of Roof Covering Materials*

ANSI/UL 1703, *Flat – Plate Photovoltaic Modules and Panels*

ANSI Z97.1, *American National Standard for Safety Glazing Materials Used in Buildings – Safety Performance Specifications and Methods of Test*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
1 Domaine d'application et objet	46
2 Références normatives	47
3 Classes d'application	48
3.1 Généralités	48
3.2 Classe A: Accès général, tension dangereuse, applications de puissance dangereuses	48
3.3 Classe B: Accès restreint, tension dangereuse, applications de puissance dangereuses	48
3.4 Classe C: Tension limitée, applications de puissance limitées	48
4 Catégories d'essai	48
4.1 Généralités	48
4.2 Essais de préconditionnement	49
4.3 Contrôle général	49
4.4 Essais relatifs aux risques de chocs électriques	49
4.5 Essais relatifs aux risques de feu	49
4.6 Essais relatifs aux contraintes mécaniques	50
4.7 Essais relatifs aux composants	50
5 Classes d'application et leurs procédures d'essai nécessaires	50
6 Echantillonnage	52
7 Rapport d'essai	52
8 Essais	53
9 Critères d'acceptation	56
10 Procédures d'essai	56
10.1 Examen visuel MST 01	56
10.2 Essai d'accessibilité MST 11	56
10.3 Essai de susceptibilité aux rayures MST 12	57
10.4 Essai de continuité à la masse MST 13	60
10.5 Essai de tension d'impulsion MST 14	60
10.6 Essai de résistance diélectrique MST 16	62
10.7 Essai en température MST 21	63
10.8 Essai d'inflammabilité MST 23	65
10.9 Essai de surcharge de courant inverse MST 26	65
10.10 Essai de détérioration du module MST 32	66
11 Essais relatifs aux composants	71
11.1 Essai de décharge partielle MST 15	71
11.2 Essai de courbure de conduit MST 33	72
11.3 Essais de choc de la boîte de bornes MST 44	73
Annexe A (normative) Essais d'inflammabilité, essais de propagation de flammes et de brandon incandescent	74
Bibliographie	80

Figure 1 – Séquences d'essais	55
Figure 2 – Essai de susceptibilité aux rayures	59
Figure 3 – Forme d'onde de la tension d'impulsion conformément à la CEI 60060-1	62
Figure 4 – Outil d'impact	68
Figure 5 – Montage d'essai d'impact 1	69
Figure 6 – Montage d'essai d'impact 2	70
Figure 7 – Assemblage de la fixation d'essai	72
Figure A.1 – Appareillage d'essai pour l'essai d'inflammabilité	75
Figure A.2 – Construction du brandon incandescent	78

Tableau 1 – Essais de préconditionnement	49
Tableau 2 – Essai de contrôle général	49
Tableau 3 – Essais relatifs aux risques de chocs électriques	49
Tableau 4 – Essais relatifs aux risques de feu	50
Tableau 5 – Essais relatifs aux contraintes mécaniques	50
Tableau 6 – Essais relatifs aux composants	50
Tableau 7 – Essais exigés selon la classe d'application	51
Tableau 8 – Tension d'impulsion par rapport à la tension maximale du système	61
Tableau 9 – Limites de température des composants	64
Tableau 10 – Efforts de flexion	72

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 2: Exigences pour les essais

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la CEI 61730-2 comprend la première édition (2004) [documents 82/357/FDIS et 82/366/RVD] et son amendement 1 (2011) [documents 82/660/FDIS et 82/678/RVD]. Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 61730-2 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 61730 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)*:

Partie 1: Exigences pour la construction

Partie 2: Exigences pour les essais

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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.

QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 2: Exigences pour les essais

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61730 décrit les exigences d'essai pour les modules photovoltaïques (PV) afin de fournir un fonctionnement électrique et mécanique sûr au cours de leur durée de vie. 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. La CEI 61730-1 se rapporte aux exigences particulières de construction. La présente partie de la CEI 61730 présente les exigences d'essais.

Cette norme tente de définir les exigences de base pour différentes classes d'application de modules photovoltaïques, mais elle ne peut être considérée comme couvrant tous les codes de construction nationaux et régionaux. Les exigences spécifiques pour les applications dans les domaines de la marine et des véhicules ne sont pas traitées. La présente norme ne s'applique pas aux modules à inverseurs intégrés alternatifs (modules alternatifs).

Cette norme est conçue de telle façon que sa séquence d'essai peut être coordonnée avec celles de la CEI 61215 ou de la CEI 61646, de sorte qu'un seul échantillonnage puisse être utilisé pour effectuer les évaluations de performance et de sécurité d'un module photovoltaïque.

Les séquences d'essais de la présente norme sont définies de façon optimale, de telle sorte que les essais de la CEI 61215 ou de la CEI 61646 puissent être utilisés comme des essais préalables de base.

NOTE 1 La séquence d'essais prescrite dans cette norme ne prétend pas essayer tous les aspects de sécurité associés avec l'utilisation des modules PV dans toutes les utilisations possibles. Cette norme utilise la meilleure séquence d'essais disponible au moment de la rédaction de cette norme. Il y a certains aspects tels que le danger potentiel de chocs électriques posés par un module cassé dans un système à haute tension, qu'il convient de considérer dans le cadre de la conception des systèmes, de la localisation, les restrictions d'accès et des procédures de maintenance.

L'objet de ce document est de fournir la séquence d'essai destinée à vérifier la sécurité des modules PV dont la construction a été qualifiée par la CEI 61730-1. La séquence d'essais et les critères d'acceptation sont conçus pour détecter le claquage éventuel de composants internes et externes des modules PV, qui entraînerait des incendies, des chocs électriques et des préjudices humains. La norme définit les exigences de base relatives aux essais de sécurité et des essais supplémentaires qui sont fonction des applications finales du module.

Les catégories d'essais incluent un contrôle général, les risques de chocs électriques, les risques de feu, les contraintes mécaniques et les contraintes environnementales.

NOTE 2 Il convient que les exigences supplémentaires relatives aux essais indiquées dans les normes ISO appropriées, ou les codes nationaux ou locaux qui régissent l'installation et l'utilisation de ces modules dans leurs emplacements destinés, soient considérées en plus des exigences contenues dans ce document.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

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

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Première Partie: Généralités et guide*

CEI 60410, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 60664-1:~~1992~~, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*
Amendement 2 (2002)

CEI 60904-2, *Dispositifs photovoltaïques – ~~Deuxième~~ Partie 2: Exigences relatives aux ~~cellules dispositifs~~ solaires de référence*

~~CEI 60904-6, Dispositifs photovoltaïques – Partie 6: Exigences relatives aux modules solaires de référence~~

CEI 61032:~~1997~~, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61215:~~2004~~, *Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation* (publiée en anglais seulement)

CEI 61646:~~1996~~, *Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation*

CEI 61730-1:~~2004~~, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1: Exigences pour la construction*

ISO/IEC 17025, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ANSI/UL 514C, *Non-metallic outlet boxes, flush device boxes and covers*

ANSI/UL 790, *Tests for Fire Resistance of Roof Covering Materials*

ANSI/UL 1703, *Flat – Plate Photovoltaic Modules and Panels*

ANSI Z97.1, *Norme nationale américaine pour les vitrages de sécurité utilisés dans la construction – Spécifications des performances de sécurité et méthodes d'essais*