



IEC 62446-1

Edition 1.0 2016-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation
and maintenance –
Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests
and inspection**

**Systèmes photovoltaïques (PV) – Exigences pour les essais, la documentation
et la maintenance –
Partie 1: Systèmes connectés au réseau électrique – Documentation,
essais de mise en service et examen**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-3100-5

**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	5
INTRODUCTION	7
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 System documentation requirements	10
4.1 General	10
4.2 System data	10
4.2.1 Basic system information	10
4.2.2 System designer information	11
4.2.3 System installer information	11
4.3 Wiring diagram	11
4.3.1 General	11
4.3.2 Array – General specifications	11
4.3.3 PV string information	11
4.3.4 Array electrical details	12
4.3.5 AC system	12
4.3.6 Earthing and overvoltage protection	12
4.4 String layout	12
4.5 Datasheets	12
4.6 Mechanical design information	12
4.7 Emergency systems	12
4.8 Operation and maintenance information	13
4.9 Test results and commissioning data	13
5 Verification	13
5.1 General	13
5.2 Inspection	14
5.2.1 General	14
5.2.2 DC system – General	14
5.2.3 DC system – Protection against electric shock	14
5.2.4 DC system – Protection against the effects of insulation faults	14
5.2.5 DC system – Protection against overcurrent	15
5.2.6 DC system – Earthing and bonding arrangements	15
5.2.7 DC system – Protection against the effects of lightning and overvoltage	15
5.2.8 DC system – Selection and erection of electrical equipment	15
5.2.9 AC system	16
5.2.10 Labelling and identification	16
5.3 Testing	16
5.3.1 General	16
5.3.2 Test regimes and additional tests	17
5.3.3 Test regimes for systems with module level electronics	17
5.3.4 Category 1 test regime – All systems	18
5.3.5 Category 2 test regime	18
5.3.6 Additional tests	19
6 Test procedures – Category 1	19
6.1 Continuity of protective earthing and equipotential bonding conductors	19

6.2	Polarity test	19
6.3	PV string combiner box test	20
6.4	PV string – Open circuit voltage measurement	20
6.5	PV string – Current measurement	21
6.5.1	General	21
6.5.2	PV string – Short circuit test	21
6.5.3	PV string – Operational test	22
6.6	Functional tests	22
6.7	PV array insulation resistance test	22
6.7.1	General	22
6.7.2	PV array insulation resistance test – Test method	23
6.7.3	PV array insulation resistance – Test procedure	23
7	Test procedures – Category 2	25
7.1	General	25
7.2	String I-V curve measurement	25
7.2.1	General	25
7.2.2	I-V curve measurement of V_{OC} and I_{SC}	25
7.2.3	I-V curve measurement – Array performance	25
7.2.4	I-V curve measurement – Identification of module / array defects or shading issues	26
7.3	PV array infrared camera inspection procedure	27
7.3.1	General	27
7.3.2	IR test procedure	27
7.3.3	Interpreting IR test results	27
8	Test procedures – Additional tests	28
8.1	Voltage to ground – Resistive ground systems	28
8.2	Blocking diode test	28
8.3	PV array – Wet insulation resistance test	29
8.3.1	General	29
8.3.2	Wet insulation test procedure	29
8.4	Shade evaluation	29
9	Verification reports	30
9.1	General	30
9.2	Initial verification	31
9.3	Periodic verification	31
Annex A	(informative) Model verification certificate	32
Annex B	(informative) Model inspection report	33
Annex C	(informative) Model PV array test report	36
Annex D	(informative) Interpreting I-V curve shapes	37
D.1	General	37
D.2	Variation 1 – Steps or notches in curve	38
D.3	Variation 2 – Low current	38
D.4	Variation 3 – Low voltage	38
D.5	Variation 4 – Rounder knee	39
D.6	Variation 5 – Shallower slope in vertical leg	39
D.7	Variation 6 – Steeper slope in horizontal leg	40
Figure 1	– Example sun-path diagram	30

Figure D.1 – I-V curve shapes.....	37
Table 1 – Modifications to the test regime for systems with module level electronics	17
Table 2 – Minimum values of insulation resistance – PV arrays up to 10 kWp	24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62446 1 ed 1.0:2016

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEMS – REQUIREMENTS FOR TESTING, DOCUMENTATION AND MAINTENANCE –

Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection

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 62446-1 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This first edition cancels and replaces IEC 62446 published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical change with respect to IEC 62446:2009:

- the scope has been expanded to include a wider range of system test and inspection regimes to encompass larger and more complex PV systems.

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

FDIS	Report on voting
82/1036/FDIS	82/1056A/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62446 series, published under the general title *Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance*, 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 website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

INTRODUCTION

Grid connected PV systems are expected to have a lifetime of decades, with maintenance or modifications likely at some point over this period. Building or electrical works in the vicinity of the PV array are very likely, for example roof works adjacent to the array or modifications (structural or electrical) to a home that has a PV system. The ownership of a system may also change over time, particularly for systems mounted on buildings. Only by the provision of adequate documentation at the outset can the long term performance and safety of the PV system and works, on or adjacent to the PV system, be ensured.

This part of IEC 62446 is split into two sections:

- **System documentation requirements** – This section details the information that shall be provided within the documentation provided to the customer following installation of a grid connected PV system.
- **Verification** – This section provides the information expected to be provided following initial (or periodic) verification of an installed system. It includes requirements for inspection and testing.

This part of IEC 62446 references IEC TS 62548:2013, which is in the process of being converted into an International Standard. It is envisaged that work on the second edition of IEC 62446-1 will start when IEC 62548 is completed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62446-1 Ed 1.0:2016

PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEMS – REQUIREMENTS FOR TESTING, DOCUMENTATION AND MAINTENANCE –

Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection

1 Scope

This part of IEC 62446 defines the information and documentation required to be handed over to a customer following the installation of a grid connected PV system. It also describes the commissioning tests, inspection criteria and documentation expected to verify the safe installation and correct operation of the system. It can also be used for periodic retesting.

This part of IEC 62446 is written for grid connected PV systems that do not utilize energy storage (e.g. batteries) or hybrid systems.

This part of IEC 62446 is for use by system designers and installers of grid connected solar PV systems as a template to provide effective documentation to a customer. By detailing the expected commissioning tests and inspection criteria, it is also intended to assist in the verification/inspection of a grid connected PV system after installation and for subsequent re-inspection, maintenance or modifications.

This part of IEC 62446 defines the different test regimes expected for different solar PV system types to ensure that the test regime applied is appropriate to the scale, type and complexity of the system in question.

NOTE This part of IEC 62446 does not address CPV (concentrating PV) systems, however many of the parts may apply.

2 Normative references

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

IEC 60364-6, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

IEC TS 62548:2013, *Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements*

IEC 61730 (all parts), *Photovoltaic (PV) module safety qualification*

IEC 61557 (all parts), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*

IEC 61010 (all parts), *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
INTRODUCTION	47
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	48
3 Termes et définitions	49
4 Exigences relatives à la documentation du système	50
4.1 Généralités	50
4.2 Données système	50
4.2.1 Informations système de base	50
4.2.2 Informations pour le concepteur système	51
4.2.3 Informations pour l'installateur système	51
4.3 Schéma de câblage	51
4.3.1 Généralités	51
4.3.2 Panneau – Spécifications générales	51
4.3.3 Informations sur les chaînes PV	52
4.3.4 Détails électriques du panneau	52
4.3.5 Réseau à courant alternatif	52
4.3.6 Mise à la terre et protection contre les surtensions	52
4.4 Disposition des chaînes	52
4.5 Fiches techniques	52
4.6 Informations sur la conception mécanique	53
4.7 Systèmes d'urgence	53
4.8 Informations sur le fonctionnement et la maintenance	53
4.9 Résultats d'essai et données de mise en service	53
5 Vérification	53
5.1 Généralités	53
5.2 Examen	54
5.2.1 Généralités	54
5.2.2 Réseau à courant continu – Généralités	54
5.2.3 Réseau à courant continu – Protection contre les chocs électriques	54
5.2.4 Réseau à courant continu – Protection contre les effets des défauts d'isolement	55
5.2.5 Réseau à courant continu – Protection contre les surintensités	55
5.2.6 Réseau à courant continu – Disposition des mises à la terre et des liaisons	56
5.2.7 Réseau à courant continu – Protection contre les effets de la foudre et des surtensions	56
5.2.8 Réseau à courant continu – Choix et mise en œuvre des équipements électriques	56
5.2.9 Réseau à courant alternatif	57
5.2.10 Étiquetage et identification	57
5.3 Essais	57
5.3.1 Généralités	57
5.3.2 Programmes d'essai et essais additionnels	58
5.3.3 Programmes d'essai pour les systèmes avec électronique de niveau du module	58
5.3.4 Programme d'essai de catégorie 1 – Tous les systèmes	59

5.3.5	Programme d'essai de catégorie 2	60
5.3.6	Essais supplémentaires	60
6	Procédures d'essai – Catégorie 1	61
6.1	Continuité des conducteurs de mise à la terre de protection et de liaison équipotentielle	61
6.2	Essai de polarité	61
6.3	Essai des boîtes de combinaison de chaîne PV	61
6.4	Chaîne PV – Mesure de la tension en circuit ouvert	62
6.5	Chaîne PV – Mesure du courant	62
6.5.1	Généralités	62
6.5.2	Chaîne PV – Essai de court-circuit	62
6.5.3	Chaîne PV – Essais opérationnels	63
6.6	Essais de fonctionnement	64
6.7	Essai de résistance d'isolement des panneaux PV	64
6.7.1	Généralités	64
6.7.2	Essai de résistance d'isolement des panneaux PV – Méthode d'essai	65
6.7.3	Résistance d'isolement des panneaux PV – Méthode d'essai	65
7	Procédures d'essai – Catégorie 2	67
7.1	Généralités	67
7.2	Mesure de courbe I-V de chaîne	67
7.2.1	General	67
7.2.2	Mesure de courbe I-V de V_{oc} et I_{sc}	67
7.2.3	Mesure de courbe I-V – Performance du panneau	67
7.2.4	Mesure de courbe I-V – Identification des défauts ou des problèmes d'ombrage des modules/panneaux	68
7.3	Procédure d'examen du panneau PV par caméra infrarouge	69
7.3.1	General	69
7.3.2	Procédure d'essai IR	69
7.3.3	Interprétation des résultats d'essai IR	70
8	Procédures d'essai – Essais additionnels	71
8.1	Tension par rapport au sol – Systèmes de terre résistive	71
8.2	Essai des diodes de blocage	71
8.3	Panneau PV – Essai de résistance d'isolement humide	71
8.3.1	General	71
8.3.2	Procédure d'essai d'isolement humide	72
8.4	Évaluation de l'ombre	72
9	Rapports de vérification	73
9.1	Généralités	73
9.2	Vérification initiale	73
9.3	Vérification périodique	74
Annexe A (informative)	Certificat de vérification modèle	75
Annexe B (informative)	Rapport d'examen modèle	76
Annexe C (informative)	Rapport d'essai du panneau PV modèle	79
Annexe D (informative)	Interprétation des formes de courbe I-V	80
D.1	Généralités	80
D.2	Variation 1 – Marches ou encoches dans la courbe	81
D.3	Variation 2 – Faible courant	81
D.4	Variation 3 – Basse tension	82

D.5	Variation 4 – Genou plus arrondi.....	82
D.6	Variation 5 – Pente plus douce dans la jambe verticale.....	82
D.7	Variation 6 – Pente plus raide dans la jambe horizontale	83
Figure 1 – Exemple de schéma de trajet solaire		73
Figure D.1 – Formes de courbe I-V		80
Tableau 1 – Modifications au programme d'essai pour les systèmes avec électronique de niveau du module.....		58
Tableau 2 – Valeurs minimales de la résistance d'isolement – Panneaux PV jusqu'à 10 kWp		66

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62446 1 ed 1.0:2016

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – EXIGENCES POUR LES ESSAIS, LA DOCUMENTATION ET LA MAINTENANCE –

Partie 1: Systèmes connectés au réseau électrique – Documentation, essais de mise en service et examen

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 62446-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette première édition annule et remplace l'IEC 62446, parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut la modification technique majeure suivante par rapport à l'IEC 62446:2009:

- le domaine d'application a été étendu pour inclure une gamme plus vaste d'essais de système et de programmes d'examen permettant d'englober des systèmes PV plus importants et plus complexes.