



IEC 62446-2

Edition 1.0 2020-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance –

Part 2: Grid connected systems – Maintenance of PV systems

Systèmes photovoltaïques (PV) – Exigences pour les essais, la documentation et la maintenance –

Partie 2: Systèmes connectés au réseau électrique – Maintenance des systèmes PV

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-7906-9

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
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 System documentation requirements	10
4.1 General.....	10
4.8 Operation and maintenance information.....	10
4.10 Performance benchmarking	11
4.11 Documentation of records	11
5 Verification	11
6 Test procedures – Category 1.....	11
7 Test procedures – Category 2.....	11
8 Test procedures – Additional tests.....	11
9 Verification reports	12
10 Maintenance protocols.....	12
10.1 General.....	12
10.2 Verification intervals and triggers.....	12
10.3 Other considerations for determining specific verification intervals.....	17
11 Verification tasks	17
11.1 General.....	17
11.2 General site visual inspection	17
11.2.1 All systems	17
11.2.2 Rooftop systems.....	18
11.2.3 Ground-mount systems.....	18
11.3 Component inspection and safety related maintenance.....	18
11.3.1 Inverter and main electrical equipment pad.....	18
11.3.2 Combiner boxes, disconnects and isolators	18
11.3.3 Modules.....	20
11.3.4 PV connectors	20
11.3.5 Wiring.....	21
11.3.6 Mounting system	21
11.3.7 Conduits and cable trays	22
11.3.8 Weather station	22
11.4 Performance related maintenance.....	22
11.4.1 General	22
11.4.2 Wiring connection resistance	22
11.4.3 Shade evaluation.....	22
11.4.4 Module string or wiring harness testing.....	22
11.4.5 Vegetation management.....	24
11.4.6 Soiling and array cleaning	24
12 Troubleshooting and corrective maintenance.....	26
12.1 General.....	26
12.2 Shutdown of equipment in response to hazardous failures	26
12.3 Troubleshooting non-hazardous failures.....	26

12.4	Troubleshooting incident or event-triggered issues	26
12.5	Diagnosing performance related issues.....	27
13	Additional procedures.....	28
13.1	General.....	28
13.2	Safety procedures.....	28
13.2.1	General	28
13.2.2	Safe operation of switch disconnectors	28
13.3	Isolation procedures	28
13.3.1	Emergency shutdown.....	28
13.3.2	Non-emergency shutdown	29
13.4	Inspection and preventive maintenance procedures	30
13.4.1	Inverter manufacturer specific procedures	30
13.4.2	Tracker manufacturer specific procedures	31
13.4.3	Data acquisition system specific procedures.....	31
13.5	Electrical test procedures.....	32
13.5.1	Earth fault testing	32
13.5.2	Fuse tests.....	34
13.5.3	Bypass diode tests	34
13.6	Diagnostic procedures	35
13.6.1	Validation of data acquisition systems (DAS).....	35
13.6.2	Inverter diagnostics	38
Annex E	(normative) Safety considerations.....	40
E.1	Qualified persons.....	40
E.2	General safety considerations.....	40
E.3	Personal protective equipment.....	41
E.4	Isolation procedures	41
E.5	Lock-out tag-out.....	41
E.6	PV specific signs and labelling.....	42
Annex F	(informative) Example preventive maintenance schedule	43
F.1	General.....	43
F.2	Example system description.....	43
Annex G	(informative) PV system operations	50
Bibliography		51
Table 3	– Verification and maintenance tasks and basis for determining task intervals	13
Table 4	– Common reported inverter errors.....	38
Table F.1	– Preventive maintenance schedule for XYZ plant.....	44

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 2: Grid connected systems – Maintenance of PV systems

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 62446-2 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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

FDIS	Report on voting
82/1656/FDIS	82/1676/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.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 62446-1:2016.

The requirements in IEC 62446-2 are to be used with the requirements in IEC 62446-1:2016, and supplement or modify clauses in IEC 62446-1:2016. All Clauses 1 to 9 of IEC 62446-1:2016 apply, including the applicable Annexes. When IEC 62446-2 contains clauses that add to, modify, or replace clauses in IEC 62446-1:2016, the relevant text of IEC 62446-1:2016 is to be applied with the required changes.

Clauses, subclauses, figures, tables and annexes additional to those in IEC 62446-1:2016 are numbered in continuation of the sequence existing in IEC 62446-1:2016.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62446-2:2020

INTRODUCTION

This Part 2 of IEC 62446 gives requirements and recommendations for the maintenance of PV systems, including periodic inspections, safety and performance related preventive maintenance, corrective maintenance and troubleshooting. Grid connected PV systems are generally considered to be a very low maintenance means of power generation. While this is true relative to conventional generation sources that utilize fuel and/or rotating machinery, PV systems do require some level of preventive and corrective maintenance to perform as anticipated over lifetimes that can exceed 20 years. The level of maintenance required or recommended for performance can vary considerably based on the owner's preference or contractual obligations for power production; however, a minimum level of monitoring or maintenance is critical for safety and reducing the risk of fire. Adherence to a minimum set of maintenance requirements is also integral to the goals of the IECRE Conformity Assessment system, which is intended to drive the licensing and certification of PV systems and plants from the design to the operations stage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62446 2 ed 1.0:2020

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

Part 2: Grid connected systems – Maintenance of PV systems

1 Scope

This clause of IEC 62446-1:2016 is applicable with the following exception:

Addition:

This Part 2 of IEC 62446 describes basic preventive, corrective, and performance related maintenance requirements and recommendations for grid-connected PV systems. The maintenance procedures cover:

- Basic maintenance of the system components and connections for reliability, safety and fire prevention
- Measures for corrective maintenance and troubleshooting
- Worker safety

This document also addresses maintenance activities for maximizing anticipated performance such as module cleaning and upkeep of vegetation. Special considerations unique to rooftop or ground-mounted systems are summarized. This document does not cover off-grid systems or systems that include batteries or other energy storage technologies; however, parts may be applicable to the PV circuits of those systems.

This document also does not cover maintenance of medium and high voltage a.c. equipment that are sometimes integral to larger scale systems, as those requirements are not specific to PV systems.

Maintenance of PV systems is often lumped into the catch-all term operations and maintenance (O&M.) This document does not address business or management operational processes (e.g. forecasting, utility pricing incentives, etc.) or other considerations driven by factors outside of basic system working condition, safety and performance.

The confirmation of a system's compliance with the appropriate design and installation standards is covered in Part 1 and takes place during initial project commissioning.

The objectives of this document are to:

- Identify a baseline set of maintenance requirements which may differ by system type (residential, commercial, utility scale), owner, or financing requirements.
- Identify additional maintenance steps that are recommended or optional.
- Identify factors to be used to determine appropriate maintenance intervals.
- Ensure that remote diagnostic methods are allowed as means for periodic verification, problem identification and early failure detection.
- Ensure that alternate means of achieving maintenance related requirements are allowed to accommodate for innovation, manufacturer specific methods, evolving customer requirements, etc.

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.

This clause of IEC 62446-1:2016 is applicable, with the following exception:

Addition

IEC TS 61724-2, *Photovoltaic system performance – Part 2: Capacity evaluation method*

IEC TS 61724-3, *Photovoltaic system performance – Part 3: Energy evaluation method*

IEC TS 61836:2016, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

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

IEC 62446-1:2016, *Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection*

IEC TS 62446-3:2017, *Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 3: Photovoltaic modules and plants – Outdoor infrared thermography*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	54
INTRODUCTION.....	56
1 Domaine d'application	57
2 Références normatives	58
3 Termes et définitions	58
4 Exigences relatives à la documentation du système	60
4.1 Généralités	61
4.8 Informations sur le fonctionnement et la maintenance	61
4.10 Évaluation comparative des résultats	61
4.11 Documentation des enregistrements	61
5 Vérification	62
6 Procédures d'essai – Catégorie 1	62
7 Procédures d'essai – Catégorie 2	62
8 Procédures d'essai – Essais additionnels	62
9 Rapports de vérification	62
10 Protocoles de maintenance	62
10.1 Généralités	62
10.2 Intervalles de vérification et déclencheurs	63
10.3 Autres considérations relatives à la détermination des intervalles de vérification spécifiques.....	68
11 Tâches de vérification.....	69
11.1 Généralités	69
11.2 Examen visuel général du site	69
11.2.1 Tous les systèmes	69
11.2.2 Systèmes installés sur le toit	69
11.2.3 Systèmes montés sur le sol	69
11.3 Examen des composants et maintenance relative à la sécurité	70
11.3.1 Onduleur et socle électrique principal	70
11.3.2 Boîtiers de combinateur, interrupteurs-sectionneurs et isolateurs	70
11.3.3 Modules	71
11.3.4 Connecteurs PV	72
11.3.5 Câblage	73
11.3.6 Système de montage	73
11.3.7 Conduits et chemins de câbles	74
11.3.8 Station météorologique	74
11.4 Maintenance liée aux performances	74
11.4.1 Généralités	74
11.4.2 Résistance de la connexion de câblage	74
11.4.3 Évaluation de l'ombre	75
11.4.4 Essai de la chaîne ou du faisceau électrique	75
11.4.5 Gestion de la végétation	76
11.4.6 Encrassement et nettoyage de groupe	77
12 Dépannage et maintenance corrective	79
12.1 Généralités	79
12.2 Arrêt du matériel en réponse à des défaillances dangereuses	79
12.3 Dépannage des défaillances ne présentant aucun risque	79

12.4	Dépannage d'incidents ou de problèmes déclenchés par événement	79
12.5	Diagnostic de problèmes relatifs aux performances	80
13	Procédures supplémentaires	81
13.1	Généralités	81
13.2	Procédures de sécurité	81
13.2.1	Généralités	81
13.2.2	Fonctionnement sûr des interrupteurs-sectionneurs	81
13.3	Procédures d'isolement	82
13.3.1	Arrêt d'urgence	82
13.3.2	Arrêt non urgent	83
13.4	Examen et procédures de maintenance préventive	84
13.4.1	Procédures spécifiques au fabricant d'onduleurs	84
13.4.2	Procédures spécifiques au fabricant de suiveurs	85
13.4.3	Procédures spécifiques au système d'acquisition de données	85
13.5	Procédures d'essai électrique	86
13.5.1	Essais de défaut à la terre	86
13.5.2	Essais de fusible	88
13.5.3	Essai des diodes de dérivation	89
13.6	Procédures de diagnostic	89
13.6.1	Validation des systèmes d'acquisition de données (DAS)	89
13.6.2	Diagnostic de l'onduleur	92
Annexe E (normative)	Considérations relatives à la sûreté	95
E.1	Personnes qualifiées	95
E.2	Considérations générales en matière de sûreté	95
E.3	Équipement de protection individuelle	96
E.4	Procédures d'isolement	96
E.5	Verrouillage/étiquetage	97
E.6	Signes et étiquetage spécifiques au système PV	98
Annexe F (informative)	Exemple de plan de maintenance préventive	99
F.1	Généralités	99
F.2	Exemple de description de système	99
Annexe G (informative)	Opérations du système PV	107
Bibliographie		109
Tableau 3 – Tâches de vérification et de maintenance et base de la détermination des intervalles entre les tâches		64
Tableau 4 – Erreurs communes consignées de l'onduleur		93
Tableau F.1 – Plan de maintenance préventive pour la centrale XYZ		100

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – EXIGENCES POUR
LES ESSAIS, LA DOCUMENTATION ET LA MAINTENANCE –****Partie 2: Systèmes connectés au réseau électrique –
Maintenance des systèmes PV**

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 62446-2 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1656/FDIS	82/1676/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62446, publiées sous le titre général *Systèmes photovoltaïques (PV) – Exigences pour les essais, la documentation et la maintenance*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62446-1:2016.

Les exigences de l'IEC 62446-2 doivent être utilisées avec celles de l'IEC 62446-1:2016 et complètent ou modifient les articles de l'IEC 62446-1:2016. Tous les Articles 1 à 9 de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent, y compris les Annexes applicables. Si l'IEC 62446-2 contient des articles qui complètent, modifient ou remplacent des articles de l'IEC 62446-1:2016, le texte correspondant de l'IEC 62446-1:2016 doit être appliqué avec les modifications exigées.

Les articles, paragraphes, figures, tableaux et annexes supplémentaires par rapport à ceux de l'IEC 62446-1:2016 sont numérotés dans la continuité de ceux de l'IEC 62446-1:2016.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62446-2 ed 1.0:2020