



IEC 61724-1

Edition 1.0 2017-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Photovoltaic system performance –
Part 1: Monitoring**

**Performances des systèmes photovoltaïques –
Partie 1: Surveillance**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-5227-7

**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..... | 9 |
| 2 Normative references | 9 |
| 3 Terms and definitions | 10 |
| 4 Monitoring system classification | 13 |
| 5 General | 13 |
| 5.1 Measurement uncertainty..... | 13 |
| 5.2 Calibration | 14 |
| 5.3 Repeated elements..... | 14 |
| 5.4 Power consumption..... | 14 |
| 5.5 Documentation..... | 14 |
| 5.6 Inspection | 14 |
| 6 Data acquisition timing and reporting..... | 15 |
| 6.1 Sampling, recording, and reporting | 15 |
| 6.2 Timestamps | 16 |
| 7 Measured parameters..... | 16 |
| 7.1 General requirements | 16 |
| 7.2 Irradiance | 20 |
| 7.2.1 On-site irradiance measurement..... | 20 |
| 7.2.2 Satellite remote sensing of irradiance | 25 |
| 7.3 Environmental factors | 26 |
| 7.3.1 PV module temperature | 26 |
| 7.3.2 Ambient air temperature | 27 |
| 7.3.3 Wind speed and direction | 28 |
| 7.3.4 Soiling ratio | 28 |
| 7.3.5 Rainfall..... | 30 |
| 7.3.6 Snow | 30 |
| 7.3.7 Humidity | 31 |
| 7.4 Tracker system | 31 |
| 7.4.1 Single-axis trackers | 31 |
| 7.4.2 Dual-axis trackers for >20x systems | 31 |
| 7.5 Electrical measurements..... | 31 |
| 7.6 External system requirements..... | 32 |
| 8 Data processing and quality check | 32 |
| 8.1 Daylight hours..... | 32 |
| 8.2 Quality check | 33 |
| 8.2.1 Removing invalid readings..... | 33 |
| 8.2.2 Treatment of missing data | 33 |
| 9 Calculated parameters..... | 33 |
| 9.1 Overview | 33 |
| 9.2 Summations..... | 34 |
| 9.3 Irradiation | 34 |
| 9.4 Electrical energy..... | 35 |
| 9.4.1 General | 35 |
| 9.4.2 DC output energy | 35 |

| | | |
|-----------------------|---|----|
| 9.4.3 | AC output energy..... | 35 |
| 9.5 | Array power rating | 35 |
| 9.5.1 | DC power rating..... | 35 |
| 9.5.2 | AC power rating..... | 35 |
| 9.6 | Yields | 35 |
| 9.6.1 | General | 35 |
| 9.6.2 | PV array energy yield | 36 |
| 9.6.3 | Final system yield..... | 36 |
| 9.6.4 | Reference yield | 36 |
| 9.7 | Yield losses | 36 |
| 9.7.1 | General | 36 |
| 9.7.2 | Array capture loss | 36 |
| 9.7.3 | Balance of systems (BOS) loss..... | 36 |
| 9.8 | Efficiencies | 37 |
| 9.8.1 | Array (DC) efficiency | 37 |
| 9.8.2 | System (AC) efficiency | 37 |
| 9.8.3 | BOS efficiency..... | 37 |
| 10 | Performance metrics..... | 37 |
| 10.1 | Overview | 37 |
| 10.2 | Summations..... | 38 |
| 10.3 | Performance ratios | 38 |
| 10.3.1 | Performance ratio..... | 38 |
| 10.3.2 | Temperature-corrected performance ratios | 39 |
| 10.4 | Performance indices | 40 |
| 11 | Data filtering..... | 41 |
| 11.1 | Use of available data | 41 |
| 11.2 | Filtering data to specific conditions | 41 |
| 11.3 | Reduced inverter, grid, or load availability | 41 |
| Annex A (informative) | Sampling interval | 42 |
| A.1 | General considerations | 42 |
| A.2 | Time constants | 42 |
| A.3 | Aliasing error | 42 |
| A.4 | Example | 43 |
| Annex B (informative) | Module backsheet temperature sensor selection and attachment..... | 44 |
| B.1 | Objective | 44 |
| B.2 | Sensor and material selection | 44 |
| B.2.1 | Optimal sensor types | 44 |
| B.2.2 | Optimal tapes | 44 |
| B.2.3 | Cyanoacrylate adhesives and backsheet integrity..... | 44 |
| B.3 | Sensor attachment method | 45 |
| B.3.1 | Permanent versus temporary..... | 45 |
| B.3.2 | Attachment location | 45 |
| B.3.3 | Sensor attachment..... | 45 |
| Annex C (informative) | Derate factors | 48 |
| Annex D (normative) | Systems with local loads, storage, or auxiliary sources | 49 |
| D.1 | System types | 49 |
| D.2 | Parameters and formulas | 51 |

| | |
|---|----|
| Bibliography..... | 57 |
| Figure 1 – Possible elements of PV systems..... | 7 |
| Figure 2 – Sampling, recording, and reporting..... | 15 |
| Figure B.1 – Sensor attachment, permanent..... | 46 |
| Figure B.2 – Sensor attachment, temporary..... | 46 |
| Figure B.3 – Sensor element wire strain relief..... | 47 |
| Figure D.1 – Energy flow between possible elements of different PV system types..... | 49 |
| Table 1 – Monitoring system classifications and suggested applications..... | 13 |
| Table 2 – Sampling and recording interval requirements..... | 16 |
| Table 3 – Measured parameters and requirements for each monitoring system class..... | 18 |
| Table 4 – Relation between system size (AC) and number of sensors for specific sensors referenced in Table 3..... | 20 |
| Table 5 – Sensor choices and requirements for in-plane and global irradiance..... | 21 |
| Table 6 – Irradiance sensor alignment accuracy..... | 22 |
| Table 7 – Irradiance sensor maintenance requirements..... | 23 |
| Table 8 – PV module temperature sensor maintenance requirements..... | 26 |
| Table 9 – Ambient air temperature sensor maintenance requirements..... | 27 |
| Table 10 – Wind sensor maintenance requirements..... | 28 |
| Table 11 – Inverter-level electrical measurement requirements..... | 32 |
| Table 12 – Plant-level AC electrical output measurement requirements..... | 32 |
| Table 13 – Calculated parameters..... | 34 |
| Table 14 – Performance metrics..... | 38 |
| Table D.1 – Elements of different PV system types..... | 50 |
| Table D.2 – Parameters and equations for different system types..... | 51 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC SYSTEM PERFORMANCE –**Part 1: Monitoring****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 61724-1 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This bilingual version (2019-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-03.

This first edition cancels and replaces the first edition of IEC 61724, published in 1998. This edition constitutes a technical revision.

This edition (in conjunction with IEC TS 61724-2:2016 and IEC TS 61724-3:2016) includes the following significant technical changes with respect to IEC 61724:

- a) IEC 61724 is now written with multiple parts. This document is IEC 61724-1, addressing PV system monitoring. IEC TS 61724-2 and IEC TS 61724-3 address performance analysis based on the monitoring data.
- b) Three classes of monitoring systems are defined corresponding to different levels of accuracy and different intended applications.

- c) Required measurements for each class of monitoring system are stated, along with the required number and accuracy of sensors.
- d) Options for satellite-based irradiance measurement are provided.
- e) Soiling measurement is introduced.
- f) New performance metrics are introduced, including temperature compensated performance ratios and others.
- g) Numerous recommendations and explanatory notes are included.

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

| FDIS | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 82/1215/FDIS | 82/1248/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.

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

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

A list of all parts in the IEC 61724 series, published under the general title *Photovoltaic system performance*, can be found on the IEC website.

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

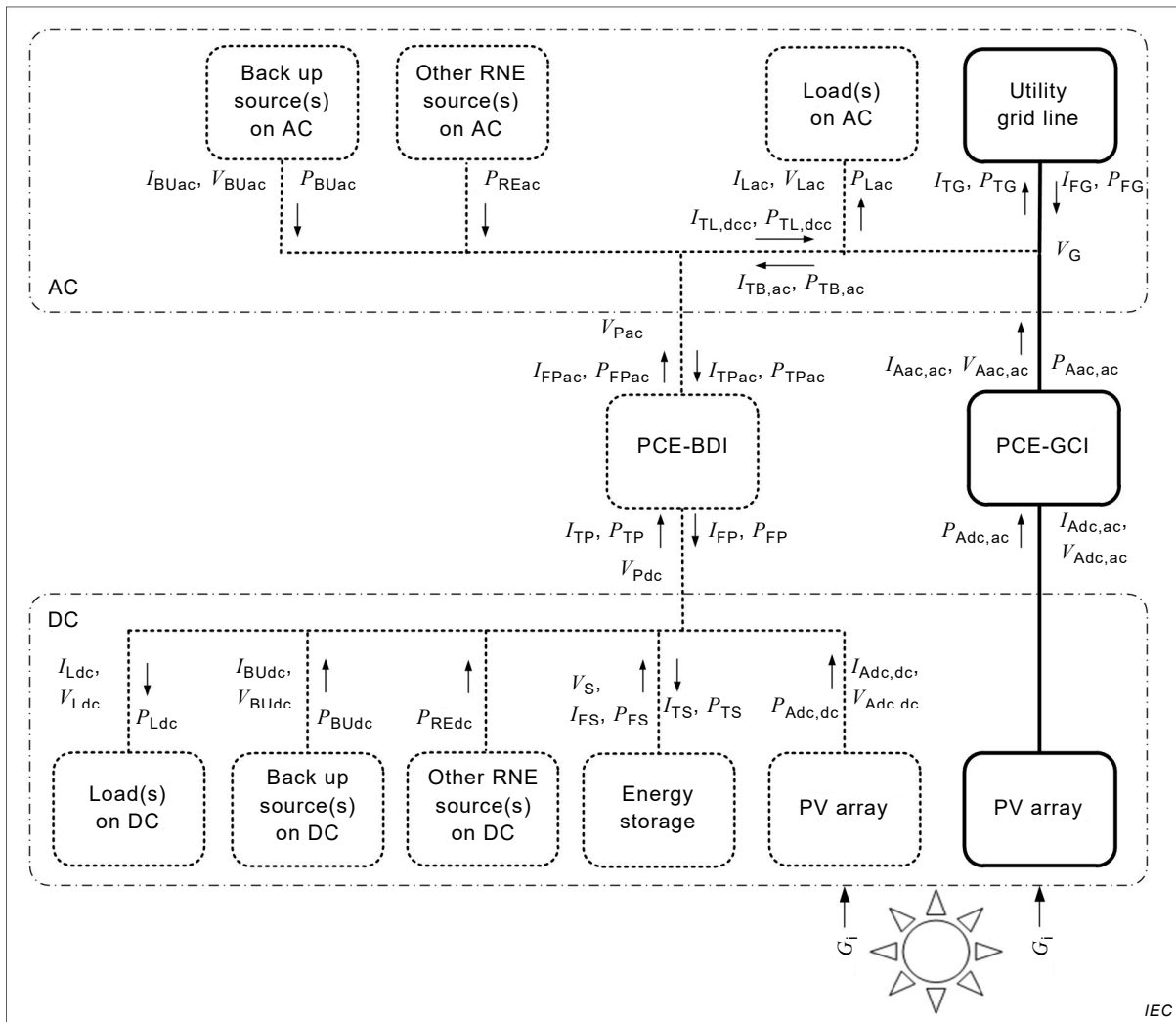
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This International Standard defines classes of photovoltaic (PV) performance monitoring systems and serves as guidance for various monitoring system choices.

Figure 1 illustrates possible major elements comprising different PV system types. The PV array may include both fixed axis and tracking systems and both flat plate and concentrator systems. Module-level electronics, if present, may be a component of the monitoring system.

For simplicity, the main clauses of this document are written for grid-connected systems without local loads, energy storage, or auxiliary sources, as shown by the bold lines in Figure 1. Annex D includes details for systems with additional components.



Key

- RNE renewable energy
- PCE power conditioning equipment
- BDI bi-directional inverter
- GCI grid-connected inverter

Bold lines denote simple grid-connected system without local loads, energy storage, or auxiliary sources.

Figure 1 – Possible elements of PV systems

The purposes of a performance monitoring system are diverse and can include the following:

- identification of performance trends in an individual PV system;
- localization of potential faults in a PV system;
- comparison of PV system performance to design expectations and guarantees;
- comparison of PV systems of different configurations; and
- comparison of PV systems at different locations.

These diverse purposes give rise to a diverse set of requirements, and different sensors and/or analysis methods may be more or less suited depending on the specific objective. For example, for comparing performance to design expectations and guarantees, the focus should be on system-level data and consistency between prediction and test methods, while for analysing performance trends and localizing faults, there may be a need for greater resolution at sub-levels of the system and an emphasis on measurement repeatability and correlation metrics rather than absolute accuracy.

The monitoring system should be adapted to the PV system's size and user requirements. In general, larger and more expensive PV systems should have more monitoring points and higher accuracy sensors than smaller and lower-cost PV systems. This document defines three classifications of monitoring system with differentiated requirements which are appropriate to a range of purposes.

PHOTOVOLTAIC SYSTEM PERFORMANCE –

Part 1: Monitoring

1 Scope

This part of IEC 61724 outlines equipment, methods, and terminology for performance monitoring and analysis of photovoltaic (PV) systems. It addresses sensors, installation, and accuracy for monitoring equipment in addition to measured parameter data acquisition and quality checks, calculated parameters, and performance metrics. In addition, it serves as a basis for other standards which rely upon the data collected.

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 60050-131, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*

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

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

IEC 60904-5, *Photovoltaic devices – Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method*

IEC 60904-10, *Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement*

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

IEC 61557-12, *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 – Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD)*

IEC 62053-21, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)*

IEC 62053-22, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*

IEC 62670-3, *Photovoltaic concentrators (CPV) – Performance testing – Part 3: Performance measurements and power rating*

IEC 62817:2014, *Photovoltaic systems – Design qualification of solar trackers*

ISO/IEC Guide 98-1, *Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO 9060, *Solar energy – Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*

ISO 9488, *Solar energy – Vocabulary*

ISO 9846, *Solar energy – Calibration of a pyranometer using a pyrhelimeter*

ISO 9847, *Solar energy – Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer*

WMO No. 8, *Guide to meteorological instruments and methods of observation*

ASTM G183, *Standard Practice for Field Use of Pyranometers, Pyrhelimeters and UV Radiometers*

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| AVANT-PROPOS..... | 61 |
| INTRODUCTION..... | 63 |
| 1 Domaine d'application | 65 |
| 2 Références normatives..... | 65 |
| 3 Termes et définitions | 66 |
| 4 Classification des systèmes de surveillance | 69 |
| 5 Généralités..... | 70 |
| 5.1 Incertitude de mesure | 70 |
| 5.2 Étalonnage | 70 |
| 5.3 Éléments répétés | 70 |
| 5.4 Consommation d'énergie | 71 |
| 5.5 Documentation..... | 71 |
| 5.6 Inspection | 71 |
| 6 Temporisation et rapport de l'acquisition des données..... | 71 |
| 6.1 Échantillonnage, enregistrement et rapport..... | 71 |
| 6.2 Horodatages | 72 |
| 7 Paramètres mesurés | 73 |
| 7.1 Exigences générales..... | 73 |
| 7.2 Éclairement..... | 77 |
| 7.2.1 Mesurage de l'éclairement sur site | 77 |
| 7.2.2 Télédétection par satellite de l'éclairement | 83 |
| 7.3 Facteurs environnementaux..... | 84 |
| 7.3.1 Température des modules PV..... | 84 |
| 7.3.2 Température de l'air ambiant..... | 85 |
| 7.3.3 Vitesse et direction du vent..... | 86 |
| 7.3.4 Rapport d'encrassement..... | 86 |
| 7.3.5 Chute de pluie | 89 |
| 7.3.6 Neige..... | 89 |
| 7.3.7 Humidité | 89 |
| 7.4 Système suiveur | 89 |
| 7.4.1 Systèmes monoaxiaux de suivi de trajectoire du soleil..... | 89 |
| 7.4.2 Systèmes biaxiaux de suivi de trajectoire du soleil pour systèmes >20x | 89 |
| 7.5 Mesurages électriques | 90 |
| 7.6 Exigences relatives au système externe..... | 91 |
| 8 Traitement des données et contrôle qualité | 91 |
| 8.1 Heures du jour | 91 |
| 8.2 Contrôle qualité | 91 |
| 8.2.1 Suppression des valeurs relevées invalides..... | 91 |
| 8.2.2 Traitement des données manquantes | 92 |
| 9 Paramètres calculés | 92 |
| 9.1 Aperçu..... | 92 |
| 9.2 Sommations..... | 93 |
| 9.3 Exposition énergétique | 93 |
| 9.4 Énergie électrique..... | 94 |
| 9.4.1 Généralités..... | 94 |
| 9.4.2 Énergie continue en sortie | 94 |

| | | |
|---|--|-----|
| 9.4.3 | Énergie alternative en sortie | 94 |
| 9.5 | Puissance assignée du champ | 94 |
| 9.5.1 | Puissance assignée en courant continu | 94 |
| 9.5.2 | Puissance assignée en courant alternatif | 95 |
| 9.6 | Rendements | 95 |
| 9.6.1 | Généralités | 95 |
| 9.6.2 | Rendement énergétique du champ PV | 95 |
| 9.6.3 | Rendement final du système | 95 |
| 9.6.4 | Rendement de référence | 95 |
| 9.7 | Pertes de rendement | 96 |
| 9.7.1 | Généralités | 96 |
| 9.7.2 | Pertes dans le champ photovoltaïque | 96 |
| 9.7.3 | Perte des constituants non photovoltaïques d'un système photovoltaïque (BOS) | 96 |
| 9.8 | Rendements | 96 |
| 9.8.1 | Rendement du champ (en courant continu) | 96 |
| 9.8.2 | Rendement du système (en courant alternatif) | 96 |
| 9.8.3 | Rendement « hors champ PV » (BOS) | 97 |
| 10 | Mesures des performances | 97 |
| 10.1 | Aperçu | 97 |
| 10.2 | Sommations | 97 |
| 10.3 | Rapports de performance | 98 |
| 10.3.1 | Rapport de performance | 98 |
| 10.3.2 | Rapports de performance compensés en température | 98 |
| 10.4 | Indices des performances | 100 |
| 11 | Filtrage des données | 101 |
| 11.1 | Utilisation des données disponibles | 101 |
| 11.2 | Filtrage de données dans des conditions spécifiques | 101 |
| 11.3 | Disponibilité réduite des onduleurs, du réseau électrique ou des charges | 101 |
| Annexe A (informative) Intervalle d'échantillonnage | | 102 |
| A.1 | Considérations générales | 102 |
| A.2 | Constantes de temps | 102 |
| A.3 | Erreur de repliement spectral | 102 |
| A.4 | Exemple | 103 |
| Annexe B (informative) Choix et fixation des capteurs de température des couches arrière de modules | | 104 |
| B.1 | Objectif | 104 |
| B.2 | Choix des capteurs et des matériaux | 104 |
| B.2.1 | Type optimal de capteur | 104 |
| B.2.2 | Rubans adhésifs optimaux | 104 |
| B.2.3 | Adhésifs à base de cyanoacrylate et intégrité des couches arrière | 105 |
| B.3 | Méthode de fixation des capteurs | 105 |
| B.3.1 | Permanente par opposition à temporaire | 105 |
| B.3.2 | Emplacement de la fixation | 105 |
| B.3.3 | Fixation des capteurs | 105 |
| Annexe C (informative) Facteurs de réduction de caractéristiques | | 108 |
| Annexe D (normative) Systèmes à charges locales, stockage ou sources auxiliaires | | 109 |
| D.1 | Types de systèmes | 109 |
| D.2 | Paramètres et formules | 111 |

| | |
|--|-----|
| Bibliographie..... | 118 |
| Figure 1 – Éléments possibles des systèmes PV | 63 |
| Figure 2 – Échantillonnage, enregistrement et rapport | 72 |
| Figure B.1 – Fixation permanente de capteur..... | 106 |
| Figure B.2 – Fixation temporaire de capteur | 106 |
| Figure B.3 – Relaxation des contraintes sur les fils du capteur | 107 |
| Figure D.1 – Flux d'énergie entre les éléments possibles des différents types de systèmes PV..... | 109 |
| Tableau 1 – Classifications des systèmes de surveillance et applications suggérées | 70 |
| Tableau 2 – Exigences relatives aux intervalles d'échantillonnage et d'enregistrement..... | 72 |
| Tableau 3 – Paramètres mesurés et exigences pour chaque classe de système de surveillance | 74 |
| Tableau 4 – Relation entre la taille du système (courant alternatif) et le nombre de capteurs pour les capteurs spécifiques référencés dans le Tableau 3 | 77 |
| Tableau 5 – Types de capteurs et exigences relatives à l'éclairement énergétique dans le plan et à l'éclairement global | 78 |
| Tableau 6 – Exactitude de l'alignement des capteurs d'éclairement | 80 |
| Tableau 7 – Exigences relatives à la maintenance des capteurs d'éclairement | 80 |
| Tableau 8 – Exigences concernant la maintenance des capteurs de température des modules PV | 84 |
| Tableau 9 – Exigences relatives à la maintenance des capteurs de température de l'air ambiant..... | 85 |
| Tableau 10 – Exigences relatives à la maintenance des capteurs de vent..... | 86 |
| Tableau 11 – Exigences relatives au mesurage électrique au niveau des onduleurs | 90 |
| Tableau 12 – Exigences relatives au mesurage de la puissance électrique en courant alternatif au niveau de la centrale | 91 |
| Tableau 13 – Paramètres calculés | 93 |
| Tableau 14 – Mesures des performances..... | 97 |
| Tableau D.1 – Éléments des différents types de systèmes PV | 110 |
| Tableau D.2 – Paramètres et équations pour les différents types de systèmes | 111 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PERFORMANCES DES SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 1: Surveillance

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 61724-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

La présente version bilingue (2019-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-03.

Cette première édition annule et remplace la première édition de l'IEC 61724, parue en 1998. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition (conjointement avec l'IEC TS 61724-2:2016 et l'IEC TS 61724-3:2016) inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 61724:

- a) L'IEC 61724 est désormais rédigée en plusieurs parties. Le présent document est l'IEC 61724-1, traitant de la surveillance de systèmes PV. L'IEC TS 61724-2 et

l'IEC TS 61724-3 traitent de l'analyse des performances basée sur les données de surveillance.

- b) Trois classes de systèmes de surveillance sont définies selon trois différents niveaux d'exactitude et les différentes applications prévues.
- c) Les mesurages exigés pour chaque classe de système de surveillance sont indiqués, ainsi que le nombre exigé et l'exactitude des capteurs.
- d) Des options pour le mesurage de l'éclairement par satellite sont fournies.
- e) Le mesurage de l'encrassement est présenté.
- f) De nouvelles mesures des performances sont introduites, y compris les rapports de performance compensés en température, entre autres.
- g) De nombreuses recommandations et notes explicatives sont incluses.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 82/1215/FDIS et 82/1248/RVD.

Le rapport de vote 82/1248/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.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61724, publiées sous le titre général *Performances des systèmes photovoltaïques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

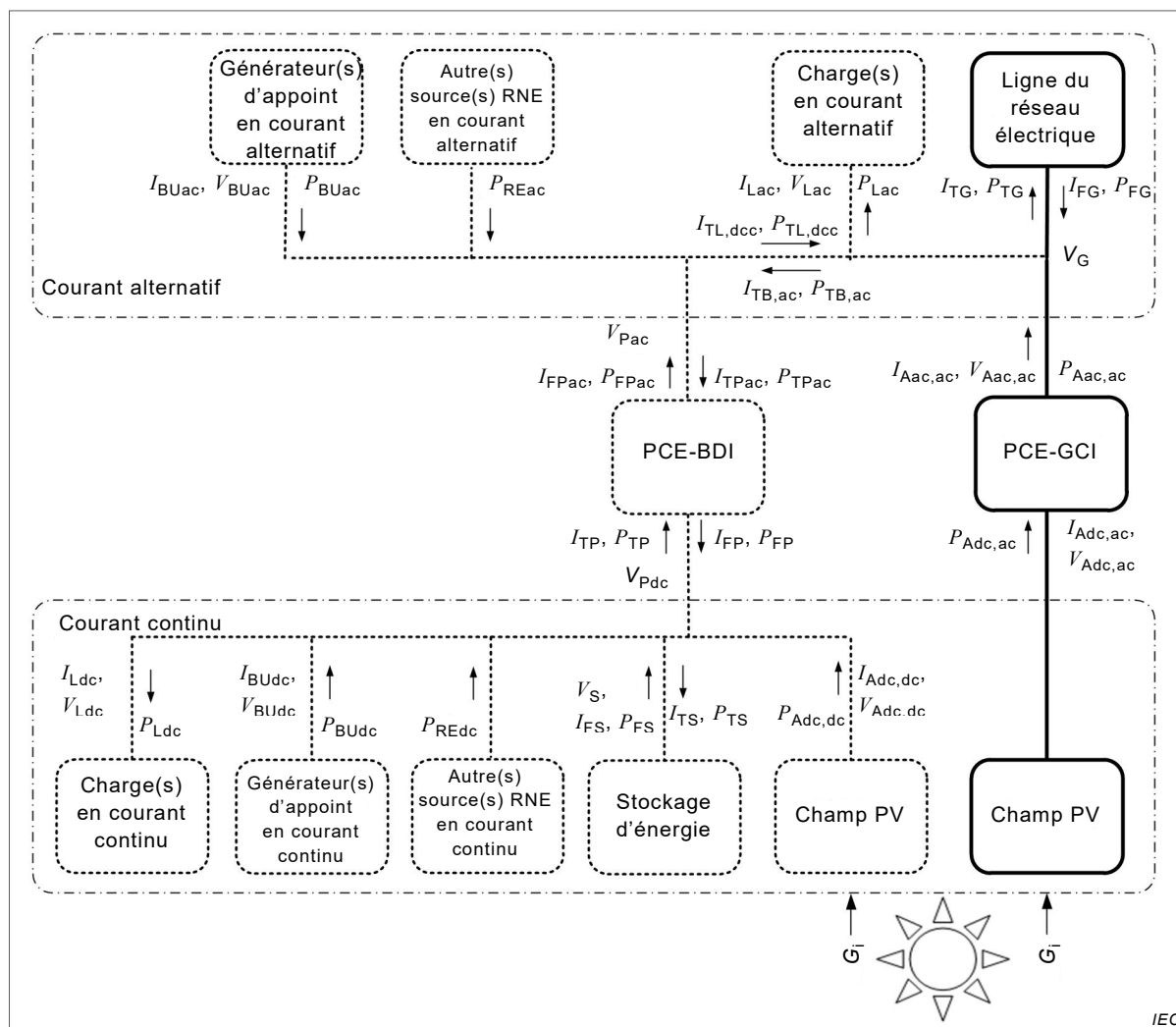
- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale définit les classes de systèmes de surveillance des performances des systèmes photovoltaïques (PV) et donne des recommandations concernant les choix parmi les différents systèmes de surveillance.

La Figure 1 représente les éléments majeurs possibles comprenant les différents types de systèmes PV. Le champ PV peut comprendre des systèmes à axe fixe et des systèmes de modules avec systèmes de suivi ainsi que des systèmes plans et systèmes à concentrateurs. L'électronique niveau module, le cas échéant, peut être un composant du système de surveillance.

Pour des raisons de simplification, les principaux articles du présent document sont rédigés pour les systèmes raccordés au réseau électrique sans charges locales, stockage d'énergie ou sources auxiliaires, tel que représenté par les lignes en gras dans la Figure 1. L'Annexe D donne des détails concernant les systèmes avec des composants complémentaires.



Légende

- RNE renewable energy (énergie renouvelable)
- PCE power conditioning equipment (matériel de conditionnement de puissance)
- BDI bi-directional inverter (onduleur bidirectionnel)
- GCI grid-connected inverter (onduleur raccordé au réseau électrique)

Les lignes en gras indiquent un système simple raccordé au réseau électrique sans charge locale, stockage d'énergie ou sources auxiliaires.

Figure 1 – Éléments possibles des systèmes PV

Un système de surveillance des performances a divers objectifs, lesquels peuvent comprendre, entre autres:

- l'identification des tendances de performances dans un système PV individuel;
- la localisation des défauts potentiels dans un système PV;
- la comparaison entre les performances des systèmes PV et les attentes ainsi que les garanties de conception;
- la comparaison entre les systèmes PV de différentes configurations; et
- la comparaison entre les systèmes PV à différents emplacements.

La diversité de ces objectifs se traduit par un ensemble varié d'exigences, et différentes méthodes de détection et/ou d'analyse peuvent être plus ou moins adaptées en fonction d'un objectif particulier. Par exemple, pour la comparaison entre les performances et les attentes ainsi que les garanties de conception, il convient de mettre l'accent sur les données au niveau du système et sur la cohérence entre les méthodes de prédiction et les méthodes d'essai, tandis que, pour l'analyse des tendances des performances et la localisation des défauts, une résolution supérieure au niveau des sous-niveaux du système ainsi qu'une mise en évidence de la répétabilité de mesure et des mesures de corrélation peuvent s'avérer nécessaires en lieu et place d'une exactitude absolue.

Il convient d'adapter le système de surveillance à la taille du système PV et aux exigences des utilisateurs. En règle générale, il convient que les systèmes PV plus grands et plus onéreux soient équipés de davantage de points de surveillance et de capteurs de plus grande exactitude par rapport aux systèmes PV plus petits et moins coûteux. Le présent document définit trois classifications de systèmes de surveillance avec des exigences distinctes, lesquels satisfont à un ensemble d'objectifs.

PERFORMANCES DES SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 1: Surveillance

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61724 présente des équipements, des méthodes et une terminologie relatifs à la surveillance des performances et à l'analyse des systèmes photovoltaïques (PV). Elle traite des capteurs, des installations et de l'exactitude des équipements de surveillance en plus de l'acquisition des données et des contrôles qualité des paramètres mesurés, des paramètres calculés et des mesures de performances. En outre, elle sert de base à d'autres normes qui s'appuient sur les données collectées.

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 60050-131, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits*

IEC 60904-2, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 2: Exigences applicables aux dispositifs photovoltaïques de référence*

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 60904-5, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 5: Détermination de la température de cellule équivalente (ECT) des dispositifs photovoltaïques (PV) par la méthode de la tension en circuit ouvert*

IEC 60904-10, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 10: Méthodes de mesure de la linéarité*

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

IEC 61557-12, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 12: Dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD)*

IEC 62053-21, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 21: Compteurs statiques d'énergie active (classes 1 et 2)*

IEC 62053-22, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 22: Compteurs statiques d'énergie active (classes 0,2 S et 0,5 S)*

IEC 62670-3, *Concentrateurs photovoltaïques (CPV) – Essai de performances – Partie 3: Mesurages de performances et rapport de puissance*

IEC 62817:2014, *Systèmes photovoltaïques – Qualification de conception des suiveurs solaires*

Guide ISO/IEC 98-1, *Incertitude de mesure – Partie 1: Introduction à l'expression de l'incertitude de mesure*

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO 9060, *Énergie solaire – Spécification et classification des instruments de mesurage du rayonnement solaire hémisphérique et direct*

ISO 9488, *Énergie solaire – Vocabulaire*

ISO 9846, *Énergie solaire – Étalonnage d'un pyranomètre utilisant un pyréliomètre*

ISO 9847, *Énergie solaire – Étalonnage des pyranomètres de terrain par comparaison à un pyranomètre de référence*

OMM N° 8, *Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques*

ASTM G183, *Standard Practice for Field Use of Pyranometers, Pyrliometers and UV Radiometers* (disponible en anglais seulement)