

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-3859-2

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.....	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Concepts	7
4 Sampling	11
5 DUT marking and information	11
5.1 Indelible marking	11
5.2 Preliminary information indicated by manufacturer	11
6 Testing	11
7 Report	12
8 Standard apparatus requirements	13
8.1 Irradiance measurement equipment	13
8.1.1 Normal incidence pyrheliometer (NIP).....	13
8.1.2 Global normal irradiance pyranometer	13
8.1.3 Spectral measurement device	13
8.1.4 Component reference cells	14
8.1.5 Indoor reference irradiance sensor	14
8.1.6 Auxiliary irradiance sensor.....	15
8.2 Solar simulator.....	15
8.2.1 General requirements	15
8.2.2 Continuous light simulator	15
8.2.3 Single-flash pulse simulator	16
8.2.4 Multi-flash pulse simulator	16
8.3 Solar tracker or DUT mounting system	16
8.3.1 General	16
8.3.2 Pointing error sensor	16
8.4 Temperature measurement and control	16
8.4.1 DUT temperature sensor.....	16
8.4.2 Ambient temperature sensor	16
8.4.3 Lens or optics temperature sensor	16
8.4.4 Temperature control system	17
8.5 Current-voltage measurement.....	17
8.6 Anemometer	17
8.7 Electrical load	17
9 Test procedures	18
9.1 Measurement of DUT temperature coefficients.....	18
9.1.1 Purpose	18
9.1.2 Apparatus	18
9.1.3 Data collection procedure and data requirements	18
9.1.4 Temperature coefficient determination	21
9.2 DUT reference V_{OC} at (900 W/m ² and 25 °C cell temperature)	22
9.2.1 General	22
9.2.2 Reference V_{OC} dark I-V procedure	22
9.2.3 Reference V_{OC} using a solar simulator	23
9.3 Calculating the average DUT cell temperature	23
9.3.1 Purpose	23

9.3.2	Procedure.....	24
9.4	Reference irradiance sensor calibration and reference I_{SC} determination	24
9.4.1	Purpose	24
9.4.2	Data requirements	24
9.4.3	Determination of the calibrated and reference I_{SC} , ($I_{SC, cal}$ and I_{SCR}).....	24
9.4.4	Calibration requirement	26
9.5	Indoor I-V measurements of a CPV DUT	26
9.5.1	Purpose	26
9.5.2	General measurement requirements	26
9.5.3	DUT indoor alignment procedure	28
9.5.4	Procedure for single-flash pulsed solar simulators	28
9.5.5	Procedure for multi-flash pulsed solar simulators.....	28
9.6	Outdoor I-V measurements of a CPV DUT	28
9.6.1	Purpose	28
9.6.2	Apparatus	28
9.6.3	Procedure.....	29
9.6.4	Report	29
9.7	CSOC and CSTC power ratings	30
9.7.1	Data filtering requirements for CSOC or CSTC translation	30
9.7.2	CSOC power determination	31
9.7.3	CSTC power determination	31
9.8	DUT alignment procedure and measurement of misalignment sensitivity.....	32
9.8.1	Purpose	32
9.8.2	Apparatus	32
9.8.3	Recommendations for initial DUT mounting	33
9.8.4	General requirements	33
9.8.5	Individual off-axis sweeps and final DUT alignment	33
9.8.6	Alternate ellipse plot procedure for reporting misalignment sensitivity.....	34
9.8.7	Reporting.....	34
9.9	Mounting and aligning the pointing error sensor and other alignment sensitive equipment	35
9.9.1	Purpose	35
9.9.2	Procedure.....	35
9.10	Outdoor lens temperature performance test	35
9.10.1	General guidance	35
9.10.2	Procedure.....	36
9.10.3	Reporting.....	37
9.11	Indoor lens temperature performance test.....	38
9.11.1	General guidance	38
9.11.2	Procedure.....	38
9.11.3	Reporting.....	39
	Bibliography.....	40
	Figure 1 – Collimating tube geometry.....	9
	Figure 2 – Solar tracker pointing error.....	10
	Figure 3 – Example of acceptance angle data for a CPV DUT	10
	Figure 4 – Flow chart of performance testing for the DUT	12
	Figure 5 – V_{OC} data after an uncover event.....	20

Figure 6 – Figure 5 repeated after removing one data point	21
Figure 7 – The derivative of dark I-V data plotted to determine R_s	23
Figure 8 – Iterative approach to determine I_{sc} and V_{oc}	26
Figure 9 – Raw data for extracting the impact of lens temperature	37
Figure 10 – Filtered data for extracting impact of lens temperature	37
Table 1 – SMR requirements for indoor measurements	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PHOTOVOLTAIC CONCENTRATORS (CPV) –
PERFORMANCE TESTING –****Part 3: Performance measurements and power rating****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 62670-3 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
82/1204/FDIS	82/1233/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62670 series, published under the general title *Photovoltaic concentrators (CPV) – Performance testing*, 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.

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.

PHOTOVOLTAIC CONCENTRATORS (CPV) – PERFORMANCE TESTING –

Part 3: Performance measurements and power rating

1 Scope

This part of IEC 62670 defines measurement procedures and instrumentation for determining concentrator photovoltaic performance at concentrator standard operating conditions (CSOC) and concentrator standard test conditions (CSTC), defined in IEC 62670-1, including power ratings.

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 60891, *Photovoltaic devices – Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics*

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 60904-4:2009, *Photovoltaic devices – Part 4: Reference solar devices – Procedures for establishing calibration traceability*

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

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

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

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

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 9060:1990, *Solar energy – Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives	47
3 Concepts	48
4 Echantillonnage	51
5 Marquage du DUT et informations associées	51
5.1 Marquage indélébile.....	51
5.2 Informations préliminaires mentionnées par le fabricant.....	52
6 Essais	52
7 Rapport	53
8 Exigences concernant les équipements normalisés	54
8.1 Appareil de mesure de l'éclairement	54
8.1.1 Pyrhéliomètre sous incidence normale (NIP).....	54
8.1.2 Pyranomètre à éclairement normal global	54
8.1.3 Dispositif de mesure spectrale.....	54
8.1.4 Cellules de référence composantes	55
8.1.5 Capteur d'éclairement de référence à l'intérieur	55
8.1.6 Capteur d'éclairement auxiliaire.....	56
8.2 Simulateur solaire	56
8.2.1 Exigences générales	56
8.2.2 Simulateur de lumière continue.....	56
8.2.3 Simulateur à impulsion de détente simple	57
8.2.4 Simulateur à impulsion de détente multiple	57
8.3 Suiveur solaire ou système de montage du DUT	57
8.3.1 Généralités.....	57
8.3.2 Capteur d'erreur de pointage	57
8.4 Mesurage et contrôle de la température	57
8.4.1 Capteur de température du DUT	57
8.4.2 Capteur de température ambiante.....	58
8.4.3 Capteur de température de la lentille ou de l'optique	58
8.4.4 Système de contrôle de température	58
8.5 Mesurage du courant/de la tension	58
8.6 Anémomètre	59
8.7 Charge électrique	59
9 Procédures d'essai	59
9.1 Mesurage des coefficients de température du DUT	59
9.1.1 Objectif.....	59
9.1.2 Appareillage	59
9.1.3 Procédure de collecte des données et exigences relatives aux données.....	59
9.1.4 Détermination des coefficients de température	63
9.2 Valeur V_{OC} de référence du DUT (dans des conditions d'éclairement de 900 W/m ² et à une température des cellules de 25 °C).....	64
9.2.1 Généralités.....	64
9.2.2 Procédure de mesure des courbes I-V d'obscurité pour la détermination de la valeur V_{OC} de référence	64
9.2.3 Valeur V_{OC} de référence avec un simulateur solaire.....	66

9.3	Calcul de la température moyenne des cellules du DUT	66
9.3.1	Objet	66
9.3.2	Procédure.....	66
9.4	Étalonnage du capteur d'éclairement de référence et détermination de la valeur I_{SC} de référence.	67
9.4.1	Objet	67
9.4.2	Exigences relatives aux données.....	67
9.4.3	Détermination de la valeur I_{SC} étalonnée de référence, ($I_{SC, cal}$ et I_{SC})	67
9.4.4	Exigence d'étalonnage.....	69
9.5	Mesurages I-V à l'intérieur d'un DUT à concentrateur photovoltaïque.....	69
9.5.1	Objet	69
9.5.2	Exigences générales concernant les mesures.....	69
9.5.3	Procédure d'alignement du DUT à l'intérieur.....	70
9.5.4	Procédure pour les simulateurs solaires à impulsion de détente simple	70
9.5.5	Procédure pour les simulateurs solaires à impulsion de détente multiple	71
9.6	Mesurages I-V à l'extérieur d'un DUT à concentrateur photovoltaïque.....	71
9.6.1	Objet	71
9.6.2	Appareillage	71
9.6.3	Procédure.....	71
9.6.4	Rapport	72
9.7	Rapports de puissance dans des conditions CSOC et CSTC.....	73
9.7.1	Exigences concernant le filtrage des données pour une conversion CSOC ou CSTC.....	73
9.7.2	Détermination de la puissance dans des conditions CSOC	74
9.7.3	Détermination de la puissance dans des conditions CSTC.....	74
9.8	Procédure d'alignement du DUT et mesure de la sensibilité de désalignement	76
9.8.1	Objet	76
9.8.2	Appareillage	76
9.8.3	Recommandations concernant le montage initial du DUT.....	76
9.8.4	Exigences générales	76
9.8.5	Balayages excentrés individuels et alignement final du DUT.....	77
9.8.6	Autre procédure d'établissement de graphique elliptique pour la consignation de la sensibilité de désalignement dans le rapport d'essai.....	78
9.8.7	Rapport d'essai	78
9.9	Montage et alignement du capteur d'erreur de pointage et autres appareils sensibles à l'alignement.....	78
9.9.1	Objet	78
9.9.2	Procédure.....	79
9.10	Essai de performances à la température de la lentille à l'extérieur	79
9.10.1	Guide général.....	79
9.10.2	Procédure.....	80
9.10.3	Rapport d'essai	82
9.11	Essai de performances à la température de la lentille à l'intérieur	82
9.11.1	Guide général.....	82
9.11.2	Procédure.....	82
9.11.3	Rapport d'essai	83
	Bibliographie.....	85

Figure 2 – Erreur de pointage d'un suiveur solaire	50
Figure 3 – Exemple de données relatives à l'angle d'admission pour un DUT à concentrateur photovoltaïque.....	51
Figure 4 – Organigramme des essais de performances applicables au DUT	53
Figure 5 – Données V_{OC} après le retrait du revêtement.....	62
Figure 6 – Figure 5 reprise après suppression d'un point de donnée.....	63
Figure 7 – La dérivée des données I-V d'obscurité tracée pour déterminer R_S	65
Figure 8 – Approche itérative pour établir L_{SC} et V_{OC}	68
Figure 9 – Données brutes permettant d'extraire l'influence de la température de la lentille.....	81
Figure 10 – Données filtrées permettant d'extraire l'influence de la température de la lentille.....	81
Tableau 1 – Exigences relatives au rapport SMR pour les mesurages à l'intérieur	70

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONCENTRATEURS PHOTOVOLTAÏQUES (CPV) –
ESSAI DE PERFORMANCES –****Partie 3: Mesurages de performances et rapport de puissance****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 62670-3 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 internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1204/FDIS	82/1233/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62670, publiées sous le titre général *Concentrateurs photovoltaïques (CPV) – Essai de performances*, 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.

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.

CONCENTRATEURS PHOTOVOLTAÏQUES (CPV) – ESSAI DE PERFORMANCES –

Partie 3: Mesurages de performances et rapport de puissance

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62670 spécifie des procédures de mesure et des instruments permettant d'établir les performances des concentrateurs photovoltaïques dans des conditions de fonctionnement normales du concentrateur (CSOC) et des conditions d'essais normales du concentrateur (CSTC) définies dans l'IEC 62670-1, y compris les rapports de puissance.

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 60891, *Dispositifs photovoltaïques – Procédures pour les corrections en fonction de la température et de l'éclairement à appliquer aux caractéristiques I-V mesurées*

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 60904-4:2009, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 4: Dispositifs solaires de référence – Procédures pour établir la traçabilité de l'étalonnage*

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

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

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

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

ISO 2859-1, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 9060:1990, *Énergie solaire – Spécification et classification des instruments de mesurage du rayonnement solaire hémisphérique et direct*