



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Photovoltaic devices –
Part 9: Solar simulator performance requirements**

**Dispositifs photovoltaïques –
Partie 9: Exigences pour le fonctionnement des simulateurs solaires**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope and object.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
3.1 solar simulator.....	5
3.2 test plane	6
3.3 designated test area.....	6
3.4 data sampling time	6
3.5 data acquisition time	6
3.6 time for acquiring the I-V characteristic	6
3.7 effective irradiance.....	6
3.8 spectral range	7
3.9 spectral match.....	7
3.10 non-uniformity of irradiance in the test plane	7
3.11 temporal instability of irradiance.....	7
3.12 solar simulator classification.....	8
4 Simulator requirements	8
5 Measurement procedures	9
5.1 Introductory remarks	9
5.2 Spectral match	9
5.3 Non-uniformity of irradiance on the test plane	10
5.4 Temporal instability of irradiance.....	11
5.4.1 Solar simulators for I-V measurement.....	11
5.4.2 Solar simulators for irradiance exposure.....	13
6 Name plate and data sheet.....	13
 Bibliography.....	 15
 Figure 1 – Evaluation of STI for a long pulse solar simulator.....	 12
Figure 2 – Evaluation of STI for a short pulse solar simulator	12
 Table 1 – Global reference solar spectral irradiance distribution given in IEC 60904-3.....	 7
Table 2 – Definition of solar simulator classifications	8
Table 3 – Example of solar simulator rating measurements.....	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC DEVICES –

Part 9: Solar simulator performance requirements

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60904-9 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 1995. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- Added "Terms and definitions" clause
- Redefinition of solar simulator classification
- Added procedures for the measurement of classification parameters: Spectral match, temporal instability, non-uniformity of irradiance
- Provided details and guidance to address technology specific measurement effects

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

FDIS	Report on voting
82/488/FDIS	82/498/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 of the IEC 60904 series, under the general title *Photovoltaic devices*, can be found on the IEC web site.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

PHOTOVOLTAIC DEVICES –

Part 9: Solar simulator performance requirements

1 Scope and object

IEC standards for photovoltaic devices require the use of specific classes of solar simulators deemed appropriate for specific tests. Solar simulators can be either used for performance measurements of PV devices or endurance irradiation tests. This part of IEC 60904 provides the definitions of and means for determining simulator classifications. In the case of PV performance measurements, using a solar simulator of high class does not eliminate the need to quantify the influence of the simulator on the measurement by making spectral mismatch corrections and analyzing the influences of uniformity of irradiance of the test plane and temporal stability on that measurement. Test reports for devices tested with the simulator shall list the class of simulator used for the measurement and the method used to quantify the simulator's effect on the results.

The purpose of this standard is to define classifications of solar simulators for use in indoor measurements of terrestrial photovoltaic devices, solar simulators are classified as A, B or C for each of the three categories based on criteria of spectral distribution match, irradiance non-uniformity on the test plane and temporal instability. This standard provides the required methodologies for determining the rating achieved by a solar simulator in each of the categories.

This standard is referred to by other IEC standards in which class requirements are laid down for the use of solar simulators. Solar simulators for irradiance exposure should at least fulfil class CCC requirements where the third letter is related to long term instability. In the case of use for PV performance measurements, classification CBA is demanded where the third letter is related to the short term instability.

2 Normative references

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	17
1 Domaine d'application et objet.....	19
2 Références normatives.....	19
3 Termes et définitions.....	19
3.1 simulateur solaire.....	19
3.2 plan d'essai.....	20
3.3 zone d'essai désignée.....	20
3.4 temps d'échantillonnage.....	20
3.5 temps d'acquisition de données.....	20
3.6 temps pour acquérir la caractéristique I-V.....	20
3.7 éclairage effectif.....	21
3.8 domaine spectral.....	21
3.9 égalisation spectrale.....	21
3.10 non-uniformité de l'éclairage dans le plan d'essai.....	21
3.11 instabilité temporelle de l'éclairage.....	21
3.12 classification du simulateur solaire.....	22
4 Exigences relatives au simulateur.....	22
5 Procédures de mesure.....	23
5.1 Remarques d'introduction.....	23
5.2 Egalisation spectrale.....	24
5.3 Non-uniformité de l'éclairage sur le plan d'essai.....	24
5.4 Instabilité temporelle de l'éclairage.....	26
5.4.1 Mesure I-V sous simulateurs solaire.....	26
5.4.2 Simulateurs solaires pour l'exposition de l'éclairage.....	28
6 Plaque d'identification et fiche technique.....	28
 Bibliographie.....	 30
 Figure 1 – Evaluation de la STI pour un simulateur solaire à longues impulsions.....	 27
Figure 2 – Evaluation de la STI pour un simulateur solaire à courtes impulsions.....	27
 Tableau 1 – Répartition de l'éclairage spectral solaire de référence décrite dans la CEI 60904-3.....	 21
Tableau 2 – Définition des classifications de simulateurs solaires.....	23
Tableau 3 – Exemple de mesures caractéristiques d'un simulateur solaire.....	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 9: Exigences pour le fonctionnement des simulateurs solaires

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60904-9 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 1995. Elle constitue une révision technique.

Les principaux changements techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

- Ajout d'un Article «Termes et définitions»
- Redéfinition de la classification du simulateur solaire
- Ajout de procédures pour la mesure des paramètres de classification: égalisation spectrale, instabilité temporelle, non-uniformité de l'éclairement
- Fourniture de détails et conseils pour traiter des effets de mesure spécifiques à la technologie

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/488/FDIS	82/498/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60904, présentées sous le titre général *Dispositifs photovoltaïques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 9: Exigences pour le fonctionnement des simulateurs solaires

1 Domaine d'application et objet

Les normes CEI sur les dispositifs photovoltaïques exigent l'utilisation de classes spécifiques de simulateurs solaires jugés appropriés pour des essais spécifiques. Les simulateurs solaires peuvent être utilisés soit pour des mesures de performance des dispositifs PV ou pour les essais d'endurance d'exposition énergétique. Cette partie de la CEI 60904 fournit les définitions et les moyens pour déterminer les classifications de simulateurs. Dans le cas de mesures de performances PV, l'utilisation d'un simulateur solaire de haute classe n'élimine pas la nécessité de quantifier l'influence du simulateur sur la mesure en réalisant des corrections d'erreur spectrale et en analysant les influences de l'uniformité de l'éclairement du plan d'essai et de la stabilité temporelle sur cette mesure. Les rapports d'essai pour les dispositifs testés avec le simulateur doivent énoncer la classe du simulateur utilisé pour la mesure et la méthode utilisée pour quantifier l'effet du simulateur sur les résultats.

L'objectif de cette norme est de définir les classifications des simulateurs solaires utilisés pour des mesures en intérieur sur des dispositifs photovoltaïques terrestres; les simulateurs solaires sont classés en catégorie A, B ou C, chacune de ces trois catégories étant basée sur des critères d'équilibre de répartition spectrale, de non-uniformité de l'éclairement sur le plan d'essai et d'instabilité temporelle. Cette norme fournit les méthodologies requises pour déterminer les caractéristiques fournies par un simulateur solaire dans chacune des catégories.

La présente norme est citée dans d'autres normes CEI dans lesquelles des exigences de classes sont spécifiées pour l'utilisation de simulateurs solaires. Il convient que les simulateurs solaires pour l'exposition à l'éclairement répondent aux moins aux exigences de classe CCC où la troisième lettre est relative à l'instabilité à long terme. Dans le cas de l'utilisation pour des mesures de performance PV, la classification CBA est demandée, où la troisième lettre est relative à l'instabilité à court terme.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 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*