

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60904-2**

Deuxième édition  
Second edition  
2007-03

---

---

**Dispositifs photovoltaïques –**

**Partie 2:  
Exigences relatives aux dispositifs  
solaires de référence**

**Photovoltaic devices –**

**Part 2:  
Requirements for reference solar devices**

© IEC 2007 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**M**

*Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue*

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS.....                                                                                                               | 4  |
| 1 Domaine d'application et objet.....                                                                                           | 8  |
| 2 Références normatives.....                                                                                                    | 8  |
| 3 Description .....                                                                                                             | 10 |
| 3.1 Traçabilité de l'étalonnage .....                                                                                           | 10 |
| 3.1.1 Dispositif primaire de référence:.....                                                                                    | 10 |
| 3.1.2 Dispositif secondaire de référence:.....                                                                                  | 10 |
| 3.1.3 Dispositif de travail de référence: .....                                                                                 | 10 |
| 3.2 Construction des dispositifs de référence .....                                                                             | 10 |
| 3.2.1 Cellule de référence .....                                                                                                | 10 |
| 3.2.2 Dispositifs à multicellules de référence.....                                                                             | 12 |
| 3.3 Résistances de shuntage intégrées .....                                                                                     | 12 |
| 4 Sélection .....                                                                                                               | 14 |
| 4.1 Exigences, généralités .....                                                                                                | 14 |
| 4.2 Exigences supplémentaires pour les modules de référence.....                                                                | 14 |
| 5 Mesure de la température.....                                                                                                 | 14 |
| 6 Connexions électriques .....                                                                                                  | 14 |
| 7 Etalonnage.....                                                                                                               | 14 |
| 8 Fiche technique .....                                                                                                         | 16 |
| 9 Marquage .....                                                                                                                | 18 |
| 10 Conditionnement .....                                                                                                        | 18 |
| 10.1 Conditionnement recommandé pour l'utilisation en éclairage naturel .....                                                   | 18 |
| 10.2 Conditionnement recommandé pour l'utilisation avec simulateurs.....                                                        | 18 |
| 10.3 Boîtier pour cellule individuelle.....                                                                                     | 18 |
| 11 Précautions relatives aux dispositifs de référence .....                                                                     | 20 |
| 12 Etalonnage des dispositifs secondaires de référence par rapport à une cellule<br>primaire de référence .....                 | 20 |
| 12.1 Eclairage naturel .....                                                                                                    | 20 |
| 12.2 Eclairage simulé.....                                                                                                      | 22 |
| 12.3 Procédure d'essai .....                                                                                                    | 22 |
| 13 Etalonnage du dispositif solaire de travail de référence par rapport à un dispositif<br>solaire secondaire de référence..... | 24 |
| Figure 1 – Boîtier d'une multicellule de référence cellule .....                                                                | 24 |
| Figure 2 – Boîtier d'une cellule individuelle .....                                                                             | 24 |

## CONTENTS

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                     | 5  |
| 1 Scope and object.....                                                                           | 9  |
| 2 Normative references .....                                                                      | 9  |
| 3 Description .....                                                                               | 11 |
| 3.1 Calibration traceability.....                                                                 | 11 |
| 3.1.1 Primary reference device:.....                                                              | 11 |
| 3.1.2 Secondary reference device: .....                                                           | 11 |
| 3.1.3 Working reference device: .....                                                             | 11 |
| 3.2 Construction of reference devices .....                                                       | 11 |
| 3.2.1 Reference cell .....                                                                        | 11 |
| 3.2.2 Multi-cell reference devices .....                                                          | 13 |
| 3.3 Built-in shunt resistors.....                                                                 | 13 |
| 4 Selection .....                                                                                 | 15 |
| 4.1 Requirements, general .....                                                                   | 15 |
| 4.2 Additional requirements for reference modules.....                                            | 15 |
| 5 Temperature measurement.....                                                                    | 15 |
| 6 Electrical connections.....                                                                     | 15 |
| 7 Calibration.....                                                                                | 15 |
| 8 Data sheet.....                                                                                 | 17 |
| 9 Marking .....                                                                                   | 19 |
| 10 Packaging .....                                                                                | 19 |
| 10.1 Recommended packaging for use in natural sunlight .....                                      | 19 |
| 10.2 Recommended packaging for use under simulators .....                                         | 19 |
| 10.3 Single cell package .....                                                                    | 19 |
| 11 Care of reference devices.....                                                                 | 21 |
| 12 Calibration of secondary reference devices against a primary reference cell .....              | 21 |
| 12.1 Natural sunlight .....                                                                       | 21 |
| 12.2 Simulated sunlight.....                                                                      | 23 |
| 12.3 Test Procedure.....                                                                          | 23 |
| 13 Calibration of Working Solar Reference Device against a Secondary Solar Reference Device ..... | 25 |
| Figure 1 – Reference cell in a multi-cell package .....                                           | 25 |
| Figure 2 – Single-cell package.....                                                               | 25 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –

#### Partie 2: Exigences relatives aux dispositifs solaires de référence

##### 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 60904-2 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de la CEI 60904-2 (1989), son amendement 1 (1998) ainsi que la CEI 60904-6 (1994) et son amendement 1 (1998), dont elle constitue une révision technique.

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

- Ajout d'un paragraphe sur la «Traçabilité de l'étalonnage».
- Ajout d'un paragraphe sur la «Construction» pour différencier les différents types de dispositifs de référence.
- Ajout de conseils sur l'utilisation d'une résistance de shuntage intégrée.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## PHOTOVOLTAIC DEVICES –

**Part 2: Requirements for reference solar devices**

## 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 60904-2 has been prepared by IEC Technical Committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition cancels and replaces IEC 60904-2 (1989), its Amendment 1 (1998) and IEC 60904-6 (1994) and its Amendment 1 (1998). It constitutes a technical revision.

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

- Added subclause on "Calibration traceability".
- Added subclause on "Construction" to differentiate the various types of reference devices.
- Added guidance on use of a built-in shunt resistor.

- Augmentation des exigences relatives à la fiche technique. En particulier ajout d'exigences pour une correction de décalage ou une estimation de l'incertitude due au décalage du dispositif de référence.
- Ajout d'un article sur «l'Étalonnage des dispositifs solaires de travail de référence».

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| CDV        | Rapport de vote |
|------------|-----------------|
| 82/425/CDV | 82/465/RVC      |

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.

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.

- Increased data sheet requirements. In particular added requirement for either a mismatch correction or an estimate of uncertainty due to the mismatch of the reference device.
- Added Clause on “Calibration of working solar reference devices”.

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

| CDV        | Report on voting |
|------------|------------------|
| 82/425/CDV | 82/465/RVC       |

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.

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.

## DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –

### Partie 2: Exigences relatives aux dispositifs solaires de référence

#### 1 Domaine d'application et objet

Cette partie de la CEI 60904 donne les exigences relatives à la classification, à la sélection, au conditionnement, au marquage, à l'étalonnage et aux précautions d'utilisation des dispositifs solaires de référence.

La présente norme couvre les dispositifs solaires de référence utilisés pour déterminer les performances électriques des cellules, modules et panneaux solaires sous éclairage naturel et simulé. Elle ne couvre pas les dispositifs solaires de référence pour une utilisation sous éclairage concentré.

#### 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 60891, *Procédures pour les corrections en fonction de la température et de l'éclairement à appliquer aux caractéristiques I-V mesurées des dispositifs photovoltaïques au silicium cristallin.*

CEI 60904-1, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 1: Mesure des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques*

CEI 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*

CEI 60904-7, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 7: Calcul de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales introduite dans les mesures de test d'un dispositif photovoltaïque*

CEI 60904-8, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 8: Mesure de la réponse spectrale d'un dispositif photovoltaïque (PV)*

CEI 60904-9, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 9: Exigences pour le fonctionnement des simulateurs solaires*

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

CEI 61215, *Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation*

CEI 61646, *Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation*

## PHOTOVOLTAIC DEVICES –

### Part 2: Requirements for reference solar devices

#### 1 Scope and object

This part of IEC 60904 gives requirements for the classification, selection, packaging, marking, calibration and care of reference solar devices.

This standard covers solar reference devices used to determine the electrical performance of solar cells, modules and arrays under natural and simulated sunlight. It does not cover solar reference devices for use under concentrated sunlight.

#### 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 60891, *Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices*

IEC 60904-1, *Photovoltaic devices – Part 1: Measurements of photovoltaic current-voltage characteristics*

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 60904-7, *Photovoltaic devices – Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device*

IEC 60904-8, *Photovoltaic devices – Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device*

IEC 60904-9, *Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements*

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

IEC 61215, *Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61646, *Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*