

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60904-7**

Deuxième édition  
Second edition  
1998-03

---

---

**Dispositifs photovoltaïques –**

**Partie 7:**

**Calcul de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales introduite dans les mesures de test d'un dispositif photovoltaïque**

**Photovoltaic devices –**

**Part 7:**

**Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60904-7:1998

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI\***
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60904-7**

Deuxième édition  
Second edition  
1998-03

---

---

**Dispositifs photovoltaïques –**

**Partie 7:**

**Calcul de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales introduite dans les mesures de test d'un dispositif photovoltaïque**

**Photovoltaic devices –**

**Part 7:**

**Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device**

© IEC 1998 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  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**D**

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –**

**Partie 7: Calcul de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales  
introduite dans les mesures de test d'un dispositif photovoltaïque**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60904-7 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 (monolingue, anglais), parue en 1995 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/184/FDIS	82/200/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.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## PHOTOVOLTAIC DEVICES –

**Part 7: Computation of spectral mismatch error  
introduced in the testing of a photovoltaic device**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60904-7 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition cancels and replaces the first (monolingual English) edition published in 1995 and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
82/184/FDIS	82/200/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.

## DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –

### Partie 7: Calcul de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales introduite dans les mesures de test d'un dispositif photovoltaïque

#### 1 Objet

Cette partie de la CEI 60904 décrit la procédure pour déterminer l'erreur de mesure introduite dans le test d'un dispositif photovoltaïque, due d'une part à la désadaptation des réponses spectrales du spécimen en essai et du dispositif de référence, et d'autre part à la désadaptation entre le spectre pour l'essai et le spectre de référence. La procédure s'applique seulement aux dispositifs photovoltaïques qui sont linéaires sur la gamme concernée, telle que définie dans la CEI 60904-10.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60904. Au moment de sa publication, les éditions indiquées étaient en vigueur et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60904 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60904-3:1989, *Dispositifs photovoltaïques – Troisième partie: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence*

CEI 60904-10:1998, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 10: Méthodes de mesure de la linéarité*

#### 3 Description de la méthode

L'erreur est calculée par intégration des produits des réponses spectrales relatives du dispositif de référence et du spécimen en essai et des éclairagements spectraux relatifs du simulateur et de la distribution de l'éclairement spectral de référence tels que définis dans la CEI 60904-3. Ainsi:

- $J_1$  est la densité du courant de court-circuit de la cellule de référence sous un éclairage de  $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  et la distribution spectrale de référence [ $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ ];
- $J_2$  est la densité du courant de court-circuit de la cellule de référence, mesurée en lumière solaire naturelle ou simulée [ $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ ];
- $s_{1\lambda}$  est la réponse spectrale absolue de la cellule de référence à la longueur d'onde  $\lambda$  [ $\text{A}\cdot\text{W}^{-1}$ ];
- $k_1 \cdot s_{1\lambda}$  est la réponse spectrale relative de la cellule de référence à la longueur d'onde  $\lambda$ ;
- $J_3$  est la densité de courant de court-circuit du spécimen en essai, sous éclairage solaire de  $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  et la distribution spectrale de référence [ $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ ];

## PHOTOVOLTAIC DEVICES –

### Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device

#### 1 Scope

This part of IEC 60904 describes the procedure for determining the error introduced in the testing of a photovoltaic device caused by the interaction of the mismatch between the spectral responses of the test specimen and the reference device, and the mismatch between the test spectrum and the reference spectrum. The procedure applies only to photovoltaic devices which are linear over the range of interest, as defined in IEC 60904-10.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60904. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60904 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60904-3:1989, *Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data*

IEC 60904-10:1998, *Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement*

#### 3 Description of method

The error is computed from the integrated products of the relative spectral responses of the reference device and the test specimen and the relative spectral irradiances of the simulator and the reference solar spectral irradiance distribution as defined in IEC 60904-3. Thus, if

$J_1$  is the short-circuit current density of the reference cell in solar radiation having an irradiance of  $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  and the reference spectral distribution [ $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ ];

$J_2$  is the short-circuit current density of the reference cell as measured in natural or simulated solar radiation [ $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ ];

$s_{1\lambda}$  is the absolute spectral response of the reference cell at wavelength  $\lambda$  [ $\text{A}\cdot\text{W}^{-1}$ ];

$k_1 \cdot s_{1\lambda}$  is the relative spectral response of the reference cell at wavelength  $\lambda$ ;

$J_3$  is the short-circuit current density of the test specimen in solar radiation having an irradiance of  $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  and the reference spectral irradiance distribution [ $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ ];

$J_4$  est la densité de courant de court-circuit du spécimen en essai mesurée en lumière solaire naturelle ou simulée [ $A \cdot m^{-2}$ ];

$s_{2\lambda}$  est la réponse spectrale absolue du spécimen en essai à la longueur d'onde  $\lambda$  [ $A \cdot W^{-1}$ ];

$k_2 \cdot s_{2\lambda}$  est la réponse spectrale relative du spécimen en essai à la longueur d'onde  $\lambda$ ;

$G_{s\lambda}$  est l'éclairement spectral absolu à la longueur d'onde  $\lambda$  de la distribution de l'éclairement spectral de référence [ $W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ ];

$k_3 \cdot G_{s\lambda}$  est l'éclairement spectral relatif à la longueur d'onde  $\lambda$  de la distribution de l'éclairement spectral de référence;

$G_{t\lambda}$  est l'éclairement spectral absolu à la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière solaire naturelle ou simulée [ $W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ ];

$k_4 \cdot G_{t\lambda}$  est l'éclairement spectral relatif à la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière solaire naturelle ou simulée;

d'où:

$$J_1 = \int s_{1\lambda} \cdot G_{s\lambda} \cdot d(\lambda)$$

$$J_2 = \int s_{1\lambda} \cdot G_{t\lambda} \cdot d(\lambda)$$

$$J_3 = \int s_{2\lambda} \cdot G_{s\lambda} \cdot d(\lambda)$$

$$J_4 = \int s_{2\lambda} \cdot G_{t\lambda} \cdot d(\lambda)$$

L'intégration des produits des réponses spectrales relatives mesurées et de l'éclairement spectral relatif donne les paramètres suivants:

$$A_1 = \int k_1 \cdot s_{1\lambda} \cdot k_3 \cdot G_{s\lambda} \cdot d(\lambda) = k_1 \cdot k_3 \cdot J_1$$

$$A_2 = \int k_1 \cdot s_{1\lambda} \cdot k_4 \cdot G_{t\lambda} \cdot d(\lambda) = k_1 \cdot k_4 \cdot J_2$$

$$A_3 = \int k_2 \cdot s_{2\lambda} \cdot k_3 \cdot G_{s\lambda} \cdot d(\lambda) = k_2 \cdot k_3 \cdot J_3$$

$$A_4 = \int k_2 \cdot s_{2\lambda} \cdot k_4 \cdot G_{t\lambda} \cdot d(\lambda) = k_2 \cdot k_4 \cdot J_4$$

L'erreur de mesure de la densité du courant de court-circuit du spécimen en essai est alors donnée par:

$$\text{Erreur de désadaptation spectrale (\%)} = \left[ \frac{(J_4 - J_3)}{J_3} \right] \times 100 = \left[ \frac{(A_1 \cdot A_4)}{(A_2 \cdot A_3)} \cdot \left( \frac{J_2}{J_1} \right) - 1 \right] \times 100$$