



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

R

## CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references .....	5
3 Correction procedures .....	5
3.1 General.....	5
3.2 Correction procedure 1.....	6
3.3 Correction procedure 2.....	7
3.4 Correction procedure 3.....	8
4 Determination of temperature coefficients.....	13
4.1 General.....	13
4.2 Apparatus.....	13
4.3 Procedure in natural sunlight.....	14
4.4 Procedure with a solar simulator .....	15
4.5 Calculation of temperature coefficients.....	15
5 Determination of internal series resistance $R_S$ and $R'_S$ .....	15
5.1 General.....	15
5.2 Correction procedure 1.....	16
5.3 Correction procedure 2.....	17
6 Determination of the curve correction factor $\kappa$ and $\kappa'$ .....	18
6.1 General.....	18
6.2 Procedure .....	18
7 Reporting .....	19
Bibliography.....	21
Figure 1 – Example of the correction of the I-V characteristics by Equations (6) and (7) .....	10
Figure 2 – Schematic diagram of the relation of $G_3$ and $T_3$ which can be chosen in the simultaneous correction for irradiance and temperature, for a fixed set of $T_1$ , $G_1$ , $T_2$ , and $G_2$ by Equations (8) and (9).....	11
Figure 3 – Schematic diagram of the processes for correcting the I-V characteristics to various ranges of irradiance and temperature based on three measured characteristics .....	12
Figure 4 – Schematic diagram of the processes for correcting the I-V characteristics to various ranges of irradiance and temperature based on four measured characteristics .....	13
Figure 5 – Positions for measuring the temperature of the test module behind the cells .....	14
Figure 6 – Determination of internal series resistance.....	16
Figure 7 – Determination of $V_{OC}$ irradiance correction factor and internal series resistance.....	18
Figure 8 – Determination of curve correction factor.....	19

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# PHOTOVOLTAIC DEVICES – PROCEDURES FOR TEMPERATURE AND IRRADIANCE CORRECTIONS TO MEASURED I-V CHARACTERISTICS

## 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 60891 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 1987 and its Amendment 1 (1992) and constitutes a technical revision.

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

- extends edition 1 translation procedure to irradiance change during I-V measurement;
- adds 2 new translation procedures;
- revises procedure for determination of temperature coefficients to include PV modules;
- defines new procedure for determination of internal series resistance;
- defines new procedure for determination of curve correction factor.

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

FDIS	Report on voting
82/581/FDIS	82/588/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.

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.

Withdrawn

# PHOTOVOLTAIC DEVICES – PROCEDURES FOR TEMPERATURE AND IRRADIANCE CORRECTIONS TO MEASURED I-V CHARACTERISTICS

## 1 Scope

This standard defines procedures to be followed for temperature and irradiance corrections to the measured I-V (current-voltage) characteristics of photovoltaic devices. It also defines the procedures used to determine factors relevant for these corrections. Requirements for I-V measurement of photovoltaic devices are laid down in IEC 60904-1.

NOTE 1 The photovoltaic devices include a single solar cell with or without a protective cover, a sub-assembly of solar cells, or a module. A different set of relevant parameters for I-V correction applies for each type of device. Although the determination of temperature coefficients for a module (or sub-assembly of cells) may be calculated from single cell measurements, it should be noted that the internal series resistance and curve correction factor should be separately measured for a module or subassembly of cells.

NOTE 2 The term “test specimen” is used to denote any of these devices.

NOTE 3 Care should be taken regarding the use of I-V correction parameters. The parameters are valid for the PV device for which they have been measured. Variations may occur within a production lot or the type class.

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

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

IEC 60904-7, *Photovoltaic devices – Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices*

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

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	23
1 Domaine d'application .....	25
2 Références normatives.....	25
3 Procédures de correction.....	25
3.1 Généralités.....	25
3.2 Procédure de correction 1 .....	26
3.3 Procédure de correction 2 .....	27
3.4 Procédure de correction 3 .....	28
4 Détermination des coefficients de température .....	32
4.1 Généralités.....	32
4.2 Appareillage .....	32
4.3 Procédure sous éclairage solaire naturel .....	33
4.4 Procédure utilisant un simulateur solaire .....	34
4.5 Calcul des coefficients de température .....	34
5 Détermination des résistances-série internes $R_s$ and $R'_s$ .....	35
5.1 Généralités.....	35
5.2 Procédure de correction 1 .....	35
5.3 Procédure de correction 2 .....	36
6 Détermination des facteurs de correction de la courbe $\kappa$ et $\kappa'$ .....	37
6.1 Généralités.....	37
6.2 Procédure .....	38
7 Rapport.....	39
Bibliographie.....	40
Figure 1 – Exemple de correction des caractéristiques I-V par les Equations (6) et (7) .....	30
Figure 2 – Diagramme schématique de la relation de $G_3$ et $T_3$ qui peuvent être choisis dans la correction simultanée de l'éclairage et de la température, pour un ensemble donné $T_1$ , $G_1$ , $T_2$ , et $G_2$ obtenu en appliquant les Equations (8) et (9) .....	30
Figure 3 – Diagramme schématique des procédés de correction des caractéristiques I-V en fonction de plages variables d'éclairage et de température basés sur trois caractéristiques mesurées .....	31
Figure 4 – Diagramme schématique des procédés de correction des caractéristiques I-V en fonction de plages variables d'éclairage et de température basés sur quatre caractéristiques mesurées .....	32
Figure 5 – Positions pour mesurer la température du module en essai derrière les cellules .....	33
Figure 6 – Détermination de la résistance-série interne .....	36
Figure 7 – Détermination du facteur de correction de l'éclairage $V_{oc}$ et de la résistance-série interne .....	37
Figure 8 – Détermination du facteur de correction de la courbe .....	38

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES – PROCÉDURES POUR LES CORRECTIONS EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'ÉCLAIREMENT À APPLIQUER AUX CARACTÉRISTIQUES I-V MESURÉES

### 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 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 la CEI. La CEI 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 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 60891 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 1987 ainsi que son Amendement 1 (1992) et constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- extension de la procédure de transposition de l'édition 1 au changement d'éclairement pendant la mesure I-V;
- ajout de deux nouvelles procédures de transposition;
- révision de la procédure utilisée pour déterminer les coefficients de température pour inclure les modules PV;
- définition d'une nouvelle procédure pour déterminer la résistance-série interne;

- définition d'une nouvelle procédure pour déterminer le facteur de correction de la courbe.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/581/FDIS	82/588/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.

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.

Withdrawn



# DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES – PROCÉDURES POUR LES CORRECTIONS EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'ÉCLAIREMENT À APPLIQUER AUX CARACTÉRISTIQUES I-V MESURÉES

## 1 Domaine d'application

La présente norme définit des procédures à suivre pour les corrections en fonction de la température et de l'éclairement à appliquer aux caractéristiques I-V (courant-tension) mesurées des dispositifs photovoltaïques. Elle définit également les procédures utilisées pour déterminer les facteurs appropriés pour ces corrections. Les exigences pour la mesure I-V des dispositifs photovoltaïques sont données dans la CEI 60904-1.

NOTE 1 Les dispositifs photovoltaïques comportent une seule cellule solaire avec ou sans couverture de protection, un sous-ensemble de cellules solaires ou un module. Un ensemble différent de paramètres appropriés à la correction I-V s'applique à chaque type de dispositif. Bien que la détermination des coefficients de température pour un module (ou un sous-ensemble de cellules) puisse être effectuée à partir de mesures sur une seule cellule, il convient de noter que la résistance-série interne et le facteur de correction de la courbe seront mesurés séparément pour un module ou un sous-ensemble de cellules.

NOTE 2 L'expression "spécimen en essai" est utilisée pour désigner l'un de ces dispositifs.

NOTE 3 Il convient de prêter une attention particulière à l'utilisation des paramètres de correction I-V. Les paramètres sont valables pour le dispositif PV pour lequel ils ont été mesurés. Des variations peuvent apparaître au sein d'un lot de fabrication ou de la classe type.

## 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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

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

CEI 60904-2, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 2: Exigences relatives aux dispositifs solaires de référence*

CEI 60904-7, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 7: Calcul de la correction de désadaptation des réponses spectrales dans les mesures de dispositifs photovoltaïques*

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*