

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating –
Part 3: Energy rating of PV modules**

**Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules
photovoltaïques (PV) –
Partie 3: Caractéristiques assignées d'énergie des modules PV**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-5989-4

**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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Testing	7
5 Report	7
6 Module energy collection	8
6.1 General.....	8
6.2 Input module data for energy rating.....	8
6.3 Input standard reference climatic profiles	9
7 Procedure for energy rating	9
7.1 General.....	9
7.2 In-plane global irradiance corrected for angular incidence effects	10
7.3 Spectrally corrected global in-plane irradiance	11
7.4 Calculation of module temperature.....	12
7.5 Determination of instantaneous module power	12
7.6 Calculation of hourly module energy output.....	13
7.7 Calculation of annual module energy output.....	13
7.8 Climatic specific energy rating	13
Figure 1 – Flow chart of calculation procedure	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE PERFORMANCE
TESTING AND ENERGY RATING –**
Part 3: Energy rating of PV modules**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 61853-3 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
82/1441/FDIS	82/1451/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 61853, published under the general title *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating*, 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.

INTRODUCTION

This International Standard series establishes IEC requirements for determining PV module performance in terms of power (watts), specific module energy rating (kWh/kW) and climatic specific energy rating (dimensionless). It is written to be applicable to all PV technologies including non-linear devices. The methodology does not take into account either progressive degradation or transient behaviour such as light induced changes and/or thermal annealing.

This series consists of four parts:

- IEC 61853-1: *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating*, which describes requirements for evaluating PV module performance in terms of power (watts) rating over a range of irradiances and temperatures;
- IEC 61853-2: *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 2: Spectral responsivity, incidence angle, and module operating temperature measurements*, which describes test procedures for measuring the effect of varying angles of incidence and sunlight spectra as well as the estimation of module temperature from irradiance, ambient temperature, and wind speed;
- IEC 61853-3: *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 3: Energy rating of PV modules*, which describes the calculations for PV module ratings; and
- IEC 61853-4: *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 4: Standard reference climatic profiles*, which describes the standard time periods and environmental data set that shall be used for the energy rating calculations.

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE PERFORMANCE TESTING AND ENERGY RATING –

Part 3: Energy rating of PV modules

1 Scope

This part of IEC 61853 describes the calculation of PV module energy rating values. IEC 61853-1 describes requirements for evaluating PV module performance at various temperatures and irradiances in terms of power (watts) rating. IEC 61853-2 describes test procedures for determining module temperature from irradiance, ambient temperature and wind speed, a method for measuring angle of incidence effects, and spectral responsivity. IEC 61853-4 describes the standard reference climatic profiles (standard environmental data sets) that are used for calculating energy rating values.

The purpose of this document is to define a methodology to determine the PV module energy output (watt-hours), and the climatic specific energy rating (dimensionless) for a complete year at maximum power operation for the reference climatic profile(s) given in IEC 61853-4. It is applied to determine a specific module output in a standard reference climatic profile for the purposes of comparison of rated modules.

The methodology does not take into account either progressive degradation or transient behaviour such as light induced changes and/or thermal annealing.

The present document applies to mono-facial modules.

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

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

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

IEC 60904-8-1, *Photovoltaic devices – Part 8-1: Measurement of spectral responsivity of multi-junction photovoltaic (PV) devices*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

IEC 61853-1, *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating*

IEC 61853-2, *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 2: Spectral responsivity, incidence angle and module operating temperature measurements*

IEC 61853-4, *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 4: Standard reference climatic profiles*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	19
4 Essais	19
5 Rapport	19
6 Captage de l'énergie des modules.....	20
6.1 Généralités	20
6.2 Données de modules d'entrée pour les caractéristiques assignées d'énergie.....	20
6.3 Profils climatiques de référence normalisés d'entrée.....	21
7 Procédure de calcul des caractéristiques assignées d'énergie.....	21
7.1 Généralités	21
7.2 Correction de l'éclairement global dans le plan par rapport aux effets de l'incidence angulaire	22
7.3 Éclairement global dans le plan corrigé d'un point de vue spectral.....	23
7.4 Calcul de la température du module.....	24
7.5 Détermination de la puissance instantanée du module.....	24
7.6 Calcul de l'énergie produite par le module en une heure.....	25
7.7 Calcul de l'énergie annuelle produite par le module.....	25
7.8 Caractéristiques assignées d'énergie massique pour un profil climatique.....	25
Figure 1 – Organigramme de la procédure de calcul	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DE PERFORMANCE ET CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES D'ÉNERGIE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 3: Caractéristiques assignées d'énergie des modules PV

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. À 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 61853-3 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
82/1441/FDIS	82/1451/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61853, publiées sous le titre général *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV)*, 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. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

La présente série de Normes internationales établit les exigences de l'IEC relatives à la détermination de la performance des modules PV en matière de puissance (watts), de caractéristiques assignées d'énergie massique d'un module (kWh/kW) et de caractéristiques assignées d'énergie massique pour un profil climatique (adimensionnelles). Cette série est rédigée de façon à pouvoir s'appliquer à toutes les technologies PV, y compris les dispositifs non linéaires. La méthodologie ne tient compte ni d'une dégradation progressive ni d'un comportement transitoire, comme les modifications induites par la lumière et/ou le recuit thermique.

La présente série de normes comprend quatre parties:

- IEC 61853-1: *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1: Mesures de performance en fonction de l'éclairement et de la température, et caractéristiques de puissance*, qui décrit les exigences relatives à l'évaluation de la performance d'un module photovoltaïque, en matière de caractéristiques assignées de puissance (watts), sur une plage d'éclairements et de températures;
- IEC 61853-2: *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température de fonctionnement des modules*, qui décrit les procédures d'essai pour mesurer l'effet de divers angles d'incidence et spectres de lumière solaire, ainsi que pour évaluer la température des modules à partir de l'éclairement, de la température ambiante et de la vitesse du vent;
- IEC 61853-3: *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 3: Caractéristiques assignées d'énergie des modules PV*, qui décrit les calculs des caractéristiques assignées d'un module photovoltaïque (PV); et
- IEC 61853-4: *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 4: Profils climatiques de référence normalisés*, qui décrit les périodes de temps et les ensembles de données environnementales normalisés qui doivent être utilisés pour calculer les caractéristiques assignées d'énergie.

ESSAIS DE PERFORMANCE ET CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES D'ÉNERGIE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 3: Caractéristiques assignées d'énergie des modules PV

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61853 décrit le calcul des valeurs des caractéristiques assignées d'énergie des modules PV. L'IEC 61853-1 décrit les exigences relatives à l'évaluation de la performance des modules PV à différentes températures et différents éclairagements, en matière de caractéristiques assignées de puissance (watts). L'IEC 61853-2 décrit les procédures d'essai relatives à la détermination de la température d'un module à partir de l'éclairagement, de la température ambiante et de la vitesse du vent, ainsi qu'une méthode de mesure des effets de l'angle d'incidence et de la réponse spectrale. L'IEC 61853-4 décrit les profils climatiques de référence normalisés (ensembles de données environnementales normalisés) utilisés pour calculer les valeurs des caractéristiques assignées d'énergie.

Le présent document a pour objet de définir une méthodologie qui permet de déterminer l'énergie produite par les modules PV (watts-heures) et les caractéristiques assignées d'énergie massique pour un profil climatique (adimensionnelles) pour une année complète à la puissance maximale de fonctionnement pour le ou les profils climatiques de référence indiqués dans l'IEC 61853-4. Le présent document est appliqué afin de déterminer une puissance de sortie de module spécifique selon un profil climatique de référence normalisé afin de comparer des modules assignés.

La méthodologie ne tient compte ni d'une dégradation progressive ni d'un comportement transitoire, comme les modifications induites par la lumière et/ou le recuit thermique.

Le présent document s'applique aux modules à une seule face.

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'éclairage à appliquer aux caractéristiques I – V mesurées*

IEC 60904-3, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 3: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairage spectral de référence*

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

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

IEC 60904-8-1, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 8-1: Mesurage de la sensibilité spectrale des dispositifs photovoltaïques (PV) multijonctions*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*
(disponible en anglais seulement)

IEC 61853-1, *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1: Mesures de performance en fonction de l'éclairement et de la température, et caractéristiques de puissance*

IEC 61853-2, *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température de fonctionnement des modules*

IEC 61853-4, *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 4: Profils climatiques de référence normalisés*