

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
Part 1-4: Special requirements for testing of thin-film Cu(In,Ga)(S,Se)₂ based
photovoltaic (PV) modules**

**Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la
conception et homologation –
Partie 1-4: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au
Cu(In,Ga)(S,Se)₂ à couches minces**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
Part 1-4: Special requirements for testing of thin-film Cu(In,Ga)(S,Se)₂ based
photovoltaic (PV) modules**

**Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la
conception et homologation –
Partie 1-4: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au
Cu(In,Ga)(S,Se)₂ à couches minces**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-3786-1

**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
1 Scope and object.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Test samples	5
5 Marking and documentation.....	5
6 Testing	5
7 Pass criteria	6
8 Major visual defects.....	6
9 Report	6
10 Modifications	6
11 Test flow and procedures	6
11.1 Visual inspection (MQT 01).....	6
11.2 Maximum power determination (MQT 02).....	6
11.3 Insulation test (MQT 03)	6
11.4 Measurement of temperature coefficients (MQT 04).....	6
11.5 Measurement of nominal module operating temperature (NMOT) (MQT 05)	6
11.6 Performance at STC (MQT 06.1) and NMOT (MQT 06.2)	6
11.7 Performance at low irradiance (MQT 07).....	6
11.8 Outdoor exposure test (MQT 08).....	7
11.9 Hot-spot endurance test (MQT 09).....	7
11.9.1 Purpose.....	7
11.9.2 Hot-spot effect.....	7
11.9.3 Classification of cell interconnection	7
11.9.4 Apparatus.....	7
11.9.5 Procedure.....	7
11.9.6 Final measurements	7
11.9.7 Requirements	7
11.10 UV preconditioning test (MQT 10)	7
11.11 Thermal cycling test (MQT 11).....	7
11.12 Humidity-freeze test (MQT 12).....	7
11.13 Damp heat test (MQT 13).....	8
11.13.1 Procedure.....	8
11.14 Robustness of terminations test (MQT 14)	8
11.15 Wet leakage current test (MQT 15)	8
11.16 Static mechanical load test (MQT 16).....	8
11.17 Hail test (MQT 17)	8
11.18 Bypass diode testing (MQT 18).....	8
11.19 Stabilization (MQT 19)	8
11.19.1 Criterion definition for stabilization.....	8
11.19.2 Light induced stabilization procedure.....	9
11.19.3 Other stabilization procedures	9
11.19.4 Initial stabilization (MQT 19.1)	9
11.19.5 Final stabilization (MQT 19.2).....	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TERRESTRIAL PHOTOVOLTAIC (PV) MODULES –
DESIGN QUALIFICATION AND TYPE APPROVAL –****Part 1-4: Special requirements for testing of thin-film
Cu(In,Ga)(S,Se)₂ based photovoltaic (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 61215-1-4 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This edition cancels and replaces the second edition of IEC 61646, issued in 2008, and constitutes a technical revision.

It constitutes a technical revision for thin-film Cu(In,Ga)(S,Se)₂ based terrestrial photovoltaic modules.

This standard is to be read in conjunction with IEC 61215-1:2016 and IEC 61215-2:2016.

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

FDIS	Report on voting
82/1184/FDIS	82/1208/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 61215 series, published under the general title *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*, 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.

TERRESTRIAL PHOTOVOLTAIC (PV) MODULES – DESIGN QUALIFICATION AND TYPE APPROVAL –

Part 1-4: Special requirements for testing of thin-film Cu(In,Ga)(S,Se)₂ based photovoltaic (PV) modules

1 Scope and object

This part of IEC 61215 lays down IEC requirements for the design qualification and type approval of terrestrial photovoltaic modules suitable for long-term operation in general open-air climates, as defined in IEC 60721-2-1. This document is intended to apply to all thin-film Cu(In,Ga)(S,Se)₂ based terrestrial flat plate modules. As such it addresses special requirements for testing of this technology supplementing IEC 61215-1:2016 and IEC 61215-2:2016 requirements for testing.

This document does not apply to modules used with concentrated sunlight although it may be utilized for low concentrator modules (1 to 3 suns). For low concentration modules, all tests are performed using the current, voltage and power levels expected at the design concentration.

The object of this test sequence is to determine the electrical and thermal characteristics of the module and to show, as far as possible within reasonable constraints of cost and time, that the module is capable of withstanding prolonged exposure in climates described in the scope. The actual lifetime expectancy of modules so qualified will depend on their design, their environment and the conditions under which they are operated.

This document defines PV technology dependent modifications to the testing procedures and requirements per IEC 61215-1:2016 and IEC 61215-2:2016.

2 Normative references

The normative references of IEC 61215-1:2016 and IEC 61215-2:2016 are applicable without modifications.

3 Terms and definitions

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable without modifications.

4 Test samples

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable without modifications.

5 Marking and documentation

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable without modifications.

6 Testing

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable with the following modifications:

Special care has to be taken for stabilizing the power output of the module using MQT 19 procedure with specific requirements stated in 11.19 below.

7 Pass criteria

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable with the following modifications.

The maximum allowable value of reproducibility is set to $r = 2,0 \%$.

8 Major visual defects

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable without modifications.

9 Report

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable without modifications.

10 Modifications

This clause of IEC 61215-1:2016 is applicable without modifications.

11 Test flow and procedures

The test flow from IEC 61215-1:2016 is applicable.

11.1 Visual inspection (MQT 01)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.2 Maximum power determination (MQT 02)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.3 Insulation test (MQT 03)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.4 Measurement of temperature coefficients (MQT 04)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.5 Measurement of nominal module operating temperature (NMOT) (MQT 05)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.6 Performance at STC (MQT 06.1) and NMOT (MQT 06.2)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.7 Performance at low irradiance (MQT 07)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.8 Outdoor exposure test (MQT 08)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.9 Hot-spot endurance test (MQT 09)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable with the following modifications:

Cu(In,Ga)(S,Se)₂ thin-film modules may exhibit performance changes with extended time in storage without light exposure (the “dark soak” effect). In order to minimize the influence of this dark soak effect, limit the time delay between the outdoor exposure or stabilization and the hot spot procedure to within 2 to 3 days; the modules are to be stored in the dark at ≤ 25 °C.

11.9.1 Purpose

This subclause of IEC 61215-2:2016, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.2 Hot-spot effect

This subclause of IEC 61215-2:2016, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.3 Classification of cell interconnection

This subclause of IEC 61215-2:2016, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.4 Apparatus

This subclause of IEC 61215-2:2016, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.5 Procedure

MQT 09.2 of IEC 61215-2:2016 shall be performed for any MLI module design.

If module is constructed by interconnection of cell-like substructures, MQT 09.1 of IEC 61215-2:2016 may be applicable.

11.9.6 Final measurements

This subclause of IEC 61215-2:2016, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.7 Requirements

This subclause of IEC 61215-2:2016, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.10 UV preconditioning test (MQT 10)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.11 Thermal cycling test (MQT 11)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable with the following modifications:

The technology specific current which needs to be applied according to MQT 11 of IEC 61215-2:2016 shall be equal to $0,1 \times$ STC peak power current.

11.12 Humidity-freeze test (MQT 12)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.13 Damp heat test (MQT 13)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable with the following modifications:

MQT 13 of IEC 61215-2:2016 can be conducted according to the following methods:

Method A) Perform MQT 13 as defined in IEC 61215-2:2016.

Method B) Perform MQT 13 as defined in IEC 61215-2:2016 with applied forward bias:

11.13.1 Procedure

- a) Attach a suitable temperature sensor (see apparatus requirements of MQT 11) to the front or back surface of the module(s) near the middle. If more than one module of the same type is tested simultaneously, it will suffice to monitor the temperature of one representative sample.
- b) Connect the temperature-monitoring equipment to the temperature sensor(s). Connect each module individually to the appropriate voltage supply by connecting the positive terminal of the module to the positive terminal of the power supply and the second terminal accordingly. During the damp-heat set the applied voltage to $V_{mpp} \pm 5\%$ at STC taken from the data-sheet and limit the current of the power supply to less than 25 % of I_{sc} at STC.
- c) Throughout the test monitor the module's applied voltage and current. Report I/V-trend. If current limit is reached, applied voltage can drop below $V_{mpp} \pm 5\%$ at STC.
- d) Set chamber temperature to achieve a module temperature of $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- e) During cooling phase to ambient temperature (25 °C or less), the specified applied voltage shall be maintained and shall be switched off when the module temperature reaches $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

11.14 Robustness of terminations test (MQT 14)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.15 Wet leakage current test (MQT 15)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.16 Static mechanical load test (MQT 16)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.17 Hail test (MQT 17)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.18 Bypass diode testing (MQT 18)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.19 Stabilization (MQT 19)

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable with the following modifications:

11.19.1 Criterion definition for stabilization

For the definition of stabilization as per MQT 19 of IEC 61215-2:2016, $x = 0,02$ shall be used.

Any kind of storage shall be done at temperature below 25 °C to avoid thermal activated processes affecting MQT 06.1 of IEC 61215-2:2016 measurement.

11.19.2 Light induced stabilization procedure

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.19.3 Other stabilization procedures

This test of IEC 61215-2:2016 is applicable without modifications.

11.19.4 Initial stabilization (MQT 19.1)

Initial stabilization is performed on all modules.

To fulfil MQT 19 requirements using light exposure, a minimum of two intervals each of at least 10 kWh/m² are required. After this preconditioning all of the test modules shall be measured for STC power (MQT 06.1 of IEC 61215-2:2016).

If stabilization is performed outdoors in general no module temperature limits apply. The outdoor stabilization shall be proven at least with one module using the indoor method following the validation procedure from MQT 19 of IEC 61215-2:2016.

The minimum and maximum module temperatures observed during outdoor light exposure stabilization verification while the irradiance level is above 500 W/m² shall be the minimum and maximum allowable module temperatures for all modules. If the module temperature falls outside of these limits the new module temperature range has to be re-verified.

Output power determination shall be performed after a minimum cooling time of 30 min and maximum 60 min.

A validated alternative procedure can be used in accordance to MQT 19 of IEC 61215-2:2016.

11.19.5 Final stabilization (MQT 19.2)

Final stabilization is performed on all modules after the test sequences to prove fulfilment of gate No. 2 requirement of IEC 61215-1:2016.

To fulfil MQT 19 requirements a minimum of two intervals of at least 10 kWh/m² each are required.

If stabilization is performed outdoors in general no module temperature limits apply. The outdoor stabilization shall be proven at least with one module using the indoor method following MQT 19 of IEC 61215-2:2016.

The minimum and maximum module temperatures observed during outdoor light exposure stabilization verification while the irradiance level is above 500 W/m² shall be the minimum and maximum allowable module temperatures for all modules. If the module temperature falls outside of these limits the new module temperature range has to be re-verified.

Output power determination shall be performed after a minimum cooling time of 30 min and maximum 60 min.

A validated alternative procedure can be used in accordance to MQT 19 of IEC 61215-2:2016.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	11
1 Domaine d'application et objet	13
2 Références normatives	13
3 Termes et définitions	13
4 Echantillons d'essai	13
5 Marquage et documentation	13
6 Essais	14
7 Critères d'acceptation	14
8 Défauts visuels majeurs	14
9 Rapport d'essai	14
10 Modifications	14
11 Série et procédures d'essai	14
11.1 Examen visuel (MQT 01)	14
11.2 Détermination de la puissance maximale (MQT 02)	14
11.3 Essai diélectrique (MQT 03)	14
11.4 Mesure des coefficients de température (MQT 04)	14
11.5 Mesure de la température nominale de fonctionnement du module (NMOT) (MQT 05)	14
11.6 Performances dans les STC (MQT 06.1) et à la NMOT (MQT 06.2)	14
11.7 Performances sous faible éclaircissement (MQT 07)	15
11.8 Essai d'exposition en site naturel (MQT 08)	15
11.9 Essai de tenue à l'échauffement localisé (MQT 09)	15
11.9.1 Objet	15
11.9.2 Effet de l'échauffement localisé	15
11.9.3 Classification des interconnexions de cellules	15
11.9.4 Appareillage	15
11.9.5 Procédure	15
11.9.6 Mesures finales	15
11.9.7 Exigences	15
11.10 Essai de préconditionnement aux UV (MQT 10)	15
11.11 Essai de cycle thermique (MQT 11)	15
11.12 Essai humidité-gel (MQT 12)	16
11.13 Essai de chaleur humide (MQT 13)	16
11.13.1 Procédure	16
11.14 Essai de robustesse des sorties (MQT 14)	16
11.15 Essai de courant de fuite en milieu humide (MQT 15)	16
11.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)	16
11.17 Essai à la grêle (MQT 17)	16
11.18 Essai de la diode de dérivation (MQT 18)	16
11.19 Stabilisation (MQT 19)	17
11.19.1 Définition de critère pour la stabilisation	17
11.19.2 Procédures de stabilisation induite par la lumière	17
11.19.3 Autres procédures de stabilisation	17
11.19.4 Stabilisation initiale (MQT 19.1)	17
11.19.5 Stabilisation finale (MQT 19.2)	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV)
POUR APPLICATIONS TERRESTRES –
QUALIFICATION DE LA CONCEPTION ET HOMOLOGATION –****Partie 1-4: Exigences particulières d'essai des modules
photovoltaïques (PV) au Cu(In,Ga)(S,Se)₂ à couches minces**

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. A 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 61215-1-4 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette édition annule et remplace la deuxième édition de l'IEC 61646, parue en 2008, dont elle constitue une révision technique.

Cette édition constitue une révision technique pour les modules photovoltaïques (PV) au Cu(In,Ga)(S,Se)₂ à couches minces pour applications terrestres.

La présente norme doit être lue conjointement avec l'IEC 61215-1:2016 et l'IEC 61215-2:2016.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1184/FDIS	82/1208/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61215, publiées sous le titre général *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation*, 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. A cette date, le document sera

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

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) POUR APPLICATIONS TERRESTRES – QUALIFICATION DE LA CONCEPTION ET HOMOLOGATION –

Partie 1-4: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au Cu(In,Ga)(S,Se)_2 à couches minces

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 61215 établit les exigences de l'IEC pour la qualification de la conception et l'homologation des modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres et pour une utilisation de longue durée dans les grandes zones climatiques à l'air libre, telles qu'elles sont définies dans l'IEC 60721-2-1. Le présent document est destiné à s'appliquer à tous les modules à plaque plane au Cu(In,Ga)(S,Se)_2 à couches minces pour applications terrestres. A ce titre, il spécifie des exigences d'essai particulières à cette technologie en complément des exigences d'essai spécifiées dans l'IEC 61215-1:2016 et l'IEC 61215-2:2016.

Le présent document ne s'applique pas aux modules utilisés avec un ensoleillement intense, même s'il peut être utilisée pour les modules à faible concentration (ensoleillement 1 à 3). Pour les modules à faible concentration, tous les essais sont réalisés en utilisant les niveaux de courant, de tension et de puissance prévus à la concentration théorique.

L'objet de cette séquence d'essais est de déterminer les caractéristiques électriques et thermiques du module et de montrer, dans la mesure du possible avec des contraintes raisonnables de coût et de temps, que le module est apte à supporter une exposition prolongée aux climats définis dans le domaine d'application. La durée de vie réelle des modules ainsi qualifiés dépendra de leur conception, ainsi que de l'environnement et des conditions de fonctionnement.

Le présent document définit les modifications dépendantes de la technologie photovoltaïque, apportées aux exigences et procédures d'essai de l'IEC 61215-1:2016 et de l'IEC 61215-2:2016.

2 Références normatives

Les références normatives de l'IEC 61215-1:2016 et de l'IEC 61215-2:2016 s'appliquent sans modification.

3 Termes et définitions

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique sans modification.

4 Echantillons d'essai

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique sans modification.

5 Marquage et documentation

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique sans modification.

6 Essais

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique avec les modifications suivantes:

Une attention particulière doit être accordée à la stabilisation de la puissance de sortie du module dans le cadre de la procédure MQT 19, conformément aux exigences spécifiques données en 11.19 ci-après.

7 Critères d'acceptation

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique avec les modifications suivantes.

La valeur maximale admissible de reproductibilité est $r = 2,0 \%$.

8 Défauts visuels majeurs

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique sans modification.

9 Rapport d'essai

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique sans modification.

10 Modifications

Cet article de l'IEC 61215-1:2016 s'applique sans modification.

11 Série et procédures d'essai

La série d'essais de l'IEC 61215-1:2016 s'applique.

11.1 Examen visuel (MQT 01)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.2 Détermination de la puissance maximale (MQT 02)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.3 Essai diélectrique (MQT 03)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.4 Mesure des coefficients de température (MQT 04)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.5 Mesure de la température nominale de fonctionnement du module (NMOT) (MQT 05)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.6 Performances dans les STC (MQT 06.1) et à la NMOT (MQT 06.2)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.7 Performances sous faible éclaircissement (MQT 07)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.8 Essai d'exposition en site naturel (MQT 08)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.9 Essai de tenue à l'échauffement localisé (MQT 09)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique avec les modifications suivantes:

Les modules au Cu(In,Ga)(S,Se)_2 à couches minces peuvent présenter des variations de performances après un entreposage prolongé dans l'obscurité (phénomène d'ombrage). Afin de réduire le plus possible l'influence de ce phénomène d'ombrage, limiter le délai entre l'exposition en site naturel ou la stabilisation et la procédure d'échauffement localisé à 2 à 3 jours; les modules doivent être entreposés dans l'obscurité à une température ≤ 25 °C.

11.9.1 Objet

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2016, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.2 Effet de l'échauffement localisé

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2016, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.3 Classification des interconnexions de cellules

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2016, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.4 Appareillage

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2016, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.5 Procédure

L'essai MQT 09.2 de l'IEC 61215-2:2016 doit être réalisé pour toutes les conceptions de modules à intégration monolithique (MLI: *MonoLithically Integrated*).

Si le module est un assemblage de sous-structures de type cellules interconnectées, l'essai MQT 09.1 de l'IEC 61215-2:2016 peut s'appliquer.

11.9.6 Mesures finales

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2016, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.7 Exigences

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2016, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.10 Essai de préconditionnement aux UV (MQT 10)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.11 Essai de cycle thermique (MQT 11)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique avec les modifications suivantes:

Le courant spécifique à la technologie utilisée qui doit être appliqué selon l'essai MQT 11 de l'IEC 61215-2:2016 doit être égal à $0,1 \times$ l'intensité à la puissance de crête STC.

11.12 Essai humidité-gel (MQT 12)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.13 Essai de chaleur humide (MQT 13)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique avec les modifications suivantes:

L'essai MQT 13 de l'IEC 61215-2:2016 peut être effectué selon les méthodes suivantes:

Méthode A) Effectuer l'essai MQT 13 tel que défini dans l'IEC 61215-2:2016.

Méthode B) Effectuer l'essai MQT 13 tel que défini dans l'IEC 61215-2:2016 avec la polarisation en sens direct:

11.13.1 Procédure

- a) Placer un capteur de température adéquat (voir exigences d'appareillage de l'essai MQT 11) sur la face avant ou arrière du ou des modules, près du centre. Si plusieurs modules de même type sont soumis à l'essai simultanément, il suffira d'enregistrer la température d'un échantillon représentatif.
- b) Connecter l'équipement de contrôle de la température au(x) capteur(s) de température. Connecter chaque module individuellement à l'alimentation électrique sous la tension appropriée en connectant la borne positive du module à la borne positive de l'alimentation électrique et la deuxième borne de manière appropriée. Pendant l'essai de chaleur humide, régler la tension appliquée à $V_{mpp} \pm 5\%$ à STC indiquée par la feuille de données et limiter le courant d'alimentation à moins de 25 % de I_{sc} à STC.
- c) Tout au long de l'essai, contrôler le courant et la tension dans le module. Consigner la tendance I/V. Si la limite du courant est atteinte, la tension appliquée peut chuter au-dessous de $V_{mpp} \pm 5\%$ à STC.
- d) Régler la température de la chambre pour atteindre une température du module de $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- e) Durant la période de refroidissement à la température ambiante (25 °C ou moins), la tension appliquée spécifiée doit être maintenue et doit être coupée lorsque le module de température atteint $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

11.14 Essai de robustesse des sorties (MQT 14)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.15 Essai de courant de fuite en milieu humide (MQT 15)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.17 Essai à la grêle (MQT 17)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.18 Essai de la diode de dérivation (MQT 18)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.19 Stabilisation (MQT 19)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique avec les modifications suivantes:

11.19.1 Définition de critère pour la stabilisation

Pour la définition de la stabilisation conformément à l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2016, $x = 0,02$ doit être utilisée.

La température d'entreposage doit être inférieure à 25 °C, quel que soit le type d'entreposage, afin d'éviter les processus activés thermiquement affectant la mesure MQT 06.1 de l'IEC 61215-2:2016.

11.19.2 Procédures de stabilisation induite par la lumière

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.19.3 Autres procédures de stabilisation

Cet essai de l'IEC 61215-2:2016 s'applique sans modification.

11.19.4 Stabilisation initiale (MQT 19.1)

La stabilisation initiale est réalisée sur tous les modules.

Pour satisfaire aux exigences de l'essai MQT 19 utilisant l'exposition à la lumière, un minimum de deux intervalles d'au moins 10 kWh/m² chacun est exigé. Après ce préconditionnement, la puissance STC de tous les modules d'essai doit être mesurée (MQT 06.1 de l'IEC 61215-2:2016).

Si la stabilisation est réalisée en site naturel, aucune limite ne s'applique généralement à la température du module. La stabilisation en site naturel doit être démontrée au moins avec un module en utilisant la méthode en intérieur donnée dans la procédure de validation de l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2016.

Les températures de module minimale et maximale observées lors de la vérification de la stabilisation dans le cadre d'une exposition à la lumière en site naturel pour un niveau d'éclairement supérieur à 500 W/m² doivent correspondre aux températures de module minimale et maximale admissibles pour tous les modules. Si la température du module sort de ces limites, la nouvelle plage de températures du module doit être à nouveau vérifiée.

La détermination de la puissance de sortie doit être réalisée après un temps de refroidissement compris entre 30 min et 60 min.

Une procédure alternative validée peut être utilisée conformément à l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2016.

11.19.5 Stabilisation finale (MQT 19.2)

La stabilisation finale est réalisée sur l'ensemble des modules à l'issue des séquences d'essais pour démontrer que les modules satisfont à l'exigence du Point 2 de l'IEC 61215-1:2016.

Pour satisfaire aux exigences de l'essai MQT 19, un minimum de deux intervalles d'au moins 10 kWh/m² chacun est exigé.

Si la stabilisation est réalisée en site naturel, aucune limite ne s'applique généralement à la température du module. La stabilisation en site naturel doit être démontrée au moins avec un

module en utilisant la méthode en intérieur donnée dans l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2016.

Les températures de module minimale et maximale observées lors de la vérification de la stabilisation dans le cadre d'une exposition à la lumière en site naturel pour un niveau d'éclairement supérieur à 500 W/m^2 doivent correspondre aux températures de module minimale et maximale admissibles pour tous les modules. Si la température du module sort de ces limites, la nouvelle plage de températures du module doit être à nouveau vérifiée.

La détermination de la puissance de sortie doit être réalisée après un temps de refroidissement compris entre 30 min et 60 min.

Une procédure alternative validée peut être utilisée conformément à l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2016.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch