

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based
photovoltaic (PV) modules**

**Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – qualification de la
conception et homologation –
Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au
silicium amorphe à couches minces**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based
photovoltaic (PV) modules**

**Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – qualification de la
conception et homologation –
Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au
silicium amorphe à couches minces**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-1097-1

**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.**

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based
photovoltaic (PV) modules**

**Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – qualification de la
conception et homologation –
Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au
silicium amorphe à couches minces**

CONTENTS

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

11.20	Cyclic (dynamic) mechanical load test (MQT 20).....	13
11.21	Potential induced degradation test (MQT 21)	13
11.22	Bending test (MQT 22).....	13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon 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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 61215-1-3 edition 2.1 contains the second edition (2021-02) [documents 82/1826/FDIS and 82/1851/RVD] and its amendment 1 (2022-03) [documents 82/1997/FDIS and 82/2021/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 61215-1-3 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) A cyclic (dynamic) mechanical load test (MQT 20) added.
- b) A test for detection of potential-induced degradation (MQT 21) added.
- c) A bending test (MQT 22) for flexible modules.

Informative Annex A of 61215-1:2021 explains the background and reasoning behind some of the more substantial changes that were made in the IEC 61215 series in progressing from edition 1 to edition 2.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This standard is to be read in conjunction with IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021.

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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

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

Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based photovoltaic (PV) modules

1 Scope

This document lays down requirements for the design qualification of terrestrial photovoltaic modules suitable for long-term operation in open-air climates. The useful service life of modules so qualified will depend on their design, their environment and the conditions under which they are operated. Test results are not construed as a quantitative prediction of module lifetime.

In climates where 98th percentile operating temperatures exceed 70 °C, users are recommended to consider testing to higher temperature test conditions as described in IEC TS 63126. Users desiring qualification of PV products with lesser lifetime expectations are recommended to consider testing designed for PV in consumer electronics, as described in IEC 63163 (under development). Users wishing to gain confidence that the characteristics tested in IEC 61215 appear consistently in a manufactured product may wish to utilize IEC 62941 regarding quality systems in PV manufacturing.

This document is intended to apply to all thin-film amorphous silicon (a-Si; a-Si/ μ c-Si) based terrestrial flat plate modules. As such, it addresses special requirements for testing of this technology supplementing IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021 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 irradiance, current, voltage and power levels expected at the design concentration.

The object of this test sequence is to determine the electrical 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 outdoors. Accelerated test conditions are empirically based on those necessary to reproduce selected observed field failures and are applied equally across module types. Acceleration factors may vary with product design and thus not all degradation mechanisms may manifest. Further general information on accelerated test methods including definitions of terms may be found in IEC 62506.

Some long-term degradation mechanisms can only reasonably be detected via component testing, due to long times required to produce the failure and necessity of stress conditions that are expensive to produce over large areas. Component tests that have reached a sufficient level of maturity to set pass/fail criteria with high confidence are incorporated into the IEC 61215 series via addition to Table 1 in IEC 61215-1. In contrast, the tests procedures described in this series, in IEC 61215-2, are performed on modules.

This document defines PV technology dependent modifications to the testing procedures and requirements per IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021.

2 Normative references

The normative references of IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021 are applicable without modifications.

3 Terms and definitions

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable ~~without~~ with the following modifications.

Add the following new terms:

3.13

reduced mechanical load module

module where the test load in MQT 16 is less than 2 400 Pa

Note 1 to entry: 2 400 Pa was required in earlier versions of the IEC 61215 series for all technologies (e.g. IEC 61215-2:2021).

3.14

restricted access area

area accessible only to electrically skilled persons and electrically instructed persons with the proper authorization

EXAMPLE Utility-scale PV installations which are protected against public access by fences, location, etc., and where only persons skilled, trained or instructed in electrical safety have access.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-04-04, modified – The example has been added]

4 Test samples

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

5 Marking and documentation

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable ~~without~~ with the following modifications.

5.1 Name plate

Each module shall include the following clear and indelible markings:

Add the following new items:

- l) For modules with reduced mechanical load: the range of positive and negative design loads [Pa] the module manufacturer's recommended mounting configurations will allow, preceded by the phrase, "reduced mechanical design load" and followed by the phrases "Not for roof mount. For ground mounted installations with restricted access only. May only be used in systems designed by a licensed professional engineer."

EXAMPLE:

Reduced mechanical design load: ± 800 Pa.

Not for roof mount. For ground mounted installations with restricted access only. May only be used in systems designed by a licensed professional engineer.

- m) For modules with reduced mechanical load: Type or model number designation shall contain a unique identification that it is used for reduced mechanical load.

EXAMPLE:

Regular mechanical load module type designation: M300W.
Reduced mechanical load module type designation: M300W-X.
Where -X can be e.g. a combination of letters or numbers.

5.2 Documentation

5.2.2 Information to be given in the documentation

Add the following new item:

- r) For modules with reduced mechanical load, the documentation shall contain the following:
"When PV modules are intended to be installed in an engineered scenario by qualified personnel such as in a ground mounted utility scale application with restricted access, they may be designed for lower loads. The test load may be lower than 2 400 Pa but greater than 1 200 Pa (or any load in between) with a safety factor of 1,5; corresponding to design loads of 1 600 Pa and 800 Pa (or any load in between), respectively, for the down (positive) pressures and uplift (negative) pressures. These modules may be used in array locations where the module mounting and structure in combination are designed to meet a specific design load by the installer. Alternatively, modules having a higher minimum test load compatible to the required site-specific loads may be used. The reduced load modules cannot be used on a rooftop."

NOTE Many large PV installations of today are designed, engineered, and installed by qualified experts in the electrical, mechanical and structural fields per the prevailing local codes. Designers utilize allowances in building codes to target certain locations in the array to handle higher loading than other areas. The manufacturer mounting configurations, stated design loads and test safety factors are utilized in the overall system design approach.

6 Testing

This clause of IEC 61215-1:2021 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 61215-1:2021 is applicable with the following modifications:

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

The maximum allowable value of measurement uncertainty is set to $m_1 = 4,0 \%$ for modules containing single-junction cells, and $m_1 = 5,0 \%$ for modules containing multi-junction cells.

8 Major visual defects

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

9 Report

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

10 Modifications

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

11 Test flow and procedures

The test flow from IEC 61215-1:2021 is applicable with the following modifications.

Table 3 – Summary of test levels

Replace:

Test	Section in IEC 61215-2 Ed.2	Title	Test conditions
MQT 16	4.16	Static mechanical load test	Three cycles of uniform load specified by the manufacturer, applied for 1 h to front and back surfaces in turn. Minimum test load: 2 400 Pa

by:

Test	Subclause in IEC 61215-2 Ed.2	Title	Test conditions
MQT 16	4.16	Static mechanical load test	Three cycles of uniform load specified by the manufacturer, applied for 1 h to front and back surfaces in turn. Minimum test load: $\geq 1\,200$ Pa as defined by the manufacturer (for modules with "reduced design load" marking); 2 400 Pa (for modules without additional marking)

11.1 Visual inspection (MQT 01)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.2 Maximum power determination (MQT 02)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.3 Insulation test (MQT 03)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.4 Measurement of temperature coefficients (MQT 04)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.5 Placeholder section, formerly NMOT

This subclause of IEC 61215-2:2021 does not require technology-specific modifications.

11.6 Performance at STC (MQT 06.1)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.7 Performance at low irradiance (MQT 07)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.8 Outdoor exposure test (MQT 08)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.9 Hot-spot endurance test (MQT 09)

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.1 Purpose

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.2 Hot-spot effect

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.3 Classification of cell interconnection

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.4 Apparatus

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.5 Procedure

MQT 09.2 of IEC 61215-2:2021 shall be performed for any MLI module design.

If the module is constructed by interconnection of cell-like substructures, MQT 09.1 of IEC 61215-2:2021 may be applicable.

11.9.6 Final measurements

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.7 Requirements

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.10 UV preconditioning test (MQT 10)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.11 Thermal cycling test (MQT 11)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications:

The technology specific current which needs to be applied according to MQT 11 of IEC 61215-2:2021 shall be equal to $0,1 \times$ STC peak power current. If $0,1 \times$ STC peak power current is less than 100 mA, then 100 mA may be applied instead.

11.12 Humidity-freeze test (MQT 12)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.13 Damp heat test (MQT 13)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.14 Robustness of terminations (MQT 14)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.15 Wet leakage current test (MQT 15)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.16 Static mechanical load test (MQT 16)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable ~~without~~ with the following modifications to Clause 4.

4 Test procedures

4.16 Static mechanical load test (MQT 16)

4.16.1 Purpose

Replace:

The minimum required design load per this standard is 1 600 Pa, resulting in a minimum test load of 2 400 Pa.

by:

The minimum required design load per this document depends on the nameplate marking. For modules without special notification on the nameplate, the minimum design load is 1 600 Pa, resulting in a minimum test load of 2 400 Pa. For modules with the “reduced design load” notification on the nameplate and in the documentation, the minimum design load is 800 Pa, which results in a minimum test load of 1 200 Pa.

11.17 Hail test (MQT 17)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.18 Bypass diode testing (MQT 18)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.19 Stabilization (MQT 19)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications:

Amorphous silicon based thin-film PV modules shall only be stabilized through indoor light soaking. Due to the non-controllable outdoor conditions, an outdoor method is considered not to deliver reproducible results.

11.19.1 Criterion definition for stabilization

For the definition of stabilization as per MQT 19 of IEC 61215-2:2021 $x = 0,02$ shall be used.

Any kind of storage shall be done at temperature below 25 °C to avoid thermally activated processes affecting MQT 06.1 of IEC 61215-2:2021 measurement.

11.19.2 Light induced stabilization procedures

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications.

11.19.2.1 Apparatus for indoor stabilization

In IEC 61215-2:2021, 4.19.3.1 replace item d) with: "Use the reference device to set the irradiance between 600 W/m² and 1 000 W/m². Record the irradiance."

In IEC 61215-2:2021, 4.19.3.1 replace item e) with: "During the simulator exposure, the module temperature shall stay below 55 °C."

NOTE Most a-Si containing active layers are known to anneal at module temperatures above 55 °C very quickly.

11.19.2.2 Requirements for outdoor exposure for stabilization

This test of IEC 61215-2:2021 is not applicable.

11.19.3 Other stabilization procedures

At present no alternative stabilization methods are applicable.

11.19.4 Initial stabilization (MQT 19.1)

Initial stabilization is performed on all modules.

Initial stabilization shall be obtained by exposing the modules to simulated sunlight.

To fulfil MQT 19 requirements using light exposure, a minimum of two intervals each of at least 43 kWh/m² are required. After this preconditioning all of the test modules shall be measured for STC power (MQT 06.1 of IEC 61215-2:2021).

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

Exposure doses of 200 kWh/m² to 400 kWh/m² are typically necessary to reach stabilization of amorphous silicon thin-film modules.

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 61215-1:2021.

To fulfil MQT 19 requirements a minimum of two intervals of at least 43 kWh/m² each are required.

Exposure doses of 200 kWh/m² to 400 kWh/m² are typically necessary to reach stabilization of amorphous silicon thin-film modules.

For modules that have been subjected to potential induced degradation (PID) stress (MQT 21), the maximum exposure limit after reaching stabilization shall not be exceeded. The light soak shall terminate no more than 86 kWh/m² after the stabilization criterion is met.

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

11.20 Cyclic (dynamic) mechanical load test (MQT 20)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.21 Potential induced degradation test (MQT 21)

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

11.22 Bending test (MQT 22)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable to flexible modules without modifications.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	16
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	19
3 Termes et définitions	19
4 Échantillons d'essai	19
5 Marquage et documentation	19
5.1 Plaque signalétique	19
5.2 Documentation	20
6 Essais	20
7 Critères d'acceptation	20
8 Défauts visuels majeurs	21
9 Rapport	21
10 Modifications	21
11 Série et procédures d'essais	21
11.1 Examen visuel (MQT 01)	21
11.2 Détermination de la puissance maximale (MQT 02)	22
11.3 Essai diélectrique (MQT 03)	22
11.4 Mesurage des coefficients de température (MQT 04)	22
11.5 Section de l'espace réservé, précédemment NMOT	22
11.6 Performances dans les STC (MQT 06.1)	22
11.7 Performances sous faible éclairement (MQT 07)	22
11.8 Essai d'exposition en site naturel (MQT 08)	22
11.9 Essai de tenue à l'échauffement localisé (MQT 09)	22
11.9.1 Objet	22
11.9.2 Effet de l'échauffement localisé	22
11.9.3 Classification des interconnexions de cellules	22
11.9.4 Appareillage	22
11.9.5 Procédure	22
11.9.6 Mesurages finaux	23
11.9.7 Exigences	23
11.10 Essai de préconditionnement aux UV (MQT 10)	23
11.11 Essai de cycle thermique (MQT 11)	23
11.12 Essai humidité-gel (MQT 12)	23
11.13 Essai de chaleur humide (MQT 13)	23
11.14 Essai de robustesse des sorties (MQT 14)	23
11.15 Essai de courant de fuite en milieu humide (MQT 15)	23
11.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)	23
11.17 Essai à la grêle (MQT 17)	24
11.18 Essai de la diode de dérivation (MQT 18)	24
11.19 Stabilisation (MQT 19)	24
11.19.1 Définition de critères pour la stabilisation	24
11.19.2 Procédures de stabilisation induite par la lumière	24
11.19.3 Autres procédures de stabilisation	25
11.19.4 Stabilisation initiale (MQT 19.1)	25
11.19.5 Stabilisation finale (MQT 19.2)	25

11.20	Essai de charge mécanique cyclique (dynamique) (MQT 20).....	25
11.21	Essai de dégradation induite par le potentiel (MQT 21)	25
11.22	Essai de flexion (MQT 22).....	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au silicium amorphe à couches minces

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 61215-1-3 édition 2.1 contient la deuxième édition (2021-02) [documents 82/1826/FDIS et 82/1851/RVD] et son amendement 1 (2022-03) [documents 82/1997/FDIS et 82/2021/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions

sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61215-1-3 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Ajout d'un essai de charge mécanique (dynamique) cyclique (MQT 20).
- b) Ajout d'un essai de dégradation induite par le potentiel (MQT 21).
- c) Ajout d'un essai de flexion (MQT 22) dédié aux modules souples.

L'Annexe informative A de l'IEC 61215-1:2021 explique le contexte et le raisonnement qui justifient certaines modifications les plus importantes apportées à la série IEC 61215 dans l'évolution de l'édition 1 à l'édition 2.

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

La présente norme doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61215-1:2021 et l'IEC 61215-2:2021.

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 la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

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

Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au silicium amorphe à couches minces

1 Domaine d'application

Le présent document établit les exigences pour la qualification de la conception des modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres adaptés à une utilisation de longue durée dans les climats à l'air libre. La durée de vie utile des modules ainsi qualifiés dépend de leur conception, de leur environnement et de leurs conditions de fonctionnement. Les résultats d'essai ne sont pas considérés comme une prévision quantitative de la durée de vie des modules.

Sous des climats pour lesquels les températures de fonctionnement du 98^e percentile dépassent 70 °C, il est recommandé aux utilisateurs d'envisager d'effectuer des essais dans des conditions d'essai à des températures plus élevées telles que décrites dans l'IEC TS 63126. Il est recommandé aux utilisateurs qui souhaitent qualifier des produits PV ayant une durée de vie moins longue d'envisager des essais conçus pour des produits PV utilisés dans l'électronique grand public, comme cela est spécifié dans l'IEC 63163 (en cours d'élaboration). Les utilisateurs qui souhaitent être assurés qu'un produit fabriqué présente de manière cohérente les caractéristiques soumises aux essais dans le cadre de l'IEC 61215 peuvent vouloir utiliser l'IEC 62941 relative aux systèmes de qualité pour la fabrication des modules photovoltaïques (PV).

Le présent document est destiné à s'appliquer à tous les modules à plaque plane au silicium amorphe (a-Si; a-Si/ μ c-Si) à couches minces pour applications terrestres. À ce titre, il spécifie des exigences d'essai particulières à cette technologie en complément des exigences d'essai données dans l'IEC 61215-1:2021 et l'IEC 61215-2:2021.

Le présent document ne s'applique pas aux modules utilisés avec un ensoleillement intense, même s'il peut être utilisé 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 d'éclairement, 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 du module et de démontrer, dans toute la mesure du possible et avec des contraintes de coût et de temps raisonnables, que le module est capable de supporter une exposition prolongée en site naturel. Les conditions d'essais accélérés sont fondées de manière empirique sur les conditions nécessaires pour reproduire les défaillances sur site observées sélectionnées et sont appliquées de manière égale aux types de modules. Les facteurs d'accélération peuvent varier avec la conception du produit et ainsi les mécanismes de dégradation peuvent ne pas tous se produire. D'autres informations générales concernant les méthodes d'essais accélérés, y compris les définitions des termes, peuvent être consultées dans l'IEC 62506.

Certains mécanismes de dégradation de longue durée ne peuvent être raisonnablement détectés que par des essais de composants, en raison des longs délais exigés pour produire la défaillance et de l'existence nécessaire de conditions de contrainte dont la réalisation est coûteuse sur de grandes surfaces. Les essais de composants qui ont atteint un niveau de

maturité suffisant pour établir des critères d'acceptation/refus en toute fiabilité sont intégrés dans la série IEC 61215 par le biais d'un ajout dans le Tableau 1 de l'IEC 61215-1. En revanche, les procédures d'essai décrites dans cette série IEC 61215-2, sont réalisées sur des modules.

Le présent document définit les modifications dépendantes de la technologie photovoltaïque, apportées aux exigences et procédures d'essai de l'IEC 61215-1:2021 et de l'IEC 61215-2:2021.

2 Références normatives

Les références normatives de l'IEC 61215-1:2021 et de l'IEC 61215-2:2021 s'appliquent sans modification.

3 Termes et définitions

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique ~~sans~~ avec les modifications suivantes.

Ajouter les nouveaux termes suivants:

3.13

module à charge mécanique réduite

module dont la charge d'essai dans le MQT 16 est inférieure à 2 400 Pa

Note 1 à l'article: La valeur 2 400 Pa était exigée dans les versions antérieures de la série IEC 61215 pour toutes les technologies (par exemple IEC 61215-2:2021).

3.14

Zone d'accès limité

zone uniquement accessible aux personnes qualifiées en électricité et aux personnes averties en électricité munies de l'autorisation adéquate

EXEMPLE Installations photovoltaïques de grande échelle qui sont protégées contre l'accès du public par des clôtures, site, etc., et auxquelles seules les personnes qualifiées, formées ou averties en électricité ont accès.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-04-04, modifié – L'exemple a été ajouté]

4 Échantillons d'essai

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

5 Marquage et documentation

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique ~~sans~~ avec les modifications suivantes.

5.1 Plaque signalétique

Chaque module doit porter les marquages clairs et indélébiles suivants:

Ajouter les nouveaux points suivants:

- l) Pour les modules à charge mécanique réduite: la plage des charges théoriques positives et négatives [Pa] que les configurations de montage recommandées par le fabricant des modules autorisent, précédée de l'indication, "charge mécanique réduite théorique" et suivie par l'indication "Pas destiné au montage sur toit. Pour installations montées sur le sol d'accès limité uniquement. Ne peut être utilisé que dans des systèmes conçus par un ingénieur spécialisé."

EXEMPLE:

charge mécanique réduite théorique: ± 800 Pa.

Pas destiné au montage sur toit. Pour installations montées sur le sol d'accès limité uniquement. Ne peut être utilisé que dans des systèmes conçus par un ingénieur spécialisé.

- m) Pour les modules à charge mécanique réduite: La désignation du type ou du numéro de modèle doit contenir une identification unique qui est utilisée pour la charge mécanique réduite.

EXEMPLE:

Désignation de type de module à charge mécanique normale: M300W.

Désignation de type de module à charge mécanique réduite: M300W-X.

Où - X peut être par exemple une combinaison de lettres ou de nombres.

5.2 Documentation

5.2.2 Informations à inclure dans la documentation

Ajouter le nouveau point suivant:

- r) Pour les modules à charge mécanique réduite, la documentation doit contenir ce qui suit: "Si les modules PV sont destinés à être installés selon un scénario mis au point par un personnel qualifié comme dans le cas d'une application de grande échelle au sol à accès limité, ceux-ci peuvent être conçus pour des charges plus faibles. La charge d'essai peut être inférieure à 2 400 Pa mais supérieure à 1 200 Pa (ou à toute charge intermédiaire) avec un facteur de sécurité de 1,5 correspondant aux charges théoriques de 1 600 Pa et 800 Pa (ou à toute charge intermédiaire), respectivement, pour les pressions vers le bas (positives) et les pressions vers le haut (négatives). Ces modules peuvent être utilisés dans des zones du champ photovoltaïque où le montage et la structure du module, combinés, sont conçus pour satisfaire à une charge théorique spécifique de l'installateur. En variante, les modules qui possèdent une charge d'essai minimale supérieure compatible avec les charges spécifiques au site exigées peuvent être utilisés. Les modules à charge réduite ne peuvent pas être utilisés sur un toit-terrasse."

NOTE Beaucoup de grandes installations PV actuelles sont conçues, réalisées et installées par des experts qualifiés dans les domaines électrique, mécanique et de gros œuvre conformément aux codes locaux en vigueur. Les concepteurs utilisent les tolérances des codes de construction pour cibler certaines zones du champ photovoltaïque où l'on utilise des modules à charge mécanique plus élevée que les modules à charge théorique réduite. Les configurations de montage, charges théoriques indiquées et facteurs de sécurité d'essai du fabricant sont utilisés dans l'approche théorique du système global.

6 Essais

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 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 61215-1:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

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

La valeur maximale admissible de l'incertitude de mesure est fixée à $m_1 = 4,0 \%$ pour les modules contenant des cellules à jonction unique, et à $m_1 = 5,0 \%$ pour les modules contenant des cellules multijonctions.

8 Défauts visuels majeurs

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

9 Rapport

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

10 Modifications

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

11 Série et procédures d'essais

La série d'essais de l'IEC 61215-1:2021 s'applique avec les modifications suivantes.

Tableau 3 – Synthèse des niveaux d'essai

Remplacer:

Essai	Paragraphe de l'IEC 61215-2 Ed.2	Titre	Conditions d'essai
MQT 16	4.16	Essai de charge mécanique statique	Application de trois cycles de charge uniforme spécifiée par le fabricant pendant 1 h aux faces avant et arrière successivement. Charge d'essai minimale: 2 400 Pa

par:

Essai	Paragraphe de l'IEC 61215-2 Ed.2	Titre	Conditions d'essai
MQT 16	4.16	Essai de charge mécanique statique	Application de trois cycles de charge uniforme spécifiée par le fabricant pendant 1 h aux faces avant et arrière successivement. Charge d'essai minimale: $\geq 1\,200$ Pa comme cela est défini par le fabricant (pour les modules avec le marquage "charge théorique réduite"); 2 400 Pa (pour les modules sans marquage supplémentaire)

11.1 Examen visuel (MQT 01)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.2 Détermination de la puissance maximale (MQT 02)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.3 Essai diélectrique (MQT 03)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.4 Mesurage des coefficients de température (MQT 04)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.5 Section de l'espace réservé, précédemment NMOT

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021 n'exige pas de modifications spécifiques à la technologie.

11.6 Performances dans les STC (MQT 06.1)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.7 Performances sous faible éclairage (MQT 07)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

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

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

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

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.1 Objet

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.2 Effet de l'échauffement localisé

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.3 Classification des interconnexions de cellules

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.4 Appareillage

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.5 Procédure

L'essai MQT 09.2 de l'IEC 61215-2:2021 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 61215-2:2021 peut s'appliquer.

11.9.6 Mesurages finaux

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.7 Exigences

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.10 Essai de préconditionnement aux UV (MQT 10)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.11 Essai de cycle thermique (MQT 11)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

Le courant spécifique à la technologie qu'il est nécessaire d'appliquer selon l'essai MQT 11 de l'IEC 61215-2:2021, doit être égal à 0,1 x l'intensité à la puissance de crête STC. Si la valeur 0,1 x l'intensité à la puissance de crête est inférieure à 100 mA, alors la valeur 100 mA peut être appliquée en lieu et place.

11.12 Essai humidité-gel (MQT 12)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.13 Essai de chaleur humide (MQT 13)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.14 Essai de robustesse des sorties (MQT 14)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

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

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique ~~sans~~ ainsi que les modifications apportées à l'article 4.

4 Procédures d'essai

4.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)

4.16.1 Objet

Remplacer:

La charge théorique minimale exigée selon la présente norme est de 1 600 Pa, ce qui entraîne une charge d'essai minimale de 2 400 Pa.

par:

La charge théorique minimale exigée selon le présent document dépend du marquage de la plaque signalétique. Pour les modules dont la plaque signalétique ne comporte pas d'indication spéciale, la charge théorique minimale est de 1 600 Pa, ce qui entraîne une charge d'essai minimale de 2 400 Pa. Pour les modules avec l'indication "charge théorique réduite" sur la plaque signalétique et dans la documentation, la charge théorique minimale est 800 Pa, ce qui entraîne une charge d'essai minimale de 1 200 Pa

11.17 Essai à la grêle (MQT 17)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.18 Essai de la diode de dérivation (MQT 18)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.19 Stabilisation (MQT 19)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

Les modules PV au silicium amorphe à couches minces ne doivent être stabilisés que dans le cadre d'une exposition prolongée à la lumière en intérieur. Étant donné que les conditions ne sont pas contrôlables en site naturel, une méthode en site naturel est réputée ne pas produire de résultats reproductibles.

11.19.1 Définition de critères pour la stabilisation

Pour la définition de la stabilisation conformément à l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2021, $x = 0,02$ doit être utilisée.

La température de stockage doit être inférieure à 25 °C, quel que soit le type de stockage, afin d'éviter les processus activés thermiquement affectant le mesurage MQT 06.1 de l'IEC 61215-2:2021.

11.19.2 Procédures de stabilisation induite par la lumière

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

11.19.2.1 Appareillage pour la stabilisation en intérieur

En 4.19.3.1 de l'IEC 61215-2:2021, remplacer le point d) par: "Utiliser le dispositif de référence pour régler l'éclairement entre 600 W/m² et 1 000 W/m². Enregistrer l'éclairement."

En 4.19.3.1 de l'IEC 61215-2:2021, remplacer le point e) par: "Lors de l'exposition au simulateur, la température de module doit demeurer en dessous de 55 °C."

NOTE La plupart des couches actives contenant du a-Si sont réputées recuire très rapidement aux températures de module au-dessus de 55 °C.

11.19.2.2 Exigences d'exposition en site naturel pour stabilisation

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 ne s'applique pas.

11.19.3 Autres procédures de stabilisation

À l'heure actuelle, aucune autre méthode de stabilisation n'est applicable.

11.19.4 Stabilisation initiale (MQT 19.1)

La stabilisation initiale est réalisée sur tous les modules.

La stabilisation initiale doit être obtenue en exposant les modules à un ensoleillement simulé.

Pour satisfaire aux exigences de l'essai MQT 19 utilisant l'exposition à la lumière, deux intervalles au minimum (chaque intervalle étant d'au moins 43 kWh/m²) sont exigés. Après ce préconditionnement, la puissance STC de tous les modules d'essai doit être mesurée (MQT 06.1 de l'IEC 61215-2:2021).

La détermination de la puissance de sortie doit être réalisée après un temps de refroidissement minimal de 30 min.

Des doses d'exposition comprises entre 200 kWh/m² et 400 kWh/m² sont habituellement nécessaires pour stabiliser les modules au silicium amorphe à couches minces.

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 61215-1:2021.

Pour satisfaire aux exigences de l'essai MQT 19, deux intervalles au minimum sont exigés (chaque intervalle étant d'au moins 43 kWh/m²).

Des doses d'exposition comprises entre 200 kWh/m² et 400 kWh/m² sont habituellement nécessaires pour stabiliser les modules au silicium amorphe à couches minces.

Pour les modules soumis à une contrainte de dégradation induite par le potentiel (PID - *potential induced degradation*) (MQT 21), la limite maximale d'exposition une fois la stabilisation atteinte ne doit pas être dépassée. L'exposition prolongée à la lumière doit s'achever au maximum à 86 kWh/m² après satisfaction du critère de stabilisation.

La détermination de la puissance de sortie doit être réalisée après un temps de refroidissement minimal de 30 min.

11.20 Essai de charge mécanique cyclique (dynamique) (MQT 20)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.21 Essai de dégradation induite par le potentiel (MQT 21)

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

11.22 Essai de flexion (MQT 22)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique aux modules souples sans modification

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based
photovoltaic (PV) modules**

**Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – qualification de la
conception et homologation –
Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au
silicium amorphe à couches minces**

CONTENTS

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

11.20	Cyclic (dynamic) mechanical load test (MQT 20).....	13
11.21	Potential induced degradation test (MQT 21)	13
11.22	Bending test (MQT 22).....	13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon 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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 61215-1-3 edition 2.1 contains the second edition (2021-02) [documents 82/1826/FDIS and 82/1851/RVD] and its amendment 1 (2022-03) [documents 82/1997/FDIS and 82/2021/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 61215-1-3 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) A cyclic (dynamic) mechanical load test (MQT 20) added.
- b) A test for detection of potential-induced degradation (MQT 21) added.
- c) A bending test (MQT 22) for flexible modules.

Informative Annex A of 61215-1:2021 explains the background and reasoning behind some of the more substantial changes that were made in the IEC 61215 series in progressing from edition 1 to edition 2.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This standard is to be read in conjunction with IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021.

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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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.

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

Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based photovoltaic (PV) modules

1 Scope

This document lays down requirements for the design qualification of terrestrial photovoltaic modules suitable for long-term operation in open-air climates. The useful service life of modules so qualified will depend on their design, their environment and the conditions under which they are operated. Test results are not construed as a quantitative prediction of module lifetime.

In climates where 98th percentile operating temperatures exceed 70 °C, users are recommended to consider testing to higher temperature test conditions as described in IEC TS 63126. Users desiring qualification of PV products with lesser lifetime expectations are recommended to consider testing designed for PV in consumer electronics, as described in IEC 63163 (under development). Users wishing to gain confidence that the characteristics tested in IEC 61215 appear consistently in a manufactured product may wish to utilize IEC 62941 regarding quality systems in PV manufacturing.

This document is intended to apply to all thin-film amorphous silicon (a-Si; a-Si/ μ c-Si) based terrestrial flat plate modules. As such, it addresses special requirements for testing of this technology supplementing IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021 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 irradiance, current, voltage and power levels expected at the design concentration.

The object of this test sequence is to determine the electrical 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 outdoors. Accelerated test conditions are empirically based on those necessary to reproduce selected observed field failures and are applied equally across module types. Acceleration factors may vary with product design and thus not all degradation mechanisms may manifest. Further general information on accelerated test methods including definitions of terms may be found in IEC 62506.

Some long-term degradation mechanisms can only reasonably be detected via component testing, due to long times required to produce the failure and necessity of stress conditions that are expensive to produce over large areas. Component tests that have reached a sufficient level of maturity to set pass/fail criteria with high confidence are incorporated into the IEC 61215 series via addition to Table 1 in IEC 61215-1. In contrast, the tests procedures described in this series, in IEC 61215-2, are performed on modules.

This document defines PV technology dependent modifications to the testing procedures and requirements per IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021.

2 Normative references

The normative references of IEC 61215-1:2021 and IEC 61215-2:2021 are applicable without modifications.

3 Terms and definitions

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable with the following modifications.

Add the following new terms:

3.13

reduced mechanical load module

module where the test load in MQT 16 is less than 2 400 Pa

Note 1 to entry: 2 400 Pa was required in earlier versions of the IEC 61215 series for all technologies (e.g. IEC 61215-2:2021).

3.14

restricted access area

area accessible only to electrically skilled persons and electrically instructed persons with the proper authorization

EXAMPLE Utility-scale PV installations which are protected against public access by fences, location, etc., and where only persons skilled, trained or instructed in electrical safety have access.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-04-04, modified – The example has been added]

4 Test samples

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

5 Marking and documentation

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable with the following modifications.

5.1 Name plate

Each module shall include the following clear and indelible markings:

Add the following new items:

- l) For modules with reduced mechanical load: the range of positive and negative design loads [Pa] the module manufacturer's recommended mounting configurations will allow, preceded by the phrase, "reduced mechanical design load" and followed by the phrases "Not for roof mount. For ground mounted installations with restricted access only. May only be used in systems designed by a licensed professional engineer."

EXAMPLE:

Reduced mechanical design load: ± 800 Pa.

Not for roof mount. For ground mounted installations with restricted access only. May only be used in systems designed by a licensed professional engineer.

- m) For modules with reduced mechanical load: Type or model number designation shall contain a unique identification that it is used for reduced mechanical load.

EXAMPLE:

Regular mechanical load module type designation: M300W.

Reduced mechanical load module type designation: M300W-X.

Where -X can be e.g. a combination of letters or numbers.

5.2 Documentation

5.2.2 Information to be given in the documentation

Add the following new item:

- r) For modules with reduced mechanical load, the documentation shall contain the following:
"When PV modules are intended to be installed in an engineered scenario by qualified personnel such as in a ground mounted utility scale application with restricted access, they may be designed for lower loads. The test load may be lower than 2 400 Pa but greater than 1 200 Pa (or any load in between) with a safety factor of 1,5; corresponding to design loads of 1 600 Pa and 800 Pa (or any load in between), respectively, for the down (positive) pressures and uplift (negative) pressures. These modules may be used in array locations where the module mounting and structure in combination are designed to meet a specific design load by the installer. Alternatively, modules having a higher minimum test load compatible to the required site-specific loads may be used. The reduced load modules cannot be used on a rooftop."

NOTE Many large PV installations of today are designed, engineered, and installed by qualified experts in the electrical, mechanical and structural fields per the prevailing local codes. Designers utilize allowances in building codes to target certain locations in the array to handle higher loading than other areas. The manufacturer mounting configurations, stated design loads and test safety factors are utilized in the overall system design approach.

6 Testing

This clause of IEC 61215-1:2021 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 61215-1:2021 is applicable with the following modifications:

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

The maximum allowable value of measurement uncertainty is set to $m_1 = 4,0 \%$ for modules containing single-junction cells, and $m_1 = 5,0 \%$ for modules containing multi-junction cells.

8 Major visual defects

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

9 Report

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

10 Modifications

This clause of IEC 61215-1:2021 is applicable without modifications.

11 Test flow and procedures

The test flow from IEC 61215-1:2021 is applicable with the following modifications.

Table 3 – Summary of test levels

Replace:

Test	Section in IEC 61215-2 Ed.2	Title	Test conditions
MQT 16	4.16	Static mechanical load test	Three cycles of uniform load specified by the manufacturer, applied for 1 h to front and back surfaces in turn. Minimum test load: 2 400 Pa

by:

Test	Subclause in IEC 61215-2 Ed.2	Title	Test conditions
MQT 16	4.16	Static mechanical load test	Three cycles of uniform load specified by the manufacturer, applied for 1 h to front and back surfaces in turn. Minimum test load: $\geq 1\,200$ Pa as defined by the manufacturer (for modules with "reduced design load" marking); 2 400 Pa (for modules without additional marking)

11.1 Visual inspection (MQT 01)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.2 Maximum power determination (MQT 02)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.3 Insulation test (MQT 03)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.4 Measurement of temperature coefficients (MQT 04)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.5 Placeholder section, formerly NMOT

This subclause of IEC 61215-2:2021 does not require technology-specific modifications.

11.6 Performance at STC (MQT 06.1)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.7 Performance at low irradiance (MQT 07)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.8 Outdoor exposure test (MQT 08)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.9 Hot-spot endurance test (MQT 09)

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.1 Purpose

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.2 Hot-spot effect

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.3 Classification of cell interconnection

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.4 Apparatus

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.5 Procedure

MQT 09.2 of IEC 61215-2:2021 shall be performed for any MLI module design.

If the module is constructed by interconnection of cell-like substructures, MQT 09.1 of IEC 61215-2:2021 may be applicable.

11.9.6 Final measurements

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.9.7 Requirements

This subclause of IEC 61215-2:2021, test MQT 09, is applicable without modifications.

11.10 UV preconditioning test (MQT 10)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.11 Thermal cycling test (MQT 11)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications:

The technology specific current which needs to be applied according to MQT 11 of IEC 61215-2:2021 shall be equal to $0,1 \times$ STC peak power current. If $0,1 \times$ STC peak power current is less than 100 mA, then 100 mA may be applied instead.

11.12 Humidity-freeze test (MQT 12)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.13 Damp heat test (MQT 13)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.14 Robustness of terminations (MQT 14)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.15 Wet leakage current test (MQT 15)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.16 Static mechanical load test (MQT 16)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications to Clause 4.

4 Test procedures

4.16 Static mechanical load test (MQT 16)

4.16.1 Purpose

Replace:

The minimum required design load per this standard is 1 600 Pa, resulting in a minimum test load of 2 400 Pa.

by:

The minimum required design load per this document depends on the nameplate marking. For modules without special notification on the nameplate, the minimum design load is 1 600 Pa, resulting in a minimum test load of 2 400 Pa. For modules with the "reduced design load" notification on the nameplate and in the documentation, the minimum design load is 800 Pa, which results in a minimum test load of 1 200 Pa.

11.17 Hail test (MQT 17)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.18 Bypass diode testing (MQT 18)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.19 Stabilization (MQT 19)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications:

Amorphous silicon based thin-film PV modules shall only be stabilized through indoor light soaking. Due to the non-controllable outdoor conditions, an outdoor method is considered not to deliver reproducible results.

11.19.1 Criterion definition for stabilization

For the definition of stabilization as per MQT 19 of IEC 61215-2:2021 $x = 0,02$ shall be used.

Any kind of storage shall be done at temperature below 25 °C to avoid thermally activated processes affecting MQT 06.1 of IEC 61215-2:2021 measurement.

11.19.2 Light induced stabilization procedures

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable with the following modifications.

11.19.2.1 Apparatus for indoor stabilization

In IEC 61215-2:2021, 4.19.3.1 replace item d) with: "Use the reference device to set the irradiance between 600 W/m² and 1 000 W/m². Record the irradiance."

In IEC 61215-2:2021, 4.19.3.1 replace item e) with: "During the simulator exposure, the module temperature shall stay below 55 °C."

NOTE Most a-Si containing active layers are known to anneal at module temperatures above 55 °C very quickly.

11.19.2.2 Requirements for outdoor exposure for stabilization

This test of IEC 61215-2:2021 is not applicable.

11.19.3 Other stabilization procedures

At present no alternative stabilization methods are applicable.

11.19.4 Initial stabilization (MQT 19.1)

Initial stabilization is performed on all modules.

Initial stabilization shall be obtained by exposing the modules to simulated sunlight.

To fulfil MQT 19 requirements using light exposure, a minimum of two intervals each of at least 43 kWh/m² are required. After this preconditioning all of the test modules shall be measured for STC power (MQT 06.1 of IEC 61215-2:2021).

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

Exposure doses of 200 kWh/m² to 400 kWh/m² are typically necessary to reach stabilization of amorphous silicon thin-film modules.

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 61215-1:2021.

To fulfil MQT 19 requirements a minimum of two intervals of at least 43 kWh/m² each are required.

Exposure doses of 200 kWh/m² to 400 kWh/m² are typically necessary to reach stabilization of amorphous silicon thin-film modules.

For modules that have been subjected to potential induced degradation (PID) stress (MQT 21), the maximum exposure limit after reaching stabilization shall not be exceeded. The light soak shall terminate no more than 86 kWh/m² after the stabilization criterion is met.

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

11.20 Cyclic (dynamic) mechanical load test (MQT 20)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable without modifications.

11.21 Potential induced degradation test (MQT 21)

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

11.22 Bending test (MQT 22)

This test of IEC 61215-2:2021 is applicable to flexible modules without modifications.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	16
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	19
3 Termes et définitions	19
4 Échantillons d'essai	19
5 Marquage et documentation	19
5.1 Plaque signalétique	19
5.2 Documentation.....	20
6 Essais	20
7 Critères d'acceptation	20
8 Défauts visuels majeurs.....	21
9 Rapport	21
10 Modifications	21
11 Série et procédures d'essais.....	21
11.1 Examen visuel (MQT 01).....	21
11.2 Détermination de la puissance maximale (MQT 02).....	22
11.3 Essai diélectrique (MQT 03).....	22
11.4 Mesurage des coefficients de température (MQT 04)	22
11.5 Section de l'espace réservé, précédemment NMOT	22
11.6 Performances dans les STC (MQT 06.1).....	22
11.7 Performances sous faible éclairement (MQT 07).....	22
11.8 Essai d'exposition en site naturel (MQT 08)	22
11.9 Essai de tenue à l'échauffement localisé (MQT 09).....	22
11.9.1 Objet	22
11.9.2 Effet de l'échauffement localisé	22
11.9.3 Classification des interconnexions de cellules	22
11.9.4 Appareillage	22
11.9.5 Procédure.....	22
11.9.6 Mesurages finaux	23
11.9.7 Exigences.....	23
11.10 Essai de préconditionnement aux UV (MQT 10)	23
11.11 Essai de cycle thermique (MQT 11)	23
11.12 Essai humidité-gel (MQT 12).....	23
11.13 Essai de chaleur humide (MQT 13)	23
11.14 Essai de robustesse des sorties (MQT 14)	23
11.15 Essai de courant de fuite en milieu humide (MQT 15)	23
11.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)	23
11.17 Essai à la grêle (MQT 17)	24
11.18 Essai de la diode de dérivation (MQT 18).....	24
11.19 Stabilisation (MQT 19)	24
11.19.1 Définition de critères pour la stabilisation	24
11.19.2 Procédures de stabilisation induite par la lumière	24
11.19.3 Autres procédures de stabilisation	25
11.19.4 Stabilisation initiale (MQT 19.1).....	25
11.19.5 Stabilisation finale (MQT 19.2).....	25

11.20	Essai de charge mécanique cyclique (dynamique) (MQT 20).....	25
11.21	Essai de dégradation induite par le potentiel (MQT 21)	25
11.22	Essai de flexion (MQT 22).....	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au silicium amorphe à couches minces

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 61215-1-3 édition 2.1 contient la deuxième édition (2021-02) [documents 82/1826/FDIS et 82/1851/RVD] et son amendement 1 (2022-03) [documents 82/1997/FDIS et 82/2021/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61215-1-3 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Ajout d'un essai de charge mécanique (dynamique) cyclique (MQT 20).
- b) Ajout d'un essai de dégradation induite par le potentiel (MQT 21).
- c) Ajout d'un essai de flexion (MQT 22) dédié aux modules souples.

L'Annexe informative A de l'IEC 61215-1:2021 explique le contexte et le raisonnement qui justifient certaines modifications les plus importantes apportées à la série IEC 61215 dans l'évolution de l'édition 1 à l'édition 2.

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

La présente norme doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61215-1:2021 et l'IEC 61215-2:2021.

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 la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

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

Partie 1-3: Exigences particulières d'essai des modules photovoltaïques (PV) au silicium amorphe à couches minces

1 Domaine d'application

Le présent document établit les exigences pour la qualification de la conception des modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres adaptés à une utilisation de longue durée dans les climats à l'air libre. La durée de vie utile des modules ainsi qualifiés dépend de leur conception, de leur environnement et de leurs conditions de fonctionnement. Les résultats d'essai ne sont pas considérés comme une prévision quantitative de la durée de vie des modules.

Sous des climats pour lesquels les températures de fonctionnement du 98^e percentile dépassent 70 °C, il est recommandé aux utilisateurs d'envisager d'effectuer des essais dans des conditions d'essai à des températures plus élevées telles que décrites dans l'IEC TS 63126. Il est recommandé aux utilisateurs qui souhaitent qualifier des produits PV ayant une durée de vie moins longue d'envisager des essais conçus pour des produits PV utilisés dans l'électronique grand public, comme cela est spécifié dans l'IEC 63163 (en cours d'élaboration). Les utilisateurs qui souhaitent être assurés qu'un produit fabriqué présente de manière cohérente les caractéristiques soumises aux essais dans le cadre de l'IEC 61215 peuvent vouloir utiliser l'IEC 62941 relative aux systèmes de qualité pour la fabrication des modules photovoltaïques (PV).

Le présent document est destiné à s'appliquer à tous les modules à plaque plane au silicium amorphe (a-Si; a-Si/ μ c-Si) à couches minces pour applications terrestres. À ce titre, il spécifie des exigences d'essai particulières à cette technologie en complément des exigences d'essai données dans l'IEC 61215-1:2021 et l'IEC 61215-2:2021.

Le présent document ne s'applique pas aux modules utilisés avec un ensoleillement intense, même s'il peut être utilisé 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 d'éclairement, 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 du module et de démontrer, dans toute la mesure du possible et avec des contraintes de coût et de temps raisonnables, que le module est capable de supporter une exposition prolongée en site naturel. Les conditions d'essais accélérés sont fondées de manière empirique sur les conditions nécessaires pour reproduire les défaillances sur site observées sélectionnées et sont appliquées de manière égale aux types de modules. Les facteurs d'accélération peuvent varier avec la conception du produit et ainsi les mécanismes de dégradation peuvent ne pas tous se produire. D'autres informations générales concernant les méthodes d'essais accélérés, y compris les définitions des termes, peuvent être consultées dans l'IEC 62506.

Certains mécanismes de dégradation de longue durée ne peuvent être raisonnablement détectés que par des essais de composants, en raison des longs délais exigés pour produire la défaillance et de l'existence nécessaire de conditions de contrainte dont la réalisation est coûteuse sur de grandes surfaces. Les essais de composants qui ont atteint un niveau de

maturité suffisant pour établir des critères d'acceptation/refus en toute fiabilité sont intégrés dans la série IEC 61215 par le biais d'un ajout dans le Tableau 1 de l'IEC 61215-1. En revanche, les procédures d'essai décrites dans cette série IEC 61215-2, sont réalisées sur des modules.

Le présent document définit les modifications dépendantes de la technologie photovoltaïque, apportées aux exigences et procédures d'essai de l'IEC 61215-1:2021 et de l'IEC 61215-2:2021.

2 Références normatives

Les références normatives de l'IEC 61215-1:2021 et de l'IEC 61215-2:2021 s'appliquent sans modification.

3 Termes et définitions

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique avec les modifications suivantes.

Ajouter les nouveaux termes suivants:

3.13

module à charge mécanique réduite

module dont la charge d'essai dans le MQT 16 est inférieure à 2 400 Pa

Note 1 à l'article: La valeur 2 400 Pa était exigée dans les versions antérieures de la série IEC 61215 pour toutes les technologies (par exemple IEC 61215-2:2021).

3.14

Zone d'accès limité

zone uniquement accessible aux personnes qualifiées en électricité et aux personnes averties en électricité munies de l'autorisation adéquate

EXEMPLE Installations photovoltaïques de grande échelle qui sont protégées contre l'accès du public par des clôtures, site, etc., et auxquelles seules les personnes qualifiées, formées ou averties en électricité ont accès.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-04-04, modifié – L'exemple a été ajouté]

4 Échantillons d'essai

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

5 Marquage et documentation

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique avec les modifications suivantes.

5.1 Plaque signalétique

Chaque module doit porter les marquages clairs et indélébiles suivants:

Ajouter les nouveaux points suivants:

- l) Pour les modules à charge mécanique réduite: la plage des charges théoriques positives et négatives [Pa] que les configurations de montage recommandées par le fabricant des modules autorisent, précédée de l'indication, "charge mécanique réduite théorique" et suivie par l'indication "Pas destiné au montage sur toit. Pour installations montées sur le sol d'accès limité uniquement. Ne peut être utilisé que dans des systèmes conçus par un ingénieur spécialisé."

EXEMPLE:

charge mécanique réduite théorique: ± 800 Pa.

Pas destiné au montage sur toit. Pour installations montées sur le sol d'accès limité uniquement. Ne peut être utilisé que dans des systèmes conçus par un ingénieur spécialisé.

- m) Pour les modules à charge mécanique réduite: La désignation du type ou du numéro de modèle doit contenir une identification unique qui est utilisée pour la charge mécanique réduite.

EXEMPLE:

Désignation de type de module à charge mécanique normale: M300W.

Désignation de type de module à charge mécanique réduite: M300W-X.

Où - X peut être par exemple une combinaison de lettres ou de nombres.

5.2 Documentation

5.2.2 Informations à inclure dans la documentation

Ajouter le nouveau point suivant:

- r) Pour les modules à charge mécanique réduite, la documentation doit contenir ce qui suit: "Si les modules PV sont destinés à être installés selon un scénario mis au point par un personnel qualifié comme dans le cas d'une application de grande échelle au sol à accès limité, ceux-ci peuvent être conçus pour des charges plus faibles. La charge d'essai peut être inférieure à 2 400 Pa mais supérieure à 1 200 Pa (ou à toute charge intermédiaire) avec un facteur de sécurité de 1,5 correspondant aux charges théoriques de 1 600 Pa et 800 Pa (ou à toute charge intermédiaire), respectivement, pour les pressions vers le bas (positives) et les pressions vers le haut (négatives). Ces modules peuvent être utilisés dans des zones du champ photovoltaïque où le montage et la structure du module, combinés, sont conçus pour satisfaire à une charge théorique spécifique de l'installateur. En variante, les modules qui possèdent une charge d'essai minimale supérieure compatible avec les charges spécifiques au site exigées peuvent être utilisés. Les modules à charge réduite ne peuvent pas être utilisés sur un toit-terrasse."

NOTE Beaucoup de grandes installations PV actuelles sont conçues, réalisées et installées par des experts qualifiés dans les domaines électrique, mécanique et de gros œuvre conformément aux codes locaux en vigueur. Les concepteurs utilisent les tolérances des codes de construction pour cibler certaines zones du champ photovoltaïque où l'on utilise des modules à charge mécanique plus élevée que les modules à charge théorique réduite. Les configurations de montage, charges théoriques indiquées et facteurs de sécurité d'essai du fabricant sont utilisés dans l'approche théorique du système global.

6 Essais

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 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 61215-1:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

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

La valeur maximale admissible de l'incertitude de mesure est fixée à $m_1 = 4,0 \%$ pour les modules contenant des cellules à jonction unique, et à $m_1 = 5,0 \%$ pour les modules contenant des cellules multijonctions.

8 Défauts visuels majeurs

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

9 Rapport

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

10 Modifications

Cet article de l'IEC 61215-1:2021 s'applique sans modification.

11 Série et procédures d'essais

La série d'essais de l'IEC 61215-1:2021 s'applique avec les modifications suivantes.

Tableau 3 – Synthèse des niveaux d'essai

Remplacer:

Essai	Paragraphe de l'IEC 61215-2 Ed.2	Titre	Conditions d'essai
MQT 16	4.16	Essai de charge mécanique statique	Application de trois cycles de charge uniforme spécifiée par le fabricant pendant 1 h aux faces avant et arrière successivement. Charge d'essai minimale: 2 400 Pa

par:

Essai	Paragraphe de l'IEC 61215-2 Ed.2	Titre	Conditions d'essai
MQT 16	4.16	Essai de charge mécanique statique	Application de trois cycles de charge uniforme spécifiée par le fabricant pendant 1 h aux faces avant et arrière successivement. Charge d'essai minimale: $\geq 1\,200$ Pa comme cela est défini par le fabricant (pour les modules avec le marquage "charge théorique réduite"); 2 400 Pa (pour les modules sans marquage supplémentaire)

11.1 Examen visuel (MQT 01)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.2 Détermination de la puissance maximale (MQT 02)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.3 Essai diélectrique (MQT 03)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.4 Mesurage des coefficients de température (MQT 04)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.5 Section de l'espace réservé, précédemment NMOT

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021 n'exige pas de modifications spécifiques à la technologie.

11.6 Performances dans les STC (MQT 06.1)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.7 Performances sous faible éclairage (MQT 07)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

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

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

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

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.1 Objet

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.2 Effet de l'échauffement localisé

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.3 Classification des interconnexions de cellules

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.4 Appareillage

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.5 Procédure

L'essai MQT 09.2 de l'IEC 61215-2:2021 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 61215-2:2021 peut s'appliquer.

11.9.6 Mesurages finaux

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.9.7 Exigences

Ce paragraphe de l'IEC 61215-2:2021, essai MQT 09, s'applique sans modification.

11.10 Essai de préconditionnement aux UV (MQT 10)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.11 Essai de cycle thermique (MQT 11)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

Le courant spécifique à la technologie qu'il est nécessaire d'appliquer selon l'essai MQT 11 de l'IEC 61215-2:2021, doit être égal à 0,1 x l'intensité à la puissance de crête STC. Si la valeur 0,1 x l'intensité à la puissance de crête est inférieure à 100 mA, alors la valeur 100 mA peut être appliquée en lieu et place.

11.12 Essai humidité-gel (MQT 12)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.13 Essai de chaleur humide (MQT 13)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.14 Essai de robustesse des sorties (MQT 14)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

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

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique ainsi que les modifications apportées à l'article 4.

4 Procédures d'essai

4.16 Essai de charge mécanique statique (MQT 16)

4.16.1 Objet

Remplacer:

La charge théorique minimale exigée selon la présente norme est de 1 600 Pa, ce qui entraîne une charge d'essai minimale de 2 400 Pa.

par:

La charge théorique minimale exigée selon le présent document dépend du marquage de la plaque signalétique. Pour les modules dont la plaque signalétique ne comporte pas d'indication spéciale, la charge théorique minimale est de 1 600 Pa, ce qui entraîne une charge d'essai minimale de 2 400 Pa. Pour les modules avec l'indication "charge théorique réduite" sur la plaque signalétique et dans la documentation, la charge théorique minimale est 800 Pa, ce qui entraîne une charge d'essai minimale de 1 200 Pa

11.17 Essai à la grêle (MQT 17)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.18 Essai de la diode de dérivation (MQT 18)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.19 Stabilisation (MQT 19)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

Les modules PV au silicium amorphe à couches minces ne doivent être stabilisés que dans le cadre d'une exposition prolongée à la lumière en intérieur. Étant donné que les conditions ne sont pas contrôlables en site naturel, une méthode en site naturel est réputée ne pas produire de résultats reproductibles.

11.19.1 Définition de critères pour la stabilisation

Pour la définition de la stabilisation conformément à l'essai MQT 19 de l'IEC 61215-2:2021, $x = 0,02$ doit être utilisée.

La température de stockage doit être inférieure à 25 °C, quel que soit le type de stockage, afin d'éviter les processus activés thermiquement affectant le mesurage MQT 06.1 de l'IEC 61215-2:2021.

11.19.2 Procédures de stabilisation induite par la lumière

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique avec les modifications suivantes:

11.19.2.1 Appareillage pour la stabilisation en intérieur

En 4.19.3.1 de l'IEC 61215-2:2021, remplacer le point d) par: "Utiliser le dispositif de référence pour régler l'éclairement entre 600 W/m² et 1 000 W/m². Enregistrer l'éclairement."

En 4.19.3.1 de l'IEC 61215-2:2021, remplacer le point e) par: "Lors de l'exposition au simulateur, la température de module doit demeurer en dessous de 55 °C."

NOTE La plupart des couches actives contenant du a-Si sont réputées recuire très rapidement aux températures de module au-dessus de 55 °C.

11.19.2.2 Exigences d'exposition en site naturel pour stabilisation

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 ne s'applique pas.

11.19.3 Autres procédures de stabilisation

À l'heure actuelle, aucune autre méthode de stabilisation n'est applicable.

11.19.4 Stabilisation initiale (MQT 19.1)

La stabilisation initiale est réalisée sur tous les modules.

La stabilisation initiale doit être obtenue en exposant les modules à un ensoleillement simulé.

Pour satisfaire aux exigences de l'essai MQT 19 utilisant l'exposition à la lumière, deux intervalles au minimum (chaque intervalle étant d'au moins 43 kWh/m²) sont exigés. Après ce préconditionnement, la puissance STC de tous les modules d'essai doit être mesurée (MQT 06.1 de l'IEC 61215-2:2021).

La détermination de la puissance de sortie doit être réalisée après un temps de refroidissement minimal de 30 min.

Des doses d'exposition comprises entre 200 kWh/m² et 400 kWh/m² sont habituellement nécessaires pour stabiliser les modules au silicium amorphe à couches minces.

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 61215-1:2021.

Pour satisfaire aux exigences de l'essai MQT 19, deux intervalles au minimum sont exigés (chaque intervalle étant d'au moins 43 kWh/m²).

Des doses d'exposition comprises entre 200 kWh/m² et 400 kWh/m² sont habituellement nécessaires pour stabiliser les modules au silicium amorphe à couches minces.

Pour les modules soumis à une contrainte de dégradation induite par le potentiel (*PID - potential induced degradation*) (MQT 21), la limite maximale d'exposition une fois la stabilisation atteinte ne doit pas être dépassée. L'exposition prolongée à la lumière doit s'achever au maximum à 86 kWh/m² après satisfaction du critère de stabilisation.

La détermination de la puissance de sortie doit être réalisée après un temps de refroidissement minimal de 30 min.

11.20 Essai de charge mécanique cyclique (dynamique) (MQT 20)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique sans modification.

11.21 Essai de dégradation induite par le potentiel (MQT 21)

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

11.22 Essai de flexion (MQT 22)

Cet essai de l'IEC 61215-2:2021 s'applique aux modules souples sans modification

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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