IEC 61701

Edition 3.0 2020-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Photovoltaic (PV) modules – Salt mist corrosion testing

Modules photovoltaïques (PV) – Essai de corrosion au brouillard salin

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-8232-8

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 3
1 Scope 5
2 Normative references 5
3 Terms and definitions 6
4 Samples 6
5 Test summary 6
6 Test sequence 7
6.1 General 7
6.2 Stabilization 7
6.3 Initial and final measurements of non-concentrator modules 7
6.4 Initial and final measurements of concentrator photovoltaic (CPV) modules 7
6.5 Salt mist test procedure 7
6.6 Cleaning and recovery 7
6.7 Measurements after salt mist 8
6.8 Bypass diode test 8
6.8.1 Purpose 8
6.8.2 Procedure 8
6.8.3 Requirements 8
7 Requirements 8
7.1 General 8
7.2 Non-concentrator PV modules 8
7.3 Concentrator photovoltaic (CPV) modules 9
8 Test report 9
Annex A (normative) Guidance for the selection of appropriate test method according to IEC 60068-2-52 12
A.1 Overview 12
A.2 Recommendations for applying this document and selecting test methods 1 through 8 12
A.2.1 General 12
A.2.2 Test method 1 13
A.2.3 Test method 2 13
A.2.4 Test methods 3 to 6 13
A.2.5 Test methods 7 and 8 13

Figure 1 – Salt mist corrosion testing sequence for non-concentrator PV modules 10
Figure 2 – Salt mist corrosion testing sequence for concentrator photovoltaic (CPV) modules 11

Table A.1 – Simplified guidance for determining corrosivity classifications according to ISO 9223 and test methods correlating to one-year corrosivity based on mass loss of steel coupons 14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULES – SALT MIST CORROSION TESTING

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61701 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This third edition cancels and replaces the second edition issued in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- The scope has been updated to better reflect the applicability of the Standard.
- Test methods and requirements have been condensed and aligned with the new editions of IEC 61215-1, IEC 61215-2, and IEC 61730-2. References to crystalline silicon versus thin film technologies have been eliminated. The old Figure 2 on the thin film test sequence has been eliminated.
- The salt mist test references have been updated to harmonize with changes to IEC 60068-2-52.

- A normative annex A has been added to provide guidance on which of the test methods in IEC 60068-2-52 are applicable to different applications. This includes references to new test methods in the latest edition of IEC 60068-2-52.

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

FDIS	Report on voting
82/1693/FDIS	82/1725/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULES – SALT MIST CORROSION TESTING

1 Scope

Photovoltaic (PV) modules are electrical devices normally intended for continuous outdoor exposure during their lifetime. Highly corrosive wet atmospheres, such as marine environments or locations near the ocean or other large bodies of salt water, could eventually degrade some of the PV module components (corrosion of metallic parts, deterioration of the properties of some non-metallic materials – such as protective coatings and plastics – by assimilation of salts, etc.) causing permanent degradation that could impair their functioning. Temporary corrosive atmospheres are also present in places where salt is used in winter periods to melt ice formations on streets and roads.

This document describes test sequences useful to determine the resistance of different PV modules to corrosion from salt mist containing Cl (NaCl, $MgCl_2$, etc.). All tests included in the sequences are fully described in IEC 61215-2, IEC 62108, IEC 61730-2 and IEC 60068-2-52. The bypass diode functionality test in this document is modified from its description in IEC 61215-2. They are combined in this document to provide means to evaluate possible faults caused in PV modules when operating under wet atmospheres having high concentration of dissolved salt (NaCl). Depending on the specific nature of the surrounding atmosphere to which the module is exposed in real operation several testing methods can be applied, as defined in IEC 60068-2-52. Guidance for determining the applicability of this document and selecting an appropriate method is provided in Annex A.

This document can be applied to both flat plate PV modules and concentrator PV modules and assemblies.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 61215-1, *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1: Test requirements*

IEC 61215-2, *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 2: Test procedures*

IEC 61730-2, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

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

IEC 62108, *Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design qualification and type approval*

ISO 9223, *Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation*

ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 17
1 Domaine d'application 19
2 Références normatives 19
3 Termes et définitions 20
4 Échantillons 20
5 Résumé d'essai 20
6 Séquence d'essai 21
6.1 Généralités 21
6.2 Stabilisation 21
6.3 Mesurages initiaux et finaux des modules classiques 21
6.4 Mesurages initiaux et finaux des modules photovoltaïques à concentration 21
6.5 Procédure d'essai au brouillard salin 22
6.6 Nettoyage et rétablissement 22
6.7 Mesurages après le brouillard salin 22
6.8 Essai de la diode de dérivation 22
6.8.1 But 22
6.8.2 Procédure 22
6.8.3 Exigences 23
7 Exigences 23
7.1 Généralités 23
7.2 Modules photovoltaïques classiques 23
7.3 Modules photovoltaïques à concentration 23
8 Rapport d'essai 23
Annexe A (normative) Recommandations pour le choix d'une méthode d'essai appropriée selon l'IEC 60068-2-52 27
A.1 Vue d'ensemble 27
A.2 Recommandations pour l'application du présent document et pour le choix des méthodes d'essai 1 à 8 27
A.2.1 Généralités 27
A.2.2 Méthode d'essai 1 28
A.2.3 Méthode d'essai 2 28
A.2.4 Méthodes d'essai 3 à 6 28
A.2.5 Méthodes d'essai 7 et 8 29

Figure 1 – Séquence d'essai de corrosion au brouillard salin pour des modules photovoltaïques (PV) classiques 25
Figure 2 – Séquence d'essai de corrosion au brouillard salin pour des modules photovoltaïques à concentration (CPV) 26

Tableau A.1 – Recommandations simplifiées pour déterminer les classifications de corrosivité selon l'ISO 9223 et méthodes d'essai correspondant à la corrosivité sur un an fondées sur la perte de masse des éprouvettes en acier 29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – ESSAI DE CORROSION AU BROUILLARD SALIN

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61701 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- Le domaine d'application a été mis à jour pour mieux refléter les conditions d'application de la Norme.
- Les méthodes et exigences d'essai ont été condensées et alignées sur les nouvelles éditions de l'IEC 61215-1, de l'IEC 61215-2 et de l'IEC 61730-2. Les références au silicium cristallin en rapport avec les technologies à couches minces ont été supprimées. L'ancienne Figure 2 relative à la séquence d'essai en couches minces a été supprimée.
- Les références à l'essai au brouillard salin ont été mises à jour afin de les aligner sur les modifications de l'IEC 60068-2-52.

- Une annexe A normative a été ajoutée afin de fournir des recommandations relatives aux méthodes d'essai de l'IEC 60068-2-52 applicables aux différentes applications. Elle comprend des références aux nouvelles méthodes d'essai de la dernière édition de l'IEC 60068-2-52.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1693/FDIS	82/1725/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – ESSAI DE CORROSION AU BROUILLARD SALIN

1 Domaine d'application

Les modules photovoltaïques (PV) sont des dispositifs électriques généralement destinés à être placés en permanence à l'extérieur pendant toute leur durée de vie. Les atmosphères humides fortement corrosives telles que les environnements marins ou les emplacements proches de l'océan ou autres étendues d'eau salée, peuvent finir par dégrader certains composants des modules photovoltaïques (corrosion des pièces métalliques, détérioration par assimilation de sel des propriétés de certains matériaux non métalliques comme les revêtements de protection et les matières plastiques, etc.), provoquant des dégradations permanentes qui peuvent altérer leur fonctionnement. Il s'agit également d'atmosphères corrosives temporaires lorsque du sel est utilisé en périodes hivernales pour faire fondre la glace dans les rues et sur les routes.

Le présent document décrit des séquences d'essai utiles pour déterminer la résistance de différents modules photovoltaïques à la corrosion due au brouillard salin contenant du Cl^- (NaCl, $MgCl_2$, etc.). Tous les essais inclus dans les séquences sont décrits de façon détaillée dans les normes IEC 61215-2, IEC 62108, IEC 61730-2 et IEC 60068-2-52. L'essai de fonctionnalité des diodes de dérivation du présent document est modifié par rapport à sa description dans l'IEC 61215-2. Les essais sont combinés dans le présent document pour fournir des moyens d'évaluer les pannes possibles causées dans les modules photovoltaïques qui fonctionnent en atmosphères humides avec une forte concentration de sels dissous (NaCl). En fonction de la nature spécifique de l'atmosphère environnante à laquelle le module est exposé en fonctionnement réel, plusieurs méthodes d'essai peuvent être appliquées comme cela est défini dans l'IEC 60068-2-52. Des recommandations pour la détermination de l'applicabilité du présent document et le choix d'une méthode appropriée sont données à l'Annexe A.

Le présent document peut être appliqué à des modules photovoltaïques plans et à des modules et ensembles photovoltaïques à concentration.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-52, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 61215-1, *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation – Partie 1: Exigences d'essai*

IEC 61215-2, *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation – Partie 2: Procédures d'essai*

IEC 61730-2, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Exigences pour les essais*

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

IEC 62108, *Modules et ensembles photovoltaïques à concentration – Qualification de la conception et homologation*

ISO 9223, *Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères – Classification, détermination et estimation*

ISO 9227*, Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins*