



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Photovoltaic modules – Bypass diode – Thermal runaway test**

**Modules photovoltaïques – Diode de dérivation – Essai d'emballément thermique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-7291-6

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

CONTENTS .....	2
FOREWORD .....	3
INTRODUCTION .....	5
1 Scope .....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	6
4 Thermal runaway test .....	7
4.1 Diode thermal runaway .....	7
4.2 Test conditions .....	8
4.3 Preparation of test specimen.....	8
4.4 Test equipment .....	9
4.5 Test procedure.....	10
5 Pass or fail criteria.....	12
6 Test report.....	12
Figure 1 – Illustration of how thermal runaway occurs .....	7
Figure 2 – Circuit for measurement of $T_{lead}$ and forward voltage .....	9
Figure 3 – Circuit for flowing a forward current to the bypass diode .....	10
Figure 4 – Circuit for applying a reverse bias voltage to the bypass diode.....	10
Figure 5 – The typical pattern of thermal runaway .....	11
Figure 6 – The pattern of non-thermal runaway .....	11

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### PHOTOVOLTAIC MODULES – BYPASS DIODE – THERMAL RUNAWAY TEST

#### 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 62979 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This bilingual version (2019-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-08.

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

FDIS	Report on voting
82/1269/FDIS	82/1311/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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.

## INTRODUCTION

During the normal operation of PV modules the bypass diodes are reverse biased. When the PV module is partially shaded (for example by utility poles, buildings, or leaves), some of the cells in the PV module may not be able to produce the current being produced by the other cells in the series string. The shaded cells are then driven into reverse bias so the bypass diode of the shaded cell-string becomes forward bias protecting the shaded cells.

Under these circumstances, the temperature of the bypass diode increases due to the forward current flowing through the diode. It is in this condition that the diodes are tested in accordance with IEC 61215-2:2016, 4.18.1: Bypass diode thermal test. When the shade is removed, operating conditions return to normal and the bypass diode is again reversed biased.

Some of the diodes utilized as bypass diodes in PV modules have characteristics where the reverse bias leakage current increases with the diode temperature. So if the diode is already at an elevated temperature when reverse biased, there will be a substantial leakage current and the diode junction temperature can increase considerably. The worst case occurs when this heating exceeds the cooling capability of the junction box in which the diode is installed. As a result of this increasing temperature and leakage current, the diode can break down. These phenomena are called “thermal runaway”. The thermal design of the bypass diode in the junction box shall be verified to ensure that thermal runaway does not occur.

## PHOTOVOLTAIC MODULES – BYPASS DIODE – THERMAL RUNAWAY TEST

### 1 Scope

This document provides a method for evaluating whether a bypass diode as mounted in the module is susceptible to thermal runaway or if there is sufficient cooling for it to survive the transition from forward bias operation to reverse bias operation without overheating.

This test methodology is particularly suited for testing of Schottky barrier diodes, which have the characteristic of increasing leakage current as a function of reverse bias voltage at high temperature, making them more susceptible to thermal runaway.

The test specimens which employ P/N diodes as bypass diodes are exempted from the thermal runaway test required herein, because the capability of P/N diodes to withstand the reverse bias is sufficiently high.

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application .....	18
2 Références normatives .....	18
3 Termes et définitions .....	18
4 Essai d'emballage thermique .....	19
4.1 Emballage thermique de la diode .....	19
4.2 Conditions d'essai.....	20
4.3 Préparation de l'éprouvette .....	20
4.4 Matériel d'essai.....	21
4.5 Procédure d'essai .....	22
5 Critère de réussite ou d'échec .....	24
6 Rapport d'essai .....	24
Figure 1 – Représentation de la manière dont se produit l'emballage thermique.....	19
Figure 2 – Circuit de mesure de $T_{lead}$ et de la tension directe .....	21
Figure 3 – Circuit de circulation d'un courant direct jusqu'à la diode de dérivation .....	22
Figure 4 – Circuit d'application d'une tension de polarisation inverse jusqu'à la diode de dérivation.....	22
Figure 5 – Modèle classique d'emballage thermique .....	23
Figure 6 – Modèle classique d'emballage non thermique.....	23

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### MODULES PHOTOVOLTAÏQUES – DIODE DE DERIVATION – ESSAI D'EMBALLLEMENT THERMIQUE

#### 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 62979 a été établie par le Comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

La présente version bilingue (2019-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-08.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 82/1269/FDIS et 82/1311/RVD.

Le rapport de vote 82/1311/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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



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

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

## INTRODUCTION

Pendant le fonctionnement normal des modules PV, les diodes de dérivation font l'objet d'une polarisation inverse. Lorsque le module est en partie à l'ombre (sous des poteaux électriques, des bâtiments ou des arbres, par exemple), certaines cellules du module PV peuvent ne pas pouvoir produire le courant produit par les autres cellules de la chaîne. Les cellules à l'ombre font alors l'objet d'une polarisation inverse, et la diode de dérivation de la chaîne de cellules à l'ombre devient polarisée en sens direct, protégeant les cellules à l'ombre.

Dans ces circonstances, la température de la diode de dérivation augmente en raison du courant direct qui la traverse. Les diodes sont soumises à l'essai dans ces conditions, conformément à l'IEC 61215-2:2016, 4.18.1: Essai thermique de la diode de dérivation. Lorsque l'ombre a disparu, les conditions de fonctionnement reviennent à la normale et la diode de dérivation fait de nouveau l'objet d'une polarisation inverse.

Le courant de fuite en polarisation inverse de certaines diodes utilisées comme diodes de dérivation dans les modules PV augmente avec la température de la diode. Par conséquent, si la température de la diode est déjà élevée en polarisation inverse, le courant de fuite est important et la température de jonction de la diode peut augmenter de manière considérable. Le cas le plus défavorable se produit lorsque cet échauffement dépasse la capacité de refroidissement de la boîte de jonction dans laquelle la diode est installée. En conséquence de cette augmentation de température et de ce courant de fuite, la diode peut tomber en panne. Ces phénomènes sont appelés "emballement thermique". La conception thermique de la diode de dérivation dans la boîte de jonction doit être vérifiée pour vérifier que l'emballement thermique ne se produit pas.

## MODULES PHOTOVOLTAÏQUES – DIODE DE DERIVATION – ESSAI D'EMBALLEMENT THERMIQUE

### 1 Domaine d'application

Le présent document donne une méthode permettant de déterminer si la diode de dérivation montée dans le module est susceptible de faire l'objet d'un emballage thermique ou si le refroidissement est suffisant pour lui permettre de résister au passage entre un fonctionnement en polarisation directe et un fonctionnement en polarisation inverse sans surchauffe.

Cette méthodologie d'essai est particulièrement adaptée pour les diodes Schottky, qui ont la particularité d'augmenter le courant de fuite en fonction de la tension de polarisation inverse à haute température, ce qui les rend plus propices à l'emballage thermique.

Les éprouvettes qui utilisent des diodes P/N comme diodes de dérivation sont dispensées de l'essai d'emballage thermique exigé ici, car l'aptitude des diodes P/N à résister à la polarisation inverse est suffisamment élevée.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)