

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Photovoltaic modules – Bypass diode – Thermal runaway test

Modules photovoltaïques – Diode de dérivation – Essai d'emballage thermique

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017

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*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC TS 61836 as well as the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

reverse current

current flowing in the opposite direction to the polarity of the bypass diode

3.2

reverse bias voltage

voltage applied to the opposite direction to the polarity of the bypass diode

3.3

T_{lead}

temperature of the lead-wire of the bypass diode measured by thermocouple

4 Thermal runaway test

4.1 Diode thermal runaway

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 may be a substantial reverse 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.

How the thermal runaway does or does not occur is illustrated simply in Figure 1.

The curve R indicates the relation of the power injected by the reverse bias voltage versus the junction temperature. As shown, the power injected will rapidly increase at the higher junction temperature. The cooling capability of the junction box is indicated by the curve “Heat dissipation” and the critical temperature T_C is the crossing point of the curve R and the curve “Heat dissipation”.

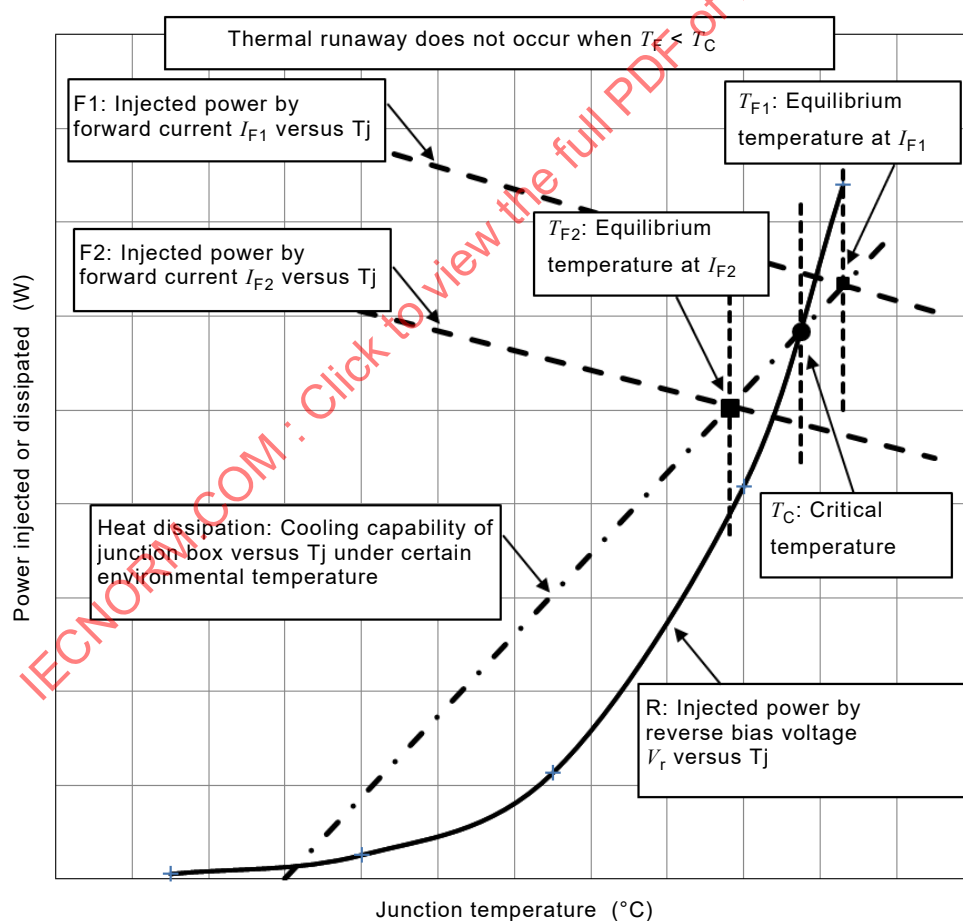


Figure 1 – Illustration of how thermal runaway occurs

If the reverse bias voltage is applied at a junction temperature higher than the critical temperature T_C , the injected power will be more than the cooling capability and the junction temperature will keep increasing until the diode undergoes thermal runaway.

On the other hand, if the reverse bias voltage is applied at a junction temperature lower than the critical temperature T_C , the injected power will be less than the cooling capability and the junction temperature will gradually decrease toward the environmental temperature.

The curves F1 and F2 show the relationship of the power injected by the forward current I_{F1} and I_{F2} versus the junction temperature. The crossing points of these curves and the cooling capability “Heat dissipation” show the equilibrium temperature when the forward current is applied.

The equilibrium temperature T_{F1} corresponding to the curve F1 is higher than T_C and the thermal runaway may occur when the diode is reverse biased. The equilibrium temperature T_{F2} corresponding to the curve F2 is lower than T_C and the thermal runaway will not occur when the diode is reverse biased.

4.2 Test conditions

The test conditions under which the thermal runaway test should be performed are as follows:

- a) Initial module temperature: $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Modules that carry a label that says “For use in open rack mount only” may be tested at a reduced temperature of $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

As the occurrence of thermal runaway is related to the temperature at the instance of the reverse bias voltage application, the thermal runaway test is to be performed under the highest environmental temperature the module could encounter during the normal operation.

The module temperature may be measured by T_{lead} .

- b) Specified forward current: $1,25 \times$ “Short circuit current (I_{SC}) at STC” of the PV module for the bypass diode to be tested.
- c) Specified reverse bias voltage: Open circuit voltage (V_{OC}) at STC of the cell string of the module protected by the bypass diode to be tested.

4.3 Preparation of test specimen

The test specimen should be the actual module or the special sample having the same construction of the actual module.

In order to perform the test by using a reasonable sized heat chamber, special samples may be used.

The special sample means the junction box including bypass diodes bonded by an adhesive onto a suitable glass-substrate laminated with the back-sheet in order to simulate the actual module.

Because the occurrence of thermal runaway depends upon cooling of the bypass diode, the test shall be performed with the diode mounted in the same way as in the actual module. The special sample may be provided by the module or junction box manufacturer.

In case an actual module is used, the cell strings should be electrically disconnected from the bypass diodes.

The test specimen shall be provided with the connection cables for the test module.

In order to measure T_{lead} and voltage of each bypass diode, connections of the lead-wires and thermocouples are required to be provided with the test specimen as shown in Figure 2.

Thermocouple should be mounted on the cathode lead as close as possible to the diode body.

Care should be taken to minimize any alteration of the properties of the diode or its heat transfer path.

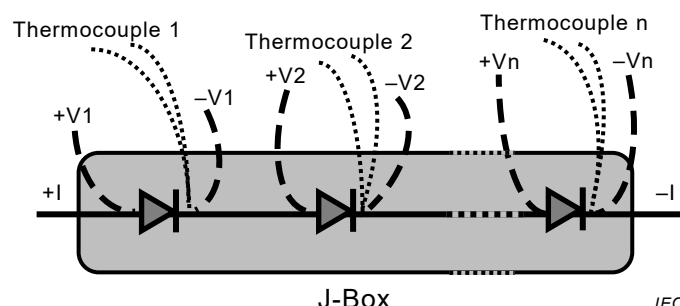


Figure 2 – Circuit for measurement of T_{lead} and forward voltage

4.4 Test equipment

- Chamber for heating the module to a temperature of $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$.
- Means for monitoring the temperature of the chamber to an accuracy of $\pm 2,0 ^\circ\text{C}$ and repeatability of $\pm 0,5 ^\circ\text{C}$.
- Thermocouples and means for recording the T_{lead} of the test specimen to an accuracy of $\pm 1^\circ\text{C}$.

Commonly used T-type thermocouple (copper-constantan) with soldering joint is permissible for this test, however it has a limitation since the highest measurable temperature is at $200 ^\circ\text{C}$ to $250 ^\circ\text{C}$, which would be above the observed temperature T_C (critical temperature). When a thermal runaway occurs, the temperature will likely go up beyond the thermocouple limitation, but by measuring the reverse current flowing through the diode the thermal runaway phenomena will still be caught.

- Means for applying the forward current specified in 4.2 b). Means for monitoring the forward current through the module and the forward voltage of the diode selected for the test, throughout the test.
- Means for applying the reverse bias voltage specified in 4.2 c) to the bypass diode with capability of supplying the current equal to $1,25 \times I_{\text{SC}}$ of the test module under the specified reverse voltage. Means for measuring the leakage current and the reverse voltage of the bypass diode.
- Means for making the swift switching (within 10 ms) from forward current injection to reverse bias voltage application as illustrated in the test circuit of Figure 3 and Figure 4.

The equipment shall be designed so that harmful voltage peaks are avoided.

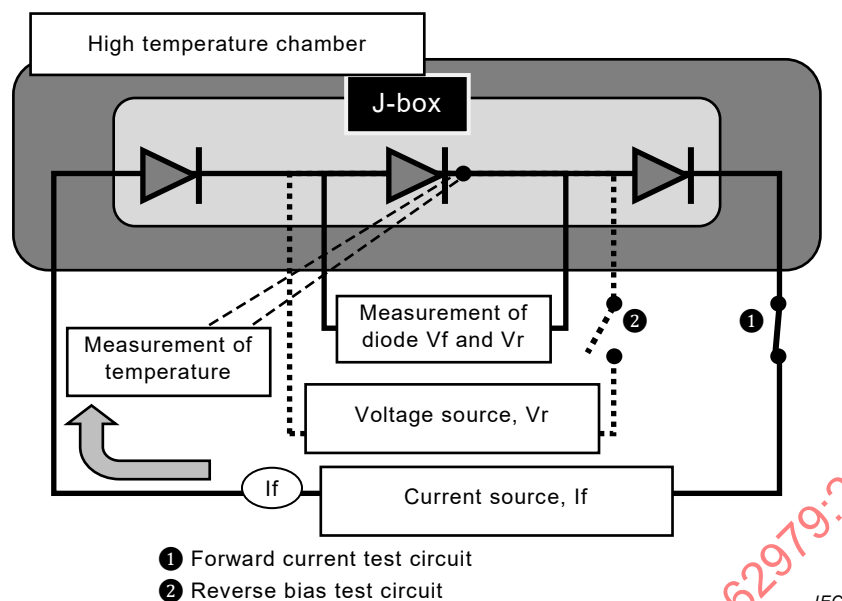


Figure 3 – Circuit for flowing a forward current to the bypass diode

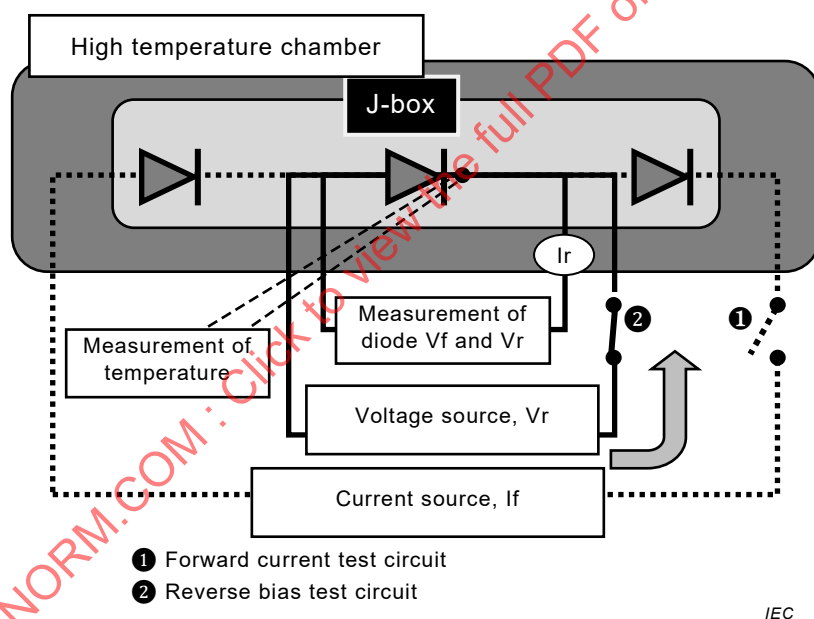


Figure 4 – Circuit for applying a reverse bias voltage to the bypass diode

4.5 Test procedure

- To obtain initial characteristics of bypass diode and to make sure that bypass diode functions correctly, measure the reverse characteristic including reverse current at specified reverse voltage in 4.2 c) at room temperature (25 ± 5) °C.
- For the selection of the bypass diode to be tested, apply the specified forward current (4.2 b) to all the bypass diodes in series in the test specimen at (25 ± 5) °C. Select the bypass diode which shows the highest temperature. In case that the diodes are mounted somewhere else – like in the laminate and so on, the bypass diode having the highest temperature should be tested.
- After putting the test specimen(s) with necessary measuring and monitoring equipment into the test chamber, heat them to the initial module temperature specified in 4.2 a).

The consideration should be taken to minimize the effect of the air flow to the test specimen in the chamber.

- d) Apply the specified forward current (4.2 b) to the bypass diodes for at least 40 min and until the range of T_{lead} change during 10 min becomes within 0,3 °C.

Shut-off the forward current. Within 10 ms after that apply the reverse bias voltage specified in 4.2 c) to the bypass diode to be tested. Continue to observe the reverse current and temperature of the reverse biased bypass diode.

In most of the cases the reverse current and the T_{lead} are expected either to rise (as indicated in the Figure 5) or to decrease (as indicated in the Figure 6) soon without staying steady. In borderline cases some time is needed to see the final direction of the change. In such a case, the test should be continued for at least 2 min.

If the reverse current increases up to current limit of the reverse bias power supply, it is regarded as thermal runaway occurred and the reverse bias application may be stopped immediately.

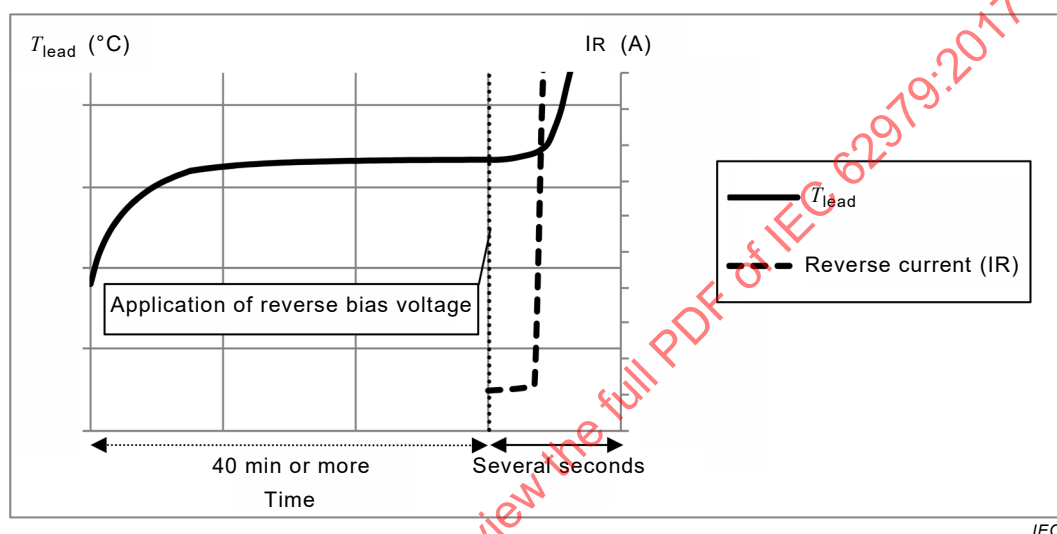


Figure 5 – The typical pattern of thermal runaway

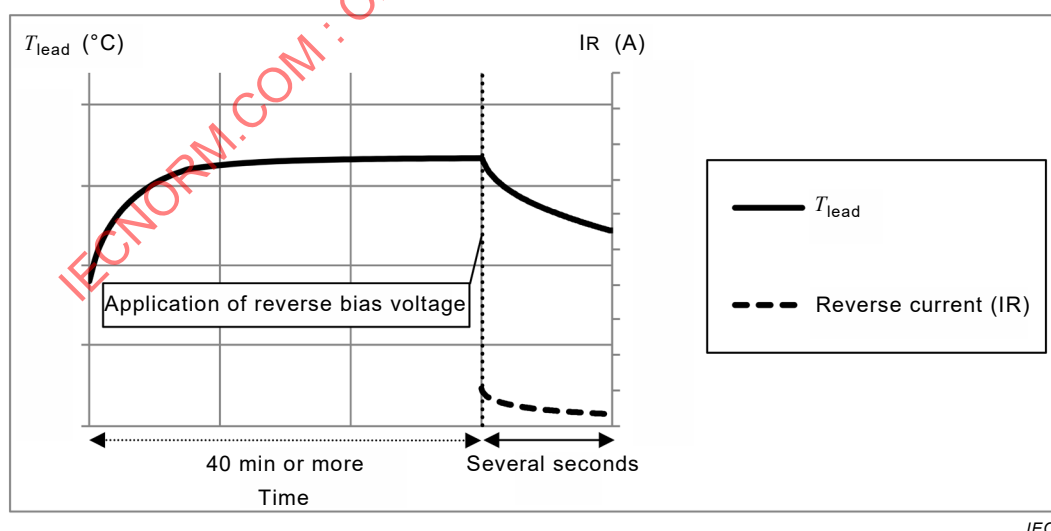


Figure 6 – The pattern of non-thermal runaway

- e) Remove the test specimen from the chamber.
- f) In order to check the diode performance after test, allow the sample to cool and measure the reverse characteristics of the bypass diode including reverse current at specified reverse voltage (4.2 c)) at room temperature (25 ± 5) °C.

Then compare the reverse current measured after test with the initial measurement taken during step 4.5 a).

5 Pass or fail criteria

- a) If T_{lead} and the reverse current decrease during the reverse bias voltage portion of the test (second paragraph of step 4.5 d)), and if the reverse current measured after the test during step 4.5 f) is not more than 5 times of the initial value measured during step 4.5 a), the bypass diode is considered to have passed the test.
- b) If T_{lead} and the reverse current increase during the reverse bias voltage portion of the test (second paragraph of step 4.5 d)), or if the reverse current measured after the test during step 4.5 f) is more than 5 times of the initial value measured during step 4.5 a), the bypass diode is considered to have failed the test.

6 Test report

The report shall contain the information necessary to reproduce test results and the details of the sample tested, specifically, make note of the following:

- a) a title;
- b) name and address of the test laboratory and location where the tests were carried out;
- c) unique identification of the report and of each page;
- d) name and address of client, where appropriate;
- e) detail specification, description and identification of the test specimen;
- f) date of receipt of test item and date(s) of test, where appropriate;
- g) identification of test method used and test instruments and other equipment used;
- h) reference to sampling procedure, where relevant;
- i) the values of the specified test conditions with any deviations from, additions to, or exclusions from, the test method and any other information relevant to a specific test, measurements, examinations and derived results supported by tables, graphs, sketches and photographs as appropriate including:
 - The initial module temperature used for the test.
 - Specified forward current (4.2 b)).
 - Specified reverse bias voltage (4.2 c)).
 - Forward current injected for bypass diode.
 - The T_{lead} measured after applying the forward current until T_{lead} stabilises.
 - The duration for which the forward current was applied.
 - The switching time until applying reverse bias voltage from the shut-off of forward current.
 - Reverse bias voltage applied for bypass diode.
 - The application time of specified reverse bias voltage.
 - Records of the T_{lead} after the application of reverse bias voltage.
 - Records of the leakage current of the diode after the application of reverse bias voltage.
 - Photos and a description of the specimens tested.
 - Diode characteristics measured before and after the thermal runaway test;
- j) a statement of the estimated uncertainty of the test results (where relevant);
- k) a signature and title, or equivalent identification of the person(s) accepting responsibility for the content of the certificate or report, and the date of issue;

- l) where relevant, a statement to the effect that the results relate only to the items tested;
 - m) a statement that the certificate or report should not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Essai d'emballlement thermique	19
4.1 Emballlement 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'emballlement 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'emballlement thermique	23
Figure 6 – Modèle classique d'emballlement 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62979:2017

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 emballement 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'emballement thermique.

Les éprouvettes qui utilisent des diodes P/N comme diodes de dérivation sont dispensées de l'essai d'emballement 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)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC TS 61836, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

courant inverse

courant qui circule dans le sens opposé à la polarité de la diode de dérivation

3.2

tension de polarisation inverse

tension appliquée au sens opposé à la polarité de la diode de dérivation

3.3

T_{lead}

température du fil de connexion de la diode de dérivation mesurée par le couple thermoélectrique

4 Essai d'emballage thermique

4.1 Emballage thermique de la diode

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 inverse peut être 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.

La Figure 1 présente simplement la manière dont l'emballement thermique se produit ou ne se produit pas.

La courbe R indique la relation de la puissance injectée par la tension de polarisation inverse par rapport à la température de jonction. Comme indiqué, à la température de jonction la plus élevée, la puissance injectée augmente rapidement. La capacité de refroidissement de la boîte de jonction est indiquée par la courbe "Dissipation thermique" et la température critique T_C est le point d'intersection de la courbe R et de la courbe "Dissipation thermique".

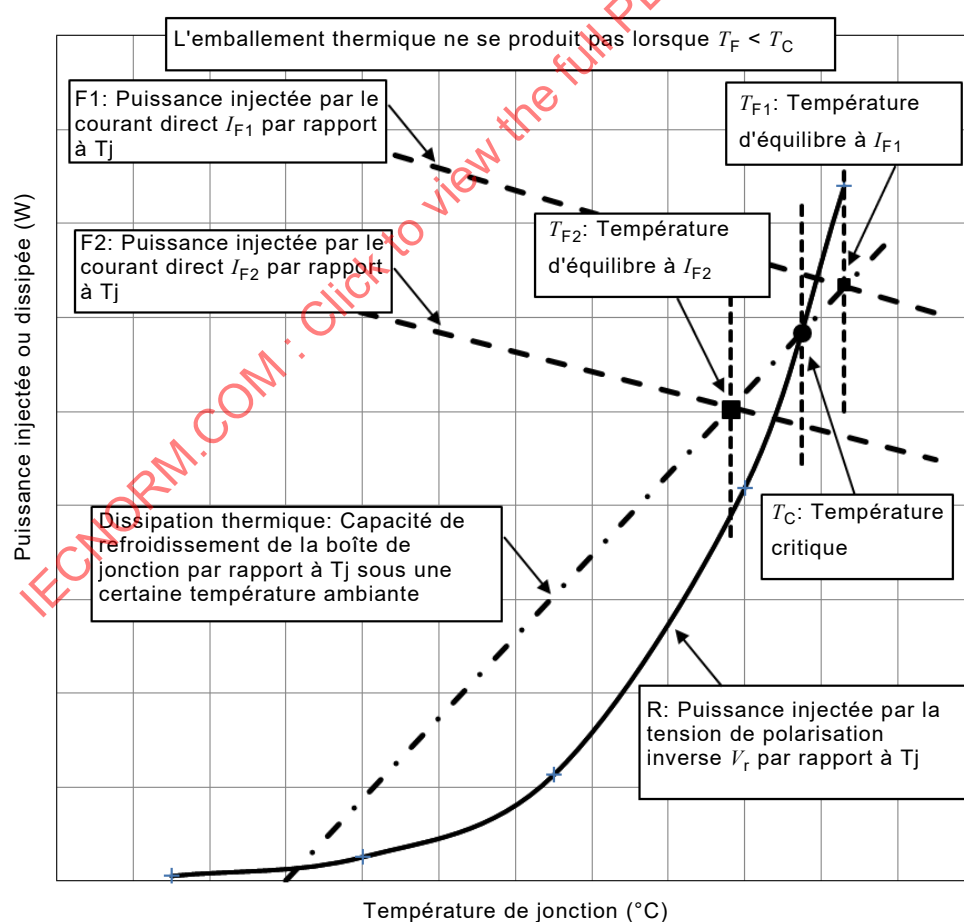


Figure 1 – Représentation de la manière dont se produit l'emballement thermique

Si la tension de polarisation inverse est appliquée à une température de jonction supérieure à la température critique T_C , la puissance injectée dépasse la capacité de refroidissement et la

température de jonction continue d'augmenter tant que la diode ne fait pas l'objet d'un emballement thermique.

D'autre part, si la tension de polarisation inverse est appliquée à une température de jonction inférieure à la température critique T_C , la puissance injectée est inférieure à la capacité de refroidissement et la température de jonction diminue progressivement jusqu'à la température ambiante.

Les courbes F1 et F2 présentent la relation entre la puissance injectée par le courant direct I_{F1} et I_{F2} et la température de jonction. Les points d'intersection de ces courbes et la "Dissipation thermique" de la capacité de refroidissement indiquent la température d'équilibre lorsque le courant direct est appliqué.

La température d'équilibre T_{F1} correspondant à la courbe F1 est supérieure à T_C et l'emballement thermique peut se produire lorsque la diode est en polarisation inverse. La température d'équilibre T_{F2} correspondant à la courbe F2 est inférieure à T_C et l'emballement thermique ne se produit pas lorsque la diode est en polarisation inverse.

4.2 Conditions d'essai

Les conditions dans lesquelles il convient de réaliser l'essai d'emballement thermique sont les suivantes:

- a) Température initiale du module: $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les modules qui portent une étiquette indiquant "À utiliser dans un montage sur une structure dégagée uniquement" peuvent être soumis à l'essai à une température réduite de $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

L'occurrence d'un emballement thermique étant liée à la température au moment de l'application de la tension de polarisation inverse, l'essai d'emballement thermique doit être réalisé à la température ambiante la plus élevée à laquelle le module peut être confronté en fonctionnement normal.

La température du module peut être mesurée par T_{lead} .

- b) Courant direct spécifié: $1,25 \times$ "Courant de court-circuit (I_{SC}) dans les conditions d'essai normalisées" du module PV pour la diode de dérivation à soumettre à l'essai.
- c) Tension de polarisation inverse spécifiée: tension en circuit ouvert (V_{OC}) aux conditions d'essai normalisées de la chaîne de cellules du module protégée par la diode de dérivation à soumettre à l'essai.

4.3 Préparation de l'éprouvette

Il convient que l'éprouvette soit le module réel ou un échantillon particulier dont la construction est identique au module réel.

Pour procéder à l'essai à l'aide d'une enceinte thermique de taille raisonnable, des échantillons particuliers peuvent être utilisés.

Un échantillon particulier est une boîte de jonction contenant les diodes de dérivation fixées par un ruban adhésif sur un substrat en verre laminé adapté avec une face arrière afin de simuler le module réel.

Étant donné que l'occurrence d'un emballement thermique dépend du refroidissement de la diode de dérivation, l'essai doit être réalisé avec la diode montée de la même manière que dans le module réel. L'échantillon particulier peut être fourni par le fabricant du module ou de la boîte de jonction.

Si un véritable module est utilisé, il convient que les chaînes de cellules soient déconnectées électriquement des diodes de dérivation.

L'éprouvette doit être munie de câbles de connexion pour le module d'essai.

Pour mesurer T_{lead} et la tension de chaque diode de dérivation, les connexions des fils de connexion et des couples thermoélectriques doivent être fournies avec l'éprouvette (voir la Figure 2).

Il convient de monter le couple thermoélectrique sur la sortie cathodique aussi proche que possible du corps de la diode.

Il convient de veiller à réduire le plus possible toute modification des propriétés de la diode ou de son trajet d'échange thermique.

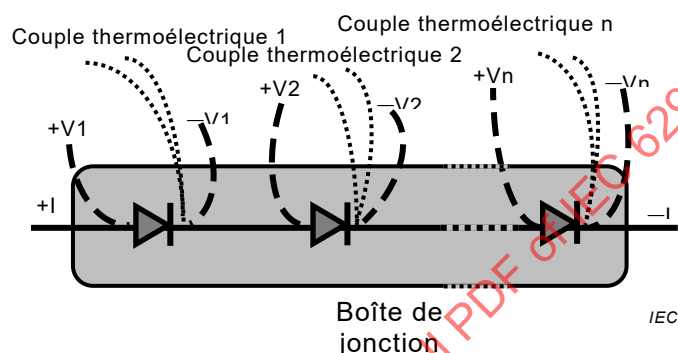


Figure 2 – Circuit de mesure de T_{lead} et de la tension directe

4.4 Matériel d'essai

- Enceinte pour chauffer le module à une température de $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$.
- Moyens de surveillance de la température de l'enceinte à $\pm 2,0 ^\circ\text{C}$ avec une répétabilité de $\pm 0,5 ^\circ\text{C}$.
- Couples thermoélectriques et moyens d'enregistrer la valeur T_{lead} de l'éprouvette à $\pm 1 ^\circ\text{C}$.
Un couple thermoélectrique de type T couramment utilisé (cuivre-constantan) avec joint de soudage est admis pour cet essai. Toutefois, il présente des limites, car la température maximale mesurable est comprise entre $200 ^\circ\text{C}$ et $250 ^\circ\text{C}$, ce qui est au-dessus de la température observée T_C (température critique). En cas d'emballement thermique, la température est susceptible de dépasser les limites du couple thermoélectrique, mais en mesurant la circulation de courant inverse dans la diode, les effets du phénomène d'emballement thermique seront toujours pris en compte.
- Moyens d'application du courant direct spécifié en 4.2 b). Moyens de surveillance du courant direct qui traverse le module et de la tension directe de la diode sélectionnée pour l'essai, tout au long de l'essai.
- Moyens d'application de la tension de polarisation inverse spécifiée en 4.2 c) à la diode de dérivation avec la capacité de fournir le courant égal à $1,25 \times I_{\text{SC}}$ du module d'essai sous la tension inverse spécifiée. Moyens de mesure du courant de fuite et de la tension inverse de la diode de dérivation.
- Moyens pour effectuer la commutation rapide (dans les 10 ms) entre l'injection de courant direct et l'application de la tension de polarisation inverse, comme illustré dans le circuit d'essai de la Figure 3 et de la Figure 4.

Le matériel doit être conçu de manière à éviter les crêtes de tension préjudiciables.

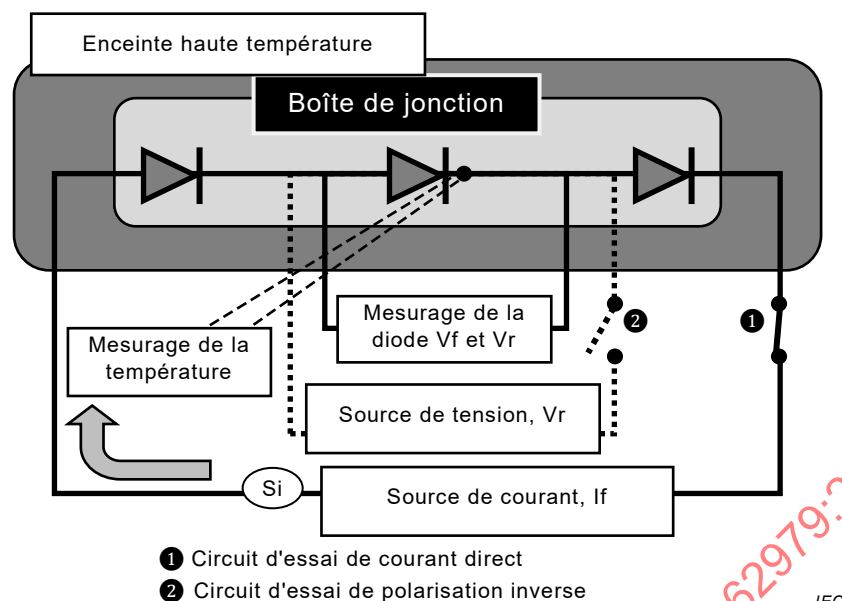


Figure 3 – Circuit de circulation d'un courant direct jusqu'à la diode de dérivation

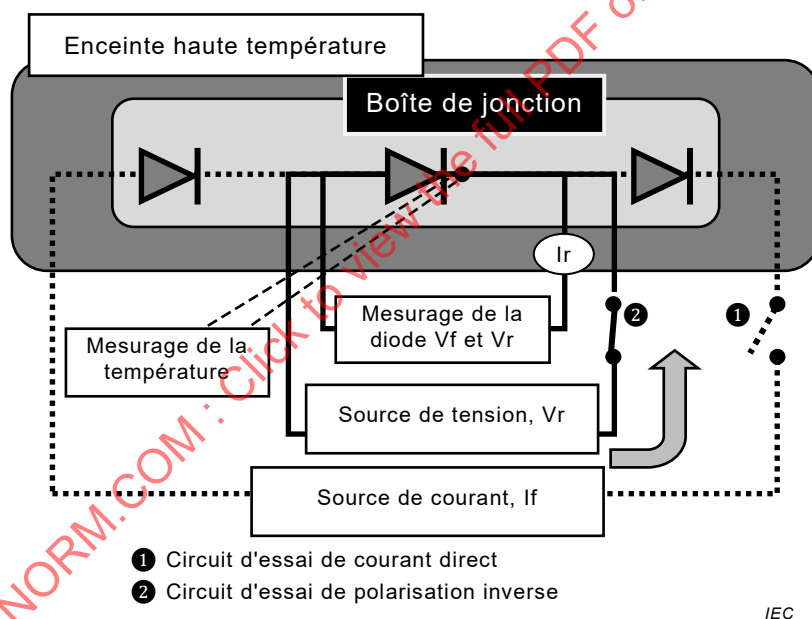


Figure 4 – Circuit d'application d'une tension de polarisation inverse jusqu'à la diode de dérivation

4.5 Procédure d'essai

- Pour obtenir les caractéristiques initiales de la diode de dérivation et vérifier que la diode de dérivation fonctionne correctement, mesurer les caractéristiques inverses, y compris le courant inverse à la tension inverse spécifiée en 4.2 c) à la température ambiante (25 ± 5) °C.
- Pour choisir la diode de dérivation à soumettre à l'essai, appliquer le courant direct spécifié (4.2 b) à toutes les diodes de dérivation en série dans l'éprouvette à (25 ± 5) °C. Choisir la diode de dérivation dont la température est la plus élevée. Si les diodes sont montées ailleurs (dans le stratifié, par exemple), il convient de soumettre à l'essai la diode de dérivation dont la température est la plus élevée.
- Après avoir placé les éprouvettes avec le matériel de mesure et de surveillance nécessaire dans l'enceinte d'essai, les chauffer jusqu'à la température initiale du module indiquée en 4.2 a).