

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –
Part 34: Power cycling**

**Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques –
Partie 34: Cycles en puissance**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60749-34

Edition 2.0 2010-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –
Part 34: Power cycling**

**Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques –
Partie 34: Cycles en puissance**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.080.01

ISBN 978-2-88912-232-5

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope and object.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Test apparatus	6
5 Procedure	7
6 Test conditions	7
7 Precautions	8
8 Measurements.....	9
9 Failure criteria	9
10 Summary.....	9
Bibliography.....	10
Figure 1 – Typical load power P and temperature cycle test condition 2.....	8
Table 1 – Test conditions.....	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –****Part 34: Power cycling**

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 60749-34 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2004 and constitutes a technical revision. The significant changes with respect from the previous edition include:

- the specification of tighter conditions for more accelerated power cycling in the wire bond fatigue mode;
- information that under harsh power cycling conditions high current densities in a thin die metalization might initiate electromigration effects close to wire bonds.

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

FDIS	Report on voting
47/2068/FDIS	47/2079/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60749 series, under the general title *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://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.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 34: Power cycling

1 Scope and object

This part of IEC 60749 describes a test method used to determine the resistance of a semiconductor device to thermal and mechanical stresses due to cycling the power dissipation of the internal semiconductor die and internal connectors. This happens when low-voltage operating biases for forward conduction (load currents) are periodically applied and removed, causing rapid changes of temperature. The power cycling test is intended to simulate typical applications in power electronics and is complementary to high temperature operating life (see IEC 60749-23). Exposure to this test may not induce the same failure mechanisms as exposure to air-to-air temperature cycling, or to rapid change of temperature using the two-fluid-baths method. This test causes wear-out and is considered destructive.

NOTE It is not the intention of this specification to provide prediction models for lifetime evaluation.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60747-1:2006, *Semiconductor devices – Part 1: General*

IEC 60747-2:2000, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 2: Rectifier diodes*

IEC 60747-6:2000, *Semiconductor devices – Part 6: Thyristors*

IEC 60749-3, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 3: External visual examination*

IEC 60749-23, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 23: High temperature operating life*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document the following terms and definitions apply.

NOTE Further terms and definitions concerning semi-conductor devices are contained in the IEC 60747 and IEC 60748 series.

3.1

load current

current to which the devices are subjected to produce power loss P

3.2

case temperature

T_c

temperature of the base of the device under test facing the heat sink

3.3 sink temperature

T_s

temperature of the heat sink measured in close proximity to the device under test

3.4 junction temperature excursion

ΔT_{vj}

difference between maximum and minimum virtual junction temperature of the device under test during one power cycle

3.5 case temperature excursion

ΔT_c

difference between maximum and minimum case temperature during one power cycle

3.6 on-time

time interval while device under test is conducting load current

3.7 power loss

P

power dissipation of the devices under test as calculated from current waveform during on-time and from characteristic data in the procurement documents

3.8 off-time

time interval for cooling down

3.9 cycle period

sum of on-time and off-time

4 Test apparatus

The apparatus required for this test shall consist of heat sinking for a group of devices or alternatively for each individual device under test with the purpose of dissipating the forward conduction losses and of controlling on- and off-times. The heat sinking can be selected from natural or forced air convection or liquid cooling. Pre-selected temperature excursions of the device ground plates and of the die junctions, as well as on- and off-times determine heat sinking set-up and parameters.

Sockets or other mounting means shall be provided so that reliable electrical contact can be made without excessive heat transfer to the device terminals. Power supplies shall be capable of maintaining the specified operating conditions throughout the testing period despite normal variations in line voltage or ambient temperatures. On- and off-switching of load currents should be provided by the test circuit independent of any (gate-) control functions of the devices under test. On- and off-times (cycle period) shall be controlled by monitoring either heat sink T_s or case temperature T_c . Alternatively, the cycle period can also be controlled by fixed time settings, if appropriate.

The test circuit should also be designed so that the existence of abnormal or failed devices does not alter the specified conditions for other units on test (e.g. the latter might be accomplished by exchanging defective units with new ones). Care should be taken to avoid possible damage from transient voltage spikes or other conditions that might result in electrical, thermal or mechanical overstress.

5 Procedure

When special mounting or heat sinking is required, the details shall be specified in the applicable procurement documents. Load current and waveforms shall be selected close to the preferred application of the devices under test, as outlined below.

Rectifier devices such as diodes or SCRs that are normally used as a.c. lines converters should be connected to 50 Hz or 60 Hz a.c. power supplies; bridge rectifiers should be operated as such, i.e. a.c. line voltages applied to the a.c. input terminals and output terminals shorted via shunt resistors to monitor load current.

MOS-controlled devices such as power MOSFETs or IGBTs should be connected to d.c. power supplies.

Modules with multiple functions can be operated stepwise and separate according to their internal circuits.

Gate-controllable devices such as SCRs, IGBTs and MOSFETs should be set into a continuous forward conductive state by appropriate gate controls throughout the entire test duration.

The power should be applied and suitable checks made to assure that all devices are properly biased. During the test, the power applied to the devices shall be alternately cycled as given in Table 1, unless otherwise specified in the relevant specification. The devices shall concurrently be cycled between temperature extremes for the specified number of cycles.

The power cycling test shall be continuous except when parts are removed from the test fixtures for interim electrical measurements. If the test is interrupted as a result of device, power or equipment failure, the test shall restart from the point of stoppage.

6 Test conditions

The test condition shall be selected from those outlined in Table 1. The relationship of on-time to off-time shall be the same for all devices under test. It is sufficient that T_s or T_c is monitored closely below the centre of one device under test, provided that load and heat sinking conditions are properly controlled for all other devices.

Junction temperatures T_{vj} , junction temperature excursions ΔT_{vj} and case temperature excursions ΔT_c , shall be kept within the same range for all devices, as given in Table 1 below. Off-time shall be adjusted until T_{vj} has approached T_c within ${}^{+5}_0$ °C before a new cycle starts, as illustrated in Figure 1.

Junction temperatures T_{vj} (and case temperatures T_c if applicable) shall be calculated from the given thermal impedances in the applicable procurement documents and from the power loss P of the devices under test, taking into account load current waveforms.

The number of cycles N_c to be performed shall be selected in integer multiples of

- 100 000 for test condition 1,
- 1 000 for test conditions 2 and 3.

No minimum requirements for N_c are defined since this figure is very dependent on the application; N_c might be millions of cycles in traction applications under test condition 1.

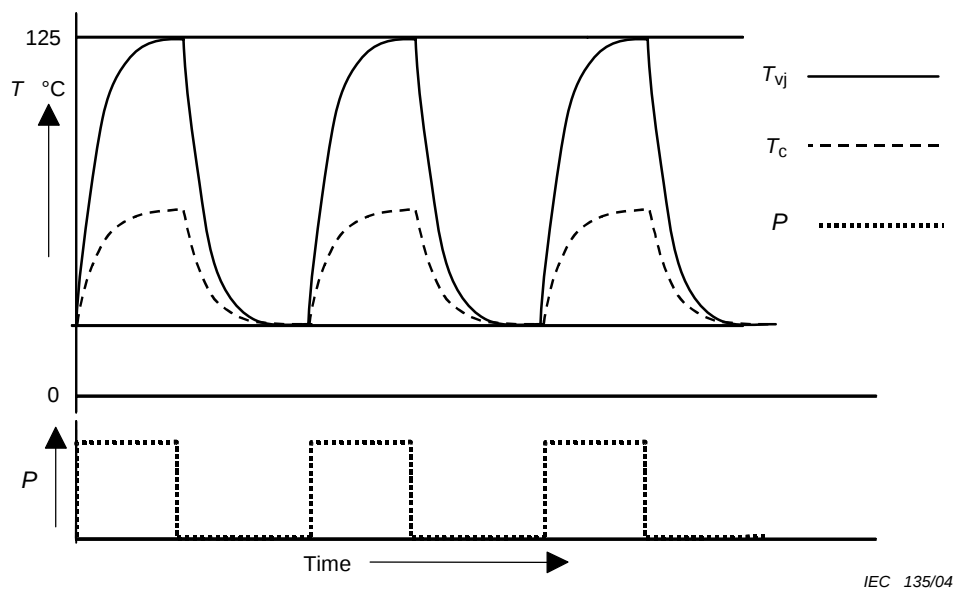
Table 1 – Test conditions

Test condition	Temperature extremes		Cycle period	ΔT_{vj} °C	Example of failure mode
	ΔT_c °C	T_{vj} °C			
1a	< 30 ^a	45 (±5) to 125 ($\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$)	1 s to 15 s	60 ± 5	Sensitive to wire bond fatigue ^b
1b		45 (±5) to 150 ($\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$)		80 ± 5	
2	50 (±20)	45 (±5) to 125 ($\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$)	1 min to 15 min	75 ± 5	Sensitive to soft solder ^c and wire bond fatigue
3	60 (±20)	45 (±5) to 150 ($\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$)		95 ± 5	

^a ΔT_c might be very small because the device is normally operated in transient regime during short cycling.

^b See [1]¹. Under harsh power cycling conditions high current densities in a thin die metalization might initiate electromigration effects close to wire bonds.

^c See [2].



IEC 135/04

Figure 1 – Typical load power P and temperature cycle test condition 2

7 Precautions

Load currents and total power loss shall not exceed specified maximum values per device. The circuit should be structured so that the maximum rated case or junction temperatures shall not be exceeded. Precautions should be taken to avoid electrical damage and thermal runaway. The test set-up should be monitored initially and at the conclusion of a test interval to establish that all devices are being stressed to the specified requirements. Deviations shall be corrected after initial monitoring to assure the validity of the qualification data.

¹) Figures in square brackets refer to the Bibliography.

8 Measurements

The electrical measurements and visual inspections shall be made at intervals in accordance with the relevant specification.

9 Failure criteria

After exposure to the test, or during the course of the test, a device shall be defined as a failure, if failure-defining characteristics exceed the limits given in 7.2 of IEC 60747-1:2006, with further reference to Table 2 of IEC 60747-2:2000 and Table 3 of IEC 60747-6:2000. Mechanical damage, such as cracking, chipping or breaking of the package (as defined in IEC 60749-3) shall be considered a failure, provided that fixing or handling did not induce such damage.

10 Summary

The following details shall be specified in the relevant specification:

- a) special mounting if applicable (see Clause 5);
- b) test conditions from Table 1;
- c) load current and shape of current (see Clause 7);
- d) switch-on time, switch-off time or cycle time, respectively (see Clause 6);
- e) number of power cycles to be performed (see Clause 6);
- f) for qualification testing, sample size and quality level;
- g) interim measurement intervals, when required;
- h) electrical measurements (see Clause 8);
- i) visual inspection (see Clause 9).

Bibliography

- [1] HELD, M. et al. Fast power cycling test for insulated gate bipolar transistor modules in traction application. *International Journal of Electronics*, 1999, Vol. 86, No. 10, p.1193 – 1204
 - [2] NORRIS, K.C., and LANDZBERG, A.H. Reliability of controlled collapse interconnections. *IBM J. Res. Devel.*, Vol. 13, p. 266-271, 1969
 - [3] IEC 60747 (all parts), *Semiconductor devices*
 - [4] IEC 60748 (all parts), *Semiconductor devices – Integrated circuits*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	13
1 Domaine d'application et objet.....	15
2 Références normatives.....	15
3 Termes et définitions.....	15
4 Appareillage d'essai.....	16
5 Procédure.....	17
6 Conditions d'essai.....	17
7 Précautions.....	19
8 Mesures.....	19
9 Critères de défaillance.....	19
10 Résumé.....	19
Bibliographie.....	21
Figure 1 – Puissance de charge type P et condition d'essai de cycles de température 2.....	19
Tableau 1 – Conditions d'essai.....	18

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –
MÉTHODES D'ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES –****Part 34: Cycles en puissance****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60749-34 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition parue en 2004 et constitue une révision technique. Les modifications importantes par rapport à l'édition antérieure comprennent:

- la spécification des conditions serrées pour des cycles en puissances plus accélérés dans le mode de fatigue de soudure de fil;
- des informations indiquant que dans des conditions d'itérations de puissance sévères, des densités de courant élevées dans une métallisation en couche mince de la puce peuvent déclencher des effets d'électromigration à proximité des fils de connexion.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2068/FDIS	47/2079/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60749, regroupées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://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.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – MÉTHODES D'ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES –

Part 34: Cycles en puissance

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60749 décrit une méthode d'essai utilisée pour déterminer la résistance d'un dispositif à semiconducteurs aux contraintes thermiques et mécaniques du fait de la dissipation de puissance de la puce à semiconducteur interne et des connecteurs internes. Cela se produit lorsque des polarisations de fonctionnement à basse tension pour la conduction avant (courants de charge) sont périodiquement appliquées et enlevées en causant des variations rapides de température. L'essai de cycles de puissance est destiné à simuler des applications types en électronique de puissance, et est complémentaire à la durée de vie en fonctionnement à haute température (voir CEI 60749-23). L'exposition à cet essai peut ne pas induire les mêmes mécanismes de défaillances que l'exposition aux cycles de température de l'air-air ou à un changement rapide de température utilisant la méthode du bain à deux fluides. Cet essai provoque une usure et est considéré comme destructif.

NOTE La présente spécification n'a pas pour but de fournir des modèles de prédiction pour l'évaluation de la durée de vie.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60747-1:2006, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Partie 1: Généralités*

CEI 60747-2:2000, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Partie 2: Diodes de redressement*

CEI 60747-6:2000, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 6: Thyristors*

CEI 60749-3, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 3: Examen visuel externe*

CEI 60749-23, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 23: Durée de vie en fonctionnement à haute température*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

NOTE D'autres termes et définitions concernant les dispositifs à semiconducteurs sont contenus dans les séries CEI 60747 et CEI 60748.

3.1

courant de charge

courant auquel sont soumis les dispositifs pour produire la perte de puissance P

3.2**température de boîtier** T_c

température de la base du dispositif en essai faisant face au radiateur

3.3**température du radiateur** T_s

température du radiateur mesurée à grande proximité du dispositif en essai

3.4**amplitude en température de jonction** ΔT_{vj}

différence entre la température de jonction virtuelle maximale et minimale du dispositif en essai pendant un cycle de puissance

3.5**amplitude en température de boîtier** ΔT_c

différence entre la température de boîtier maximale et minimale pendant un cycle de puissance

3.6**temps à l'état passant**

intervalle de temps pendant lequel un dispositif en essai conduit un courant de charge

3.7**perte de puissance** P

dissipation de puissance des dispositifs en essai calculée à partir de la forme d'onde de courant pendant la durée de marche et à partir des données caractéristiques dans les documents d'approvisionnement

3.8**temps à l'état de coupure**

intervalle de temps pour le refroidissement

3.9**période de cycle**

somme de la durée de marche et de la durée d'arrêt

4 Appareillage d'essai

L'appareillage exigé pour cet essai doit comprendre une dissipation thermique pour un groupe de dispositifs ou alternativement pour chaque dispositif individuel en essai dans le but de dissiper les pertes de conduction directe et de commander les temps à l'état passant et à l'état de coupure. La dissipation thermique peut être sélectionnée à partir de la convection à air naturelle ou forcée ou bien du refroidissement par liquide. Les amplitudes en température présélectionnées des plaques de terre de dispositif des jonctions de puce, ainsi que les temps à l'état passant et de coupure déterminent le montage et les paramètres de la dissipation thermique.

Les supports ou autres moyens de montage doivent être prévus de sorte qu'un contact électrique fiable puisse être effectué sans échange thermique excessif aux bornes de dispositifs. Les alimentations doivent être capables de maintenir les conditions de fonctionnement spécifiées tout au long de la période d'essai malgré les variations normales de la tension de ligne ou des températures ambiantes. Il convient que la commutation à l'état passant et à l'état de coupure des courants de charge soit fournie par le circuit d'essai

indépendant de toutes fonctions de contrôle par gâchette des dispositifs en essai. Les temps à l'état passant et à l'état de coupure (période de cycle) doivent être contrôlés en surveillant soit le radiateur T_s soit la température de boîtier T_c . En variante, la période de cycle peut également être contrôlée par des réglages à temps fixes si appropriés.

Il convient que le circuit d'essai soit également conçu de sorte que l'existence de dispositifs anormaux ou défaillants ne modifie pas les conditions spécifiées pour d'autres unités en essai (par exemple, ce dernier pourrait être accompli en échangeant des unités défectueuses par de nouvelles unités). Il convient de veiller à éviter des dommages éventuels provenant de pointes de tension transitoire ou d'autres conditions qui pourraient entraîner une contrainte excessive électrique, thermique ou mécanique.

5 Procédure

Lorsqu'un montage spécial ou une dissipation thermique est exigé, les détails doivent être spécifiés dans les documents d'approvisionnement applicables. Il convient que le courant de charge et les formes d'onde soient sélectionnés près de l'application préférentielle des dispositifs en essai, comme indiqué ci-après.

Il convient que les dispositifs de redressement tels que les diodes ou SCR qui sont normalement utilisés comme convertisseurs de ligne à courant alternatif soient connectés à des alimentations à courant alternatif 50 Hz ou 60 Hz; il convient que des redresseurs en pont soient mis en fonctionnement en tant que tel, c'est-à-dire des tensions de ligne à courant alternatif appliquées aux bornes d'entrée à courant alternatif et aux bornes de sortie court-circuitées par des résistances shunt pour surveiller le courant de charge.

Il convient que les dispositifs à commande MOS tels que les MOSFET ou IGBT de puissance soit connectés aux alimentations à courant continu.

Les modules à fonctions multiples pourraient être mis en fonctionnement par étapes et séparés selon leurs circuits internes.

Il convient que les dispositifs à commande par porte tels que les SCR, IGBT et MOSFET soient réglés dans un état conducteur direct continu par les commandes par portes appropriées pendant toute la durée de l'essai.

Il convient que la puissance soit appliquée et des vérifications adéquates effectuées pour s'assurer que tous les dispositifs sont convenablement polarisés. Pendant l'essai, la puissance doit être appliquée aux dispositifs selon des cycles alternatifs comme indiqué au Tableau 1 sauf spécification contraire dans la spécification applicable. Les dispositifs doivent subir les cycles aux températures extrêmes selon le nombre spécifié de cycles.

L'essai de cycle en puissance doit être continu sauf lorsque les parties sont enlevées des dispositifs d'essai pour les mesures électriques intermédiaires. Si l'essai est interrompu sous l'effet d'une défaillance de dispositif, de puissance ou d'équipement, l'essai peut redémarrer à partir du point d'interruption.

6 Conditions d'essai

Les conditions d'essai doivent être choisies parmi celles indiquées dans le Tableau 1. La relation du temps à l'état passant par rapport à l'état de coupure doit être la même pour tous les dispositifs en essai. Il suffit que T_s ou T_c soit surveillé de près en dessous du centre d'un dispositif en essai à condition que les conditions de charge et de dissipation thermique soient contrôlées de façon appropriée pour tous les autres dispositifs:

Les températures de jonction T_{vj} , les amplitudes en températures de jonction ΔT_{vj} ainsi que amplitudes en températures de boîtier ΔT_c , doivent être maintenues dans la même plage pour

tous les dispositifs, comme indiqué dans le Tableau 1 ci-dessous. Le temps à l'état de coupure doit être réglé avant que T_{vj} n'ait approché T_c à $+5^\circ\text{C}$ près préalablement au début d'un nouveau cycle comme l'illustre la Figure 1.

Les températures de jonction T_{vj} (et les températures de boîtier T_c , si applicables) doivent être calculées à partir des impédances thermiques données dans les documents d'approvisionnement applicables et de la perte de puissance P des dispositifs en essai en prenant en compte les formes d'onde de courant de charge.

Le nombre de cycles N_c à réaliser doit être sélectionné en multiples entiers de

100 000 pour la condition d'essai 1,

1 000 pour les conditions d'essai 2 et 3.

Aucune exigence minimale pour N_c n'est définie étant donné que ce chiffre dépend dans une grande mesure de l'application; N_c pourrait représenter des millions de cycles en applications de traction sous la condition d'essai 1.

Tableau 1 – Conditions d'essai

Conditions d'essai	Extrêmes de température		Période de cycle	ΔT_{vj} °C	Exemple de défaillance
	ΔT_c °C	T_{vj} °C			
1a	< 30 ^a	45 (±5) à 125 ($_{-10}^0$)	1 s à 15 s	60 ± 5	Sensible à la fatigue de soudure de fil ^b
1b		45 (±5) à 150 ($_{-10}^0$)		80 ± 5	
2	50 (±20)	45 (±5) à 125 ($_{-10}^0$)	1 min à 15 min	75 ± 5	Sensible au brasage tendre ^c et à la fatigue de soudure de fil
3	60 (±20)	45 (±5) à 150 ($_{-10}^0$)		95 ± 5	

^a ΔT_c pourrait être très petit du fait que le dispositif est normalement mis en fonctionnement en régime transitoire pendant des cycles courts.

^b Voir [1]¹. Dans des conditions d'itérations de puissance sévères, les densités de courant élevées dans une métallisation en couche mince de la puce peuvent déclencher des effets d'électromigration à proximité des fils de connexion.

^c Voir [2].

¹ Les chiffres entre crochets font références à la bibliographie.

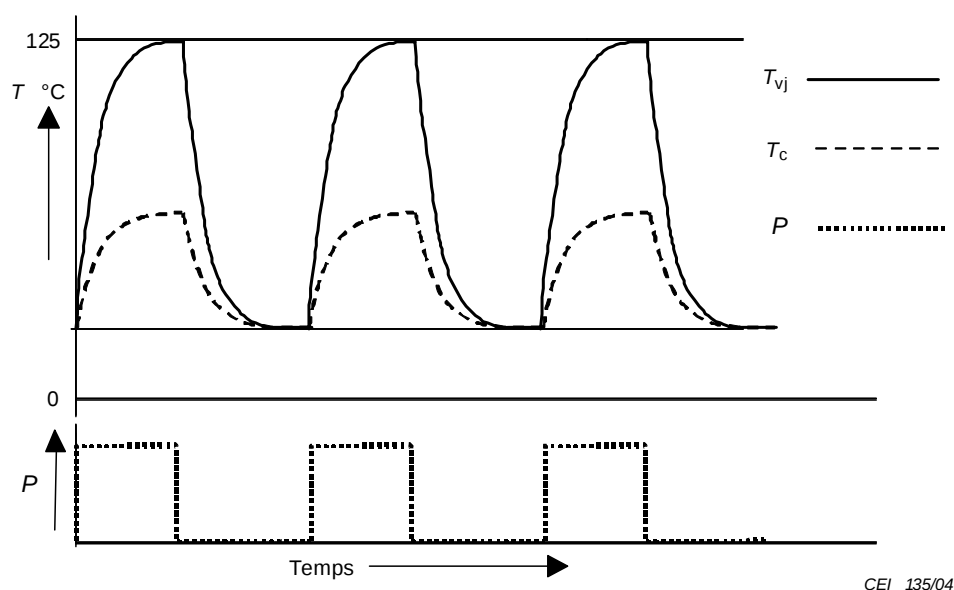


Figure 1 – Puissance de charge type P et condition d'essai de cycles de température 2

7 Précautions

Les courants de charge et la perte de puissance totale ne doivent pas dépasser les valeurs maximales spécifiées par dispositif. Il convient que le circuit soit structuré de sorte que les températures maximales assignées de boîtier ou de jonction ne soient pas dépassées. Il convient de prendre des précautions pour éviter des dommages électriques et un emballement thermique. Il convient que le montage d'essai soit surveillé initialement et à l'issue d'un intervalle d'essai pour établir que tous les dispositifs sont sous contrainte par rapport aux exigences spécifiées. Les écarts doivent être corrigés après la surveillance initiale pour assurer la validité des données de qualification.

8 Mesures

Les mesures électriques et les examens visuels doivent être effectués selon des intervalles correspondant à la spécification applicable.

9 Critères de défaillance

Après exposition à l'essai ou au cours de l'essai, un dispositif doit être défini comme constituant une défaillance si les caractéristiques de définition de défaillance dépassent les limites données au Paragraphe 7.2 de la CEI 60747-1:2006, en se référant également au Tableau 2 de la CEI 60747-2:2000 et au Tableau 3 de la CEI 60747-6:2000. Les dommages mécaniques tels que les craquelures, l'éclatement ou la cassure du boîtier (définis dans la CEI 60749-3) doivent être considérés comme une défaillance, à condition que la fixation ou la manipulation n'induisse pas de tels dommages.

10 Résumé

Les détails suivants doivent être spécifiés dans la spécification applicable:

- montage spécial, si applicable (voir Article 5);
- conditions d'essai selon Tableau 1;
- courant de charge et forme de courant (voir Article 7);

- d) temps à l'état passant, temps à l'état de coupure ou durée de cycle respectivement (voir Article 6);
- e) nombre de cycles en puissance à réaliser (voir Article 6);
- f) pour les essais de qualification, le nombre d'échantillons et le niveau de qualité;
- g) intervalles de mesures intermédiaires, lorsque c'est nécessaire;
- h) mesures électriques (voir Article 8);
- i) inspection visuelle (voir Article 9).

Bibliographie

- [1] HELD, M. et al. Fast power cycling test for insulated gate bipolar transistor modules in traction application. *International Journal of Electronics*, 1999, Vol. 86, No. 10, p.1193 – 1204
 - [2] NORRIS, K.C., and LANDZBERG, A.H. Reliability of controlled collapse interconnections. *IBM J. Res. Devel.*, Vol. 13, p. 266-271, 1969
 - [3] CEI 60747 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés*
 - [4] CEI 60748 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés*
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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