



IEC 60749-18

Edition 2.0 2019-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –
Part 18: Ionizing radiation (total dose)**

**Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d’essais mécaniques et climatiques –
Partie 18: Rayonnements ionisants (dose totale)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.01

ISBN 978-2-8322-6755-4

**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

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Test apparatus	8
4.1 Choice of apparatus	8
4.2 Radiation source	8
4.3 Dosimetry system	8
4.4 Electrical test instruments	8
4.5 Test circuit board(s)	8
4.6 Cabling	9
4.7 Interconnect or switching system	9
4.8 Environmental chamber	9
4.9 Irradiation temperature chamber	9
5 Procedure	9
5.1 Test plan	9
5.2 Sample selection and handling	9
5.3 Burn-in	10
5.4 Dosimetry measurements	10
5.5 Lead/aluminium (Pb/Al) container	10
5.6 Radiation level(s)	10
5.7 Radiation dose rate	10
5.7.1 Radiation dose rate determination	10
5.7.2 Condition A	11
5.7.3 Condition B	11
5.7.4 Condition C	11
5.7.5 Condition D	11
5.7.6 Condition E	11
5.8 Temperature requirements	11
5.8.1 Room temperature radiation	11
5.8.2 Elevated temperature irradiation	11
5.8.3 Cryogenic temperature irradiation	12
5.9 Electrical performance measurements	12
5.10 Test conditions	12
5.10.1 Choice of test conditions	12
5.10.2 In-flux testing	12
5.10.3 Remote testing	12
5.10.4 Bias and loading conditions	13
5.11 Post-irradiation procedure	13
5.12 Extended room temperature annealing test	14
5.12.1 Choice of annealing test	14
5.12.2 Need to perform an extended room temperature annealing test	14
5.12.3 Extended room temperature annealing test procedure	14
5.13 MOS accelerated annealing test	15
5.13.1 Choice of MOS accelerated annealing test	15

- 5.13.2 Need to perform accelerated annealing test..... 15
- 5.13.3 Accelerated annealing test procedure 16
- 5.14 Test procedure for bipolar and BiCMOS linear or mixed signal devices with intended application dose rates less than 0,5 Gy(Si)/s 16
 - 5.14.1 Need to perform ELDRS testing 16
 - 5.14.2 Determination of whether a part exhibits ELDRS..... 17
 - 5.14.3 Characterization of ELDRS parts to determine the irradiation conditions for production or lot acceptance testing 17
 - 5.14.4 Low dose rate or elevated temperature irradiation test for bipolar or BiCMOS linear or mixed-signal devices 18
- 5.15 Test report 18
- 6 Summary 18
- Bibliography..... 21

Figure 1 – Flow diagram for ionizing radiation test procedure for MOS and digital bipolar devices..... 19

Figure 2 – Flow diagram for ionizing radiation test procedure for bipolar (or BiCMOS) linear or mixed-signal devices..... 20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –****Part 18: Ionizing radiation (total dose)****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 60749-18 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) updates to subclauses to better align the test method with MIL-STD 883J, method 1019, including the use of enhanced low dose rate sensitivity (ELDRS) testing;
- b) addition of a Bibliography, which includes ASTM standards relevant to this test method.

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

FDIS	Report on voting
47/2539/FDIS	47/2554/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60749 series, published 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 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.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 18: Ionizing radiation (total dose)

1 Scope

This part of IEC 60749 provides a test procedure for defining requirements for testing packaged semiconductor integrated circuits and discrete semiconductor devices for ionizing radiation (total dose) effects from a cobalt-60 (^{60}Co) gamma ray source. Other suitable radiation sources can be used.

There are four tests presented in this procedure:

- a) a standard room temperature irradiation test;
- b) an irradiation at elevated temperature/cryogenic temperature test;
- c) an accelerated annealing test;
- d) an enhanced low dose rate sensitivity (ELDRS) test.

The accelerated annealing test estimates how dose rate ionizing radiation effects on devices is important for low dose rate or certain other applications in which devices can exhibit significant time-dependent effects. The ELDRS test determines if devices with bipolar linear components exhibit sensitivity to enhanced radiation-induced damage at low dose rates.

This document addresses only steady-state irradiations, and is not applicable to pulse type irradiations.

It is intended for military- and aerospace-related applications.

This document can produce severe degradation of the electrical properties of irradiated devices and thus is considered a destructive test.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Termes et définitions	26
4 Appareillage d'essai	28
4.1 Choix de l'appareillage	28
4.2 Source de rayonnements	28
4.3 Système dosimétrique	28
4.4 Appareils de mesure pour essais électriques	28
4.5 Carte(s) de circuit d'essai	28
4.6 Câblage	29
4.7 Interconnexion ou système de commutation	29
4.8 Enceinte climatique	29
4.9 Enceinte climatique d'irradiation	29
5 Procédure	30
5.1 Plan d'essai	30
5.2 Choix et manipulation de l'échantillon	30
5.3 Vieillessement artificiel à chaud	30
5.4 Mesures dosimétriques	30
5.5 Conteneur en plomb/aluminium (Pb/Al)	31
5.6 Niveau(x) de rayonnements	31
5.7 Débit de dose de rayonnements	31
5.7.1 Détermination du débit de dose de rayonnements	31
5.7.2 Condition A	31
5.7.3 Condition B	31
5.7.4 Condition C	32
5.7.5 Condition D	32
5.7.6 Condition E	32
5.8 Exigences de température	32
5.8.1 Rayonnements à température ambiante	32
5.8.2 Irradiation à température élevée	32
5.8.3 Irradiation à température cryogénique	32
5.9 Mesures des performances électriques	33
5.10 Conditions d'essai	33
5.10.1 Choix des conditions d'essai	33
5.10.2 Essais en flux	33
5.10.3 Essais à distance	33
5.10.4 Conditions de polarisation et de charge	34
5.11 Procédure après irradiation	34
5.12 Essai de recuit étendu à température ambiante	35
5.12.1 Choix de l'essai de recuit	35
5.12.2 Nécessité de réaliser un essai de recuit étendu à température ambiante	35
5.12.3 Procédure d'essai de recuit étendu à température ambiante	36
5.13 Essai de recuit accéléré MOS	36
5.13.1 Choix de l'essai de recuit accéléré MOS	36
5.13.2 Nécessité de réaliser un essai de recuit accéléré	36

5.13.3	Procédure pour l'essai de recuit accéléré	37
5.14	Procédure d'essai pour les dispositifs linéaires bipolaires ou BiCMOS, ou les dispositifs à signaux mixtes, avec des débits de dose inférieurs à 0,5 Gy(Si)/s pour l'application prévue	38
5.14.1	Nécessité de réaliser les essais ELDRS	38
5.14.2	Détermination de l'ELDRS d'une pièce	38
5.14.3	Caractérisation des pièces ELDRS afin de déterminer les conditions d'irradiation pour les essais de production ou d'acceptation de lots	39
5.14.4	Essai d'irradiation à faible débit de dose ou à température élevée pour les dispositifs linéaires bipolaires ou BiCMOS, ou les dispositifs à signaux mixtes.....	39
5.15	Rapport d'essai.....	40
6	Résumé.....	40
	Bibliographie.....	44

Figure 1 – Schéma de principe de la procédure de l'essai aux rayonnements ionisants pour les dispositifs MOS et les dispositifs bipolaires numériques 42

Figure 2 – Schéma de principe de la procédure de l'essai aux rayonnements ionisants pour les dispositifs linéaires bipolaires (ou BiCMOS) ou les dispositifs à signaux mixtes..... 43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 18: Rayonnements ionisants (dose totale)

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 60749-18 a été établie par le comité technique 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) mises à jour apportées aux paragraphes afin de mieux aligner la méthode d'essai avec la méthode 1 019 du document MIL-STD 883J, comprenant l'utilisation de l'essai de sensibilité accrue au faible débit de dose (ELDRS);

- b) ajout d'une bibliographie, comprenant les normes ASTM correspondant à la présente méthode d'essai.

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

FDIS	Rapport de vote
47/2539/FDIS	47/2554/RVD

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

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

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

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

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

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

Partie 18: Rayonnements ionisants (dose totale)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60749 présente une procédure d'essai permettant de définir les exigences pour soumettre à essai des circuits intégrés à semiconducteurs sous boîtier et des dispositifs discrets à semiconducteurs, concernant les effets des rayonnements ionisants (dose totale) provenant d'une source de rayons gamma au cobalt-60 (^{60}Co). D'autres sources de rayonnements appropriées peuvent être utilisées.

Quatre essais sont présentés dans cette procédure:

- a) un essai d'irradiation à température ambiante normale;
- b) un essai d'irradiation à température élevée/à température cryogénique;
- c) un essai de recuit accéléré;
- d) un essai de sensibilité accrue au faible débit de dose (ELDRS).

L'essai de recuit accéléré évalue l'importance des effets du débit de dose des rayonnements ionisants sur les dispositifs pour les faibles débits de dose, ou certaines autres applications dans lesquelles les dispositifs peuvent présenter des effets liés au temps qui sont significatifs. L'essai ELDRS détermine si les dispositifs intégrant des dipôles linéaires présentent une sensibilité aux dommages accrus liés aux rayonnements, à de faibles débits de dose.

Le présent document ne concerne que les irradiations continues et ne s'applique pas aux irradiations pulsées.

Il est destiné aux applications des domaines militaire et aérospatial.

Le présent document peut être à l'origine d'une dégradation importante des propriétés électriques des dispositifs irradiés et est par conséquent considéré comme un essai destructif.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.