

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –
Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model
(HBM)**

**Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques –
Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle du
corps humain (HBM)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.080.01

ISBN 978-2-83220-746-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Apparatus and required equipment.....	9
4.1 Waveform verification equipment.....	9
4.2 Oscilloscope.....	10
4.3 Additional requirements for digital oscilloscopes.....	10
4.4 Current transducer (inductive current probe)	10
4.5 Evaluation loads.....	10
4.6 Human body model simulator	10
4.7 HBM test equipment parasitic properties	11
5 Stress test equipment qualification and routine verification.....	11
5.1 Overview of required HBM tester evaluations	11
5.2 Measurement procedures	11
5.2.1 Reference pin pair determination	11
5.2.2 Waveform capture with current probe	12
5.2.3 Determination of waveform parameters.....	12
5.2.4 High voltage discharge path test.....	15
5.3 HBM tester qualification	15
5.3.1 HBM ESD tester qualification requirements	15
5.3.2 HBM tester qualification procedure	15
5.4 Test fixture board qualification for socketed testers	16
5.5 Routine waveform check requirements	17
5.5.1 Standard routine waveform check description	17
5.5.2 Waveform check frequency.....	17
5.5.3 Alternate routine waveform capture procedure.....	18
5.6 High voltage discharge path check	18
5.6.1 Relay testers	18
5.6.2 Non-relay testers	18
5.7 Tester waveform records	18
5.7.1 Tester and test fixture board qualification records.....	18
5.7.2 Periodic waveform check records	18
5.8 Safety.....	19
5.8.1 Initial set-up	19
5.8.2 Training	19
5.8.3 Personnel safety.....	19
6 Classification procedure	19
6.1 Devices for classification	19
6.2 Parametric and functional testing	19
6.3 Device stressing.....	19
6.4 Pin categorization.....	20
6.4.1 General	20
6.4.2 No connect pins.....	20
6.4.3 Supply pins.....	20
6.4.4 Non-supply pins	21

6.5	Pin groupings	21
6.5.1	Supply pin groups	21
6.5.2	Shorted non-supply pin groups	22
6.6	Pin stress combinations	22
6.6.1	Pin stress combination categorisation	22
6.6.2	Non-supply and supply to supply combinations (1, 2, ... N)	24
6.6.3	Non-supply to non-supply combinations	25
6.7	Testing after stressing	26
7	Failure criteria	26
8	Component classification	26
	Annex A (informative) HBM test method flow chart	27
	Annex B (informative) HBM test equipment parasitic properties	30
	Annex C (informative) Example of testing a product using Table 2, Table 3, or Table 2 with a two-pin HBM tester	34
	Annex D (informative) Examples of coupled non-supply pin pairs	40
	Figure 1 – Simplified HBM simulator circuit with loads	11
	Figure 2 – Current waveform through shorting wires	13
	Figure 3 – Current waveform through a 500 Ω resistor	14
	Figure 4 – Peak current short circuit ringing waveform	15
	Figure B.1 – Diagram of trailing pulse measurement setup	30
	Figure B.2 – Positive stress at 4 000 V	31
	Figure B.3 – Negative stress at 4 000 V	31
	Figure B.4 – Illustration of measuring voltage before HBM pulse with a Zener diode or a device	32
	Figure B.5 – Example of voltage rise before the HBM current pulse across a 9,4 V Zener diode	32
	Figure C.1 – Example to demonstrate the idea of the partitioned test	35
	Table 1 – Waveform specification	17
	Table 2 – Preferred pin combinations sets	23
	Table 3 – Alternative pin combinations sets	24
	Table 4 – HBM ESD component classification levels	26
	Table C.1 – Product testing in accordance with Table 2	36
	Table C.2 – Product testing in accordance with Table 3	37
	Table C.3 – Alternative product testing in accordance with Table 2	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –****Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing –
Human body model (HBM)**

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 60749-26 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices in collaboration with technical committee 101.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006. This edition constitutes a technical revision. This standard is based upon ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2010. It is used with permission of the copyright holders, ESD Association and JEDEC Solid state Technology Association.

NOTE ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 resulted from the merging of JESD22-A114F and ANSI/ESD STM5.1.

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

- a) descriptions of oscilloscope and current transducers have been refined and updated;
- b) the HBM circuit schematic and description have been improved;

- c) the description of stress test equipment qualification and verification has been completely re-written;
- d) qualification and verification of test fixture boards has been revised;
- e) a new section on the determination of ringing in the current waveform has been added;
- f) some alternate pin combinations have been included;
- g) allowance for non-supply pins to stress to a limited number of supply pin groups (associated non-supply pins) and allowance for non-supply to non-supply (i.e., I/O to I/O) stress to be limited to a finite number of 2 pin pairs (coupled non-supply pin pairs);
- h) explicit allowance for HBM stress using 2 pin HBM testers for die only shorted supply groups.

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

FDIS	Report on voting
47/2160/FDIS	47/2167/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, 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 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM)

1 Scope

This standard establishes the procedure for testing, evaluating, and classifying components and microcircuits according to their susceptibility (sensitivity) to damage or degradation by exposure to a defined human body model (HBM) electrostatic discharge (ESD).

The purpose (objective) of this standard is to establish a test method that will replicate HBM failures and provide reliable, repeatable HBM ESD test results from tester to tester, regardless of component type. Repeatable data will allow accurate classifications and comparisons of HBM ESD sensitivity levels.

ESD testing of semiconductor devices is selected from this test method, the machine model (MM) test method (see IEC 60749-27) or other ESD test methods in the IEC 60749 series. The HBM and MM test methods produce similar but not identical results; unless otherwise specified, this test method is the one selected.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60749-27, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 27: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Machine model (MM)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Termes et définitions	46
4 Appareillage et matériel requis	50
4.1 Appareil de vérification de la forme d'onde	50
4.2 Oscilloscope	50
4.3 Exigences supplémentaires concernant les oscilloscopes numériques	50
4.4 Transducteur de courant (sonde de courant inductive)	50
4.5 Charges d'évaluation	51
4.6 Simulateur de modèle du corps humain	51
4.7 Propriétés parasites du matériel d'essai de HBM	52
5 Qualification et vérification de routine du matériel d'essai de contrainte	52
5.1 Vue d'ensemble des évaluations requises de l'appareil d'essai de HBM	52
5.2 Procédures de mesure	52
5.2.1 Détermination des paires de broches de référence	52
5.2.2 Capture de forme d'onde avec une sonde de courant	53
5.2.3 Détermination des paramètres de la forme d'onde	53
5.2.4 Essai du chemin de décharge haute tension	57
5.3 Qualification de l'appareil d'essai de HBM	57
5.3.1 Exigences de qualification de l'appareil d'essai de DES de HBM	57
5.3.2 Procédure de qualification de l'appareil d'essai de HBM	58
5.4 Qualification de la carte de montage d'essai pour les appareils d'essai avec support	59
5.5 Exigences du contrôle de forme d'onde de routine	59
5.5.1 Description du contrôle de forme d'onde de routine normalisé	59
5.5.2 Fréquence de vérification des formes d'onde	60
5.5.3 Autre procédure de capture de forme d'onde de routine	60
5.6 Vérification du chemin de décharge haute tension	61
5.6.1 Appareils d'essai à relais	61
5.6.2 Appareils d'essai sans relais	61
5.7 Enregistrements de forme d'onde de l'appareil d'essai	61
5.7.1 Enregistrements de qualification de l'appareil d'essai et de la carte de montage d'essai	61
5.7.2 Enregistrements de vérification périodique de forme d'onde	61
5.8 Précautions de sécurité	61
5.8.1 Mise en service initiale	61
5.8.2 Formation	61
5.8.3 Sécurité du personnel	61
6 Procédure de classification	62
6.1 Dispositifs de classification	62
6.2 Essai paramétrique et fonctionnel	62
6.3 Contrainte du dispositif	62
6.4 Catégorie de broches	63
6.4.1 Généralités	63
6.4.2 Broches sans connexion	63
6.4.3 Broches d'alimentation	64

6.4.4	Broches n'assurant pas l'alimentation	64
6.5	Regroupement de broches	65
6.5.1	Groupes de broches d'alimentation.....	65
6.5.2	Groupes de broches court-circuitées n'assurant pas l'alimentation	66
6.6	Combinaisons de contraintes de broches	66
6.6.1	Classification des combinaisons de contraintes de broches	66
6.6.2	Broches avec et sans alimentation vers des combinaisons d'alimentation (1, 2, ... N).....	68
6.6.3	Combinaison entre broches n'assurant pas l'alimentation	70
6.7	Essai après contrainte.....	70
7	Critères de défaillance.....	71
8	Classification des composants.....	71
Annexe A (informative) Organigramme de la méthode d'essai de HBM		72
Annexe B (informative) Propriétés parasites du matériel d'essai de HBM.....		79
Annexe C (informative) Exemple d'essai d'un produit à l'aide du Tableau 2, du Tableau 3, ou du Tableau 2 avec un appareil d'essai de HBM à deux broches.....		84
Annexe D (informative) Exemples de paires de broches couplées n'assurant pas l'alimentation		91
Figure 1 – Circuit simulateur de HBM simplifié avec charges		51
Figure 2 – Forme d'onde de courant au travers de fils court-circuitant		55
Figure 3 – Forme d'onde de courant au travers d'une résistance de 500 Ω		56
Figure 4 – Forme d'onde d'oscillation de court-circuit de courant de crête.....		57
Figure B.1 – Schéma du montage de mesure d'impulsion arrière		79
Figure B.2 – Contrainte positive à 4 000 V.....		80
Figure B.3 – Contrainte négative à 4 000 V.....		81
Figure B.4 – Illustration de la mesure de tension avant une impulsion de HBM avec une diode Zener ou un dispositif		82
Figure B.5 – Exemple d'augmentation de tension avant une impulsion de courant de HBM aux bornes d'une diode Zener de 9,4 V		82
Figure C.1 – Exemple de démonstration de l'idée d'essai partitionné		85
Tableau 1 – Spécification de formes d'onde.....		59
Tableau 2– Ensembles de combinaisons de broches préférentiels		67
Tableau 4 – Niveaux de classification des composants de DES de HBM.....		71
Tableau C.1 – Essai de produit selon le Tableau 2		87
Tableau C.2 – Essai de produit selon le Tableau 3		88
Tableau C.3 – Autre essai de produit selon le Tableau 2		89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle du corps humain (HBM)

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 brevet. La CEI 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 CEI 60749-26 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs, en collaboration avec le comité technique 101.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2006, dont elle constitue une révision technique. La présente norme est basée sur la norme ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2010. Elle est utilisée avec la permission des détenteurs des droits d'auteur, l'Association ESD et le JEDEC, l'association de normalisation de la technologie des semiconducteurs.

NOTE La norme commune ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 résulte de la fusion de la JESD22-A114F et de l'ANSI/ESD STM5.1.

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

- a) les descriptions de l'oscilloscope et des transducteurs de courant ont été améliorées et mises à jour;
- b) le schéma de circuit et la description du HBM ont été améliorés;
- c) la description de la qualification et de la vérification du matériel d'essai de contrainte a été entièrement réécrite;
- d) la qualification et la vérification des cartes de montage d'essai ont été révisées;
- e) une nouvelle section concernant la détermination de l'oscillation de la forme d'onde de courant a été ajoutée;
- f) certaines variantes de combinaisons de broches ont été incluses;
- g) autorisation de contrainte pour les broches n'assurant pas l'alimentation jusqu'à un nombre limité de groupes de broches d'alimentation (broches associées n'assurant pas l'alimentation) et autorisation de limiter les contraintes entre broches n'assurant pas l'alimentation et broches n'assurant pas l'alimentation (c'est-à-dire, E/S vers E/S) à un nombre fini de 2 paires de broches (paires de broches couplées n'assurant pas l'alimentation);
- h) autorisation explicite de contrainte de HBM utilisant des appareils d'essai de HBM à 2 broches pour puce seulement pour des groupes d'alimentations court-circuitées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2160/FDIS	47/2167/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.

La liste de toutes les parties de la série CEI 60749, publiées 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

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

Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle du corps humain (HBM)

1 Domaine d'application

La présente norme établit une procédure pour les essais, l'évaluation et la classification des composants et des microcircuits en fonction de leur susceptibilité (sensibilité) aux dommages ou de leur dégradation suite à leur exposition à des décharges électrostatiques (DES) sur un modèle de corps humain (HBM) défini.

Le but (objectif) de cette norme est de déterminer une méthode d'essai permettant de reproduire les défaillances du HBM et de fournir des résultats d'essais de DES de HBM fiables et reproductibles d'un appareil d'essai à un autre, sans tenir compte du type de composant. Des données reproductibles autoriseront des classifications et des comparaisons précises des niveaux de sensibilité de DES de HBM.

Les essais de DES des dispositifs à semiconducteurs sont choisis entre la présente méthode d'essai, celle du modèle de machine (MM) (voir CEI 60749-27) ou toute autre méthode d'essai de la série CEI 60749. Les méthodes d'essai HBM et MM produisent des résultats similaires mais non identiques; sauf indication contraire, la présente méthode d'essai est celle qui prévaut.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60749-27, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 27: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle de machine (MM)*