

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60749-16

Première édition
First edition
2003-01

**Dispositifs à semiconducteurs –
Méthodes d'essais mécaniques et climatiques –**

**Partie 16:
Détection de bruit d'impact de particules (PIND)**

**Semiconductor devices –
Mechanical and climatic test methods –**

**Part 16:
Particle impact noise detection (PIND)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60749-16:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60749-16

Première édition
First edition
2003-01

**Dispositifs à semiconducteurs –
Méthodes d'essais mécaniques et climatiques –**

**Partie 16:
Détection de bruit d'impact de particules (PIND)**

**Semiconductor devices –
Mechanical and climatic test methods –**

**Part 16:
Particle impact noise detection (PIND)**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 16: Détection de bruit d'impact de particules (PIND)

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60749-16 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 47/1662/FDIS | 47/1679/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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –****Part 16: Particle impact noise detection (PIND)**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60749-16 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

| FDIS | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 47/1662/FDIS | 47/1679/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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

Partie 16: Détection de bruit d'impact de particules (PIND)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60749 définit un essai permettant de détecter la présence de particules libres à l'intérieur d'un dispositif à cavité, comme des particules de céramique, des éléments de fil de liaison ou des boules de brasure (granulés).

Cet essai de détection de bruit d'impact de particules est classé non destructif.

2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60749, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 série

essai de tous les dispositifs individuels du lot en essai qui ont subi avec succès la série précédente

NOTE La première série comprend tous les dispositifs du lot en essai, les séries suivantes ne comprennent que les dispositifs qui ont subi avec succès la ou les séries précédentes à l'exclusion de tous les dispositifs qui ont connu une défaillance.

3 Remarques générales

Un transducteur acoustique est fixé à l'éprouvette par un moyen de couplage acoustique, sa sortie est alimentée par un amplificateur approprié dirigé vers un système de contrôle audio/visuel. L'éprouvette est soumise à des vibrations sinusoïdales et à une série de chocs mécaniques contrôlés au moyen d'un dispositif de vibration mécanique approprié et d'un mécanisme de choc/outil d'impact. A la suite de cette stimulation mécanique, des particules libres à l'intérieur de la cavité de l'éprouvette vont heurter les parois internes de cette cavité, en produisant du bruit qui sera détecté par le transducteur acoustique et indiqué par le système de contrôle.

4 Equipement d'essai

L'équipement et/ou les matériaux suivants (ou leurs équivalents) sont nécessaires:

- a) Dispositif de vibrations (sinusoïdales).

Sortie: 200 m/s^2 valeur de crête à 40 Hz – 250 Hz.

- b) Outil/mécanisme de choc mécanique.

Impulsion de choc: $10\,000 \text{ m/s}^2 \pm 2\,000 \text{ m/s}^2$ valeur de crête.

Durée du choc principal: 100 μs maximum.

NOTE 1 L'application des chocs et vibrations est plus facile par l'utilisation d'un système de choc/vibration intégré (système de co-essai). Lorsqu'un système de co-essai est utilisé, il convient que l'interruption à la source de vibrations au cours du choc mécanique ne dépasse pas 250 ms à partir du début de la dernière impulsion de choc de la série; et il convient que la durée de cet essai de choc soit mesurée aux points de $50 \pm 5 \%$.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 16: Particle impact noise detection (PIND)

1 Scope

The purpose of this part of IEC 60749 is to detect the presence of loose particles inside a cavity device such as, for example, chips of ceramic, pieces of bonding wire or solder balls (prills).

The test of particle impact noise detection is classified as non-destructive.

2 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 60749, the following definitions apply.

2.1 run

test of all the individual devices of the lot under test which passed the previous run

NOTE The first run includes all the devices of the lot under test, the subsequent runs will include only the devices which passed the previous run(s) and will exclude all the devices which failed.

3 General remarks

An acoustic transducer is attached to the test specimen via an acoustic coupling medium and its output fed via a suitable amplifier to an audio/visual monitoring system. The test specimen is subjected to sinusoidal vibration and a series of controlled mechanical shocks by a suitable mechanical shaker and shock mechanism/impact tool. As a result of this mechanical stimulation, loose particles within the cavity of the test specimen will impact the internal walls of the cavity, producing noise which will be detected by the acoustic transducer and indicated by the monitoring system.

4 Equipment

The following equipment and/or materials (or their equivalents) is required:

- a) Vibration shaker (sinusoidal).

Output: 200 m/s² peak at 40 Hz – 250 Hz.

- b) Mechanical shock mechanism/tool.

Shock pulse: 10 000 m/s² ± 2 000 m/s² peak.

Main shock duration: 100 µs maximum.

NOTE 1 The application of vibration and shock is most practical through the use of an integral vibration/shock system (co-test system). Where a co-test system is used the interruption to the vibration source during the mechanical shock should not exceed 250 ms from initiation of the last shock pulse in the sequence; and the duration of this shock test should be measured at the 50 ± 5 % points.

- c) Capteur d'impact (transducteur acoustique – couplé acoustiquement au dispositif en essai).

Sensibilité de crête: $-77,5 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ par rapport à 10 V/Pa en un point de la plage $150 \text{ kHz} - 160 \text{ kHz}$.

- d) Amplificateur de capteur d'impact (connecté à la sortie du capteur d'impact).

Gain: $60 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$ (centré à la fréquence de sensibilité de crête du transducteur acoustique, au point c) ci-dessus).

Bruit en sortie: 10 mV de crête maximum.

- e) Détecteur de seuil (connecté à la sortie de l'amplificateur de capteur d'impact).

Tension de seuil: $20 \text{ mV} \pm 1 \text{ mV}$ valeur absolue de crête, en référence à la terre de système y compris sortie audio/sortie oscilloscope (facultative).

NOTE 2 Bruit total du système généré par les points c), d) et e): 20 mV crête à crête maximum comme observé sur une période de 30-60 s.

- f) Moyen de fixation (pour assurer un couplage acoustique de bonne qualité entre le point c) ci-dessus et le dispositif en essai).

Exemples de moyens de fixation adaptés:

- élément couplant acoustique soluble dans solvant eau,
- élément couplant à ultrasons soluble dans l'eau,
- bande adhésive à double face.

- g) Unité d'essai de sensibilité, comprenant une source en courant continu capable de produire une valeur de sortie de $250 \mu\text{V} + 20 \%$ connectée à l'entrée d'un transducteur acoustique (du même type qu'au point c) ci-dessus).

5 Procédure d'essai

NOTE Il convient de prendre des précautions concernant les DES, conformément à la CEI 61340-5-1, pour la protection des dispositifs en essai.

- a) Régler la fréquence/l'amplitude du dispositif de vibrations pour obtenir les conditions spécifiées (voir Tableau 1).
- b) Régler le générateur d'impulsion de chocs sur $10\,000 \text{ m/s}^2 \pm 2\,000 \text{ m/s}^2$ valeur de crête.
- c) Vérifier le fonctionnement de l'équipement de détection du bruit avec l'unité d'essai de sensibilité fixée au capteur d'impact, en utilisant le même moyen de fixation qui sera utilisé avec les dispositifs réels à soumettre aux essais.
- d) Vérifier que le bruit du système est dans les limites de la spécification qui sont indiquées au point e) de l'Article 4.
- e) Fixer directement l'éprouvette au dispositif de vibrations avec la surface plate la plus importante centrée sur la surface du transducteur avec le moyen de fixation.

Lorsqu'il existe plus d'une surface importante, fixer la surface la plus mince et ayant l'épaisseur la plus uniforme contre la surface du transducteur.

Dans le cas de formes inhabituelles d'éprouvettes, des fixations spéciales peuvent être nécessaires et il convient de les construire en tenant compte des éléments suivants:

- faible masse,
- transmission acoustique élevée,
- contact complet avec la surface du transducteur,
- absence de parties en mouvement,
- adaptation au montage de milieu de fixation.

- c) Impact sensor (acoustic transducer - acoustically coupled to the device under test).
Peak sensitivity: $-77,5 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ with respect to 10 V/Pa at a point in the range $150 \text{ kHz} - 160 \text{ kHz}$.
- d) Impact sensor amplifier (connected to the output of the impact sensor).
Gain: $60 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$ (centred at peak sensitivity frequency of the acoustic transducer, in item c) above).
Output noise: 10 mV peak maximum.
- e) Threshold detector (connected to the output of the impact sensor amplifier).
Threshold voltage: $20 \text{ mV} \pm 1 \text{ mV}$ peak absolute, reference to system ground and including audio output/oscilloscope output (optional).
NOTE 2 Total system noise generated by items c), d), and e): 20 mV peak to peak maximum as observed over a period of 30–60 s.
- f) Attachment medium (to provide good acoustic coupling between item c) above and the device under test).
Examples of suitable attachment media:
– water solvent soluble acoustic couplant,
– water soluble ultrasonic couplant,
– double-sided adhesive tape.
- g) Sensitivity test unit, comprising a d.c. source capable of producing an output of $250 \mu\text{V} + 20 \%$ connected to the input of an acoustic transducer (of the same type as in item c) above).

5 Test procedure

NOTE ESD precautions in accordance with IEC 61340-5-1 should be adopted to protect devices under test.

- a) Adjust vibration shaker frequency/amplitude to the specified conditions (see Table 1).
- b) Adjust shock pulse generator for $10\,000 \text{ m/s}^2 \pm 2\,000 \text{ m/s}^2$ peak.
- c) Verify noise detection equipment operation with the sensitivity test unit attached to the impact sensor, using the same attachment medium that will be used with the actual devices to be tested.
- d) Verify system noise is within the specification limits given in item e) of Clause 4.
- e) Attach the test specimen directly to the shaker with the largest flat surface centered against the surface of the transducer with the attachment medium.
Where more than one large surface exists, attach the thinnest and most uniform thickness surface against the surface of the transducer.
Where unusual specimen shapes are encountered, special holding fixtures may be required and should be constructed with the following considerations:
– low mass,
– high acoustic transmission,
– full transducer surface contact,
– no moving parts,
– suitable for attachment medium mounting.

f) Commencer la séquence d'essai, dont un cycle comprend ce qui suit:

- 3 chocs de pré-essai
- vibration de 3 ± 1 s
- 3 chocs
- vibration de 3 ± 1 s
- 3 chocs
- vibration de 3 ± 1 s
- 3 chocs
- vibration de 3 ± 1 s
- acceptation ou rejet.

g) Mesures – chaque cycle d'essai doit être contrôlé en continu: la période des chocs et jusqu'à 250 ms après les chocs ne doit pas être incluse dans l'analyse des critères de défaillance.

6 Critères de défaillance

Tout bruit détecté par le système de contrôle pendant la durée de la mesure qui dépasse le bruit total du système défini au point e) de l'Article 4 sera un bruit résultant du bruit d'impact des particules et doit par conséquent constituer une défaillance.

7 Acceptation de lot (pour indication)

Lorsqu'un lot de contrôle (ou le sous-lot) est soumis à un essai de PIND 100 %, il est recommandé que cet essai soit effectué 5 fois au maximum. Dans ce cas un pré-tri PIND ne doit pas être réalisé. Le lot peut être accepté sur l'une quelconque des cinq séries si le pourcentage des dispositifs défectueux est inférieur à 1 %. Tous les dispositifs défectueux doivent être retirés après chaque série. Les lots qui ne remplissent pas la condition de 1 % de PDA¹ à la cinquième série ou qui dépassent 25 % de défauts cumulés doivent être rejetés et il n'est pas permis de les soumettre de nouveau à l'essai.

8 Spécification particulière

La spécification particulière doit prescrire les conditions d'essai conformément au Tableau 1.

Tableau 1 – Fréquences du dispositif de vibrations

| Hauteur de cavité interne (moyenne ^a) mm | Fréquence Hz |
|--|-----------------|
| ≤1,00 | 130 |
| 1,01 – 1,25 | 120 |
| 1,26 – 1,50 | 110 |
| 1,51 – 1,75 | 100 |
| 1,76 – 2,00 | 90 |
| 2,01 – 2,25 | 80 |
| 2,26 – 2,50 | 70 |
| >2,50 | 60 |
| ^a La hauteur moyenne de la cavité interne est mesurée à partir de la base interne de l'emballage jusqu'à la surface du couvercle interne ou du capot. | |

¹ PDA: Pourcentage de Défauts Autorisé.

f) Start test sequence, of which one cycle comprises the following:

- 3 pre-test shocks
- vibration $3 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$
- 3 shocks
- vibration $3 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$
- 3 shocks
- vibration $3 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$
- 3 shocks
- vibration $3 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$
- accept or reject.

g) Measurements – each test cycle shall be continuously monitored: the period during the shocks and up to 250 ms after the shocks shall not be included in the failure criteria analysis.

6 Failure criteria

Any noise detected by the monitoring system during the measurement period which exceeds the total system noise defined in Item e) of Clause 4 will be noise resulting from particle impact noise and shall therefore constitute a failure.

7 Lot acceptance (for guidance)

Where an inspection lot (or sub-lot) is submitted to a 100 % PIND testing, it is recommended that the test is performed a maximum of five times. When using this regime, PIND prescreening shall not be performed. The lot may be accepted on any of the five runs if the percentage of defective devices is less than 1 %. All defective devices shall be removed after each run. Lots which do not meet the 1 % PDA¹ on the fifth run, or exceed 25 % of the cumulated defectives shall be rejected and resubmission is not allowed.

8 Detail specification

The detail specification shall prescribe test conditions in accordance with Table 1.

Table 1 — Shaker frequencies

| Internal cavity height (average ^a) mm | Frequency Hz |
|--|-----------------|
| ≤1,00 | 130 |
| 1,01 – 1,25 | 120 |
| 1,26 – 1,50 | 110 |
| 1,51 – 1,75 | 100 |
| 1,76 – 2,00 | 90 |
| 2,01 – 2,25 | 80 |
| 2,26 – 2,50 | 70 |
| >2,50 | 60 |
| ^a The average internal cavity height is measured from the internal package base to the internal lid or cap surface. | |

¹ PDA: Percentage defective allowable.

9 Résumé

Pour chaque série d'essai (1 à 5 maximum), enregistrer les données suivantes:

- a) Numéro de série (1 à 5 maximum) (voir Article 7).
- b) Nombre de dispositifs soumis aux essais. (voir Article 7).
- c) Nombre de dispositifs rejetés (voir Articles 6 et 7).
- d) Pourcentage de défaillances de la série (voir Article 7).
- e) Pourcentage de défaillances cumulées (nombre total de défaillances de la première série à la série «n» divisé par le nombre de dispositifs soumis à la première série et multiplié par 100) (voir Article 7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60749-16:2003