

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
333

Troisième édition  
Third edition  
1993-07

---

---

**Instrumentation nucléaire –  
DéTECTEURS semiconducteurs pour particules  
chargées – MéTHODES d’essai**

**Nuclear instrumentation –  
Semiconductor charged-particle detectors –  
Test procedures**

© CEI 1993 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

W

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet .....	6
2 Références normatives .....	6
3 Prescriptions générales .....	6
4 Mesures de résolutions .....	10
4.1 Résolution des énergies .....	10
4.2 Résolution en temps .....	14
4.3 Localisation de l'impact, résolution et linéarité du détecteur à localisation .....	20
5 Mesure du bruit .....	26
5.1 Mesure du bruit par analyse de la distribution en amplitude des impulsions (méthode recommandée) .....	26
5.2 Mesure du bruit avec un oscilloscope et un voltmètre de valeur efficace ....	30
5.3 Mesure du bruit électronique sans le détecteur semiconducteur .....	32
5.4 Détermination de la contribution du détecteur au bruit et à la résolution ....	32
5.5 Largeur du bruit (LTMH) en fonction de l'index de mise en forme de l'amplificateur .....	34
6 Influence des conditions d'ambiance .....	34
6.1 Influence de la pression atmosphérique .....	36
6.2 Essais à cycle thermique sous vide .....	36
6.3 Essais mécaniques et d'ambiance .....	36
6.4 Sensibilité à la lumière .....	38
6.5 Mesure des dommages dus au rayonnement .....	38
7 Autres mesures .....	38
7.1 Caractéristiques courant-tension .....	38
7.2 Perte d'énergie dans la zone morte .....	40
7.3 Surface sensible .....	42
7.4 Epaisseur sensible (détecteur semiconducteur à transmission) .....	42
7.5 Caractéristiques capacité-tension .....	44
Annexes	
A Symboles et glossaire .....	46
B Informations générales sur la détection des particules chargées par détecteurs semiconducteurs .....	64
C Bibliographie .....	76

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
Clause	
1 Scope and object .....	7
2 Normative references .....	7
3 General requirements .....	7
4 Resolution measurements .....	11
4.1 Energy resolution .....	11
4.2 Time resolution .....	15
4.3 Position, resolution and linearity of a position-sensitive detector .....	21
5 Noise measurement .....	27
5.1 Noise measurement by pulse-height distribution (preferred method) .....	27
5.2 Noise measurement by oscilloscope and true root-mean-square voltmeter .....	31
5.3 Measurement of electronic noise with the detector removed .....	33
5.4 Determination of detector contribution to noise and resolution .....	33
5.5 Noise linewidth (FWHM) as a function of amplifier shaping time index. ....	35
6 Sensitivity to ambient conditions .....	35
6.1 Atmospheric sensitivity .....	37
6.2 Vacuum thermal cycle test .....	37
6.3 Mechanical and environmental tests .....	37
6.4 Light sensitivity .....	39
6.5 Radiation damage measurements .....	39
7 Other measurements .....	39
7.1 Current-voltage characteristics .....	39
7.2 Dead layer energy loss .....	41
7.3 Sensitive area .....	43
7.4 Detector thickness (transmission detectors) .....	43
7.5 Capacitance-voltage characteristics .....	45
Annexes	
A Symbols and glossary .....	47
B General information concerning semiconductor charged-particle detectors .....	65
C Bibliography .....	76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –  
DÉTECTEURS SEMICONDUCTEURS POUR PARTICULES CHARGÉES –  
MÉTHODES D'ESSAI**

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 333 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1983 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45(BC)216	45(BC)226

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR INSTRUMENTATION –  
 SEMICONDUCTOR CHARGED-PARTICLE DETECTORS –  
 TEST PROCEDURES**

## 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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 333 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1983 and constitutes a technical revision.

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

DIS	Report on Voting
45(CO)216	45(CO)226

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are for information only.

# INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – DÉTECTEURS SEMICONDUCTEURS POUR PARTICULES CHARGÉES – MÉTHODES D'ESSAI

## 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux détecteurs semiconducteurs (détecteurs semiconducteurs) utilisés pour la détection et la spectrométrie à haute résolution des particules chargées. Les techniques de mesure décrites ont été choisies pour leurs facilités d'application par tous les fabricants et utilisateurs de détecteurs semiconducteurs pour particules chargées. Des techniques plus évoluées n'ont pas été retenues du fait de la complexité de leurs méthodes ou parce qu'elles font appel à un équipement (tel qu'un accélérateur de particules) difficilement disponible.

Le but de cette norme est d'établir des méthodes d'essais normalisées pour les détecteurs semiconducteurs de particules chargées. Ces détecteurs sont largement utilisés pour la détection et la spectrométrie à haute résolution de particules chargées. Il est souhaitable que des méthodes d'essais normalisées soient établies afin que les mesures puissent avoir la même signification pour tous les fabricants et utilisateurs.

La présente norme n'implique pas l'obligation d'effectuer tous les essais décrits. Elle suppose seulement que si de tels essais sont effectués, ils doivent être menés conformément aux méthodes indiquées.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(391): 1975, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI), Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

CEI 340: 1979, *Méthodes d'essais des amplificateurs et préamplificateurs pour détecteurs semiconducteurs pour rayonnements ionisants*

CEI 759: 1983, *Méthodes d'essais normalisés des spectromètres d'énergie X à détecteurs semiconducteurs*

## NUCLEAR INSTRUMENTATION – SEMICONDUCTOR CHARGED-PARTICLE DETECTORS – TEST PROCEDURES

### 1 Scope and object

This International Standard applies to semiconductor radiation detectors that are used for the detection and high-resolution spectroscopy of charged particles. The measurement techniques described have been selected to be readily available to all manufacturers and users of semiconductor charged-particle detectors. Some superior techniques are not included because the methods are too complex or require equipment (such as particle accelerators) that may not be readily available

The intent of the tests in this standard is to establish standard test procedures for semiconductor charged-particle detectors. These detectors are in widespread use for the detection and high-resolution spectroscopy of charged particles. It is desirable to maintain standard test procedures so that measurements may have the same meaning to all manufacturers and users.

Not all tests described in this standard are mandatory, but tests that are used to specify performance shall be performed in accordance with the procedures described herein.

### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*

IEC 340: 1979, *Test procedures for amplifiers and preamplifiers for semiconductor detectors for ionizing radiation*

IEC 759: 1983, *Standard test procedures for semiconductor X-ray energy spectrometers*