NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1336

Première édition
First edition
1996-11

Instrumentation nucléaire –

Systèmes de mesure d'épaisseur par rayonnement ionisant – Définitions et méthodes d'essai

Nuclear instrumentation –

Thickness measurement systems utilizing ionizing radiation – Definitions and test methods

© CEI 1996 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 Varembé 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
INTRODUCTION 6

Articles

1 Généralités 8
1.1 Domaine d'application et objet 8
1.2 Références normatives 10
1.3 Définitions 10
2 Conditions d'essais 26
2.1 Généralités 26
2.2 Essais en laboratoire 28
2.2.1 Essais de caractéristiques intrinsèques 28
2.2.2 Grandeurs d'influence et essais 48
2.2.3 Essais de système de mesure et d'analyse de la machine et du processus 58
2.3 Documentation concernant les résultats d'essais en laboratoire 60
2.4 Essais sur site 60
2.4.1 Essai concernant l'erreur de profil d'échantillon du système 62
2.4.2 Essais de reproductibilité du système de profil et de balayage moyen 62
2.4.3 Essai de longueur de résolution géométrique 66

Annexes

A Essais concernant la tension du réseau 68
B Description généralisée d'un système de mesure 70

CONTENTS

Page

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7

Clause

1 General 9
1.1 Scope and object 9
1.2 Normative references 11
1.3 Definitions 11
2 Test requirements 27
2.1 General 27
2.2 Laboratory tests 29
2.2.1 Intrinsic performance tests 29
2.2.2 Influence quantities and tests 49
2.2.3 Process and machine analysis and measurement system tests 59
2.3 Laboratory test results documentation 61
2.4 On-site tests 61
2.4.1 System sample profile error test 63
2.4.2 System profile and scan average reproducibility tests 63
2.4.3 Geometrical resolution length test 67

Annexes

A Mains supply voltage tests 69
B Generalized measurement system description 71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –

Systèmes de mesure d'épaisseur par rayonnement ionisant – Définitions et 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 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, 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 1336 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette norme annule et remplace la CEI 769 publiée en 1983 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45/388/FDIS	45/404/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR INSTRUMENTATION –

Thickness measurement systems utilizing ionizing radiation – Definitions and test methods

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 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 1336 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces IEC 769 published in 1983 and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
45/388/FDIS	45/404/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

INTRODUCTION

Depuis 1983, les nombreux progrès de la technologie ont influencé les procédures d'essai communément utilisées pour les systèmes de mesure à base de rayonnement ionisant. Ils incluent ce qui suit:

- Usage courant d'ordinateurs PC de laboratoire, avec des modules d'acquisition de données pour pratiquement tous les besoins de mesure des performances de base, qui permet l'acquisition automatique des données; le traitement statistique des données; une utilisation plus étendue des variables calculées (par exemple l'épaisseur) au lieu de signaux bruts de radiation (par exemple volts ou comptages); la présentation par tableur et manipulation des données et des résultats; des jeux de données plus importants.

- Nouveaux dispositifs liés aux systèmes de mesure permettant d'accéder aux informations de mesure, tels que: échantillonnage à très grande vitesse; système intégré d'acquisition de données; traitement statistique des données; présentation sous forme graphique et sous forme de tableau sur vidéo ou sur imprimante; mesure de profils transversaux à haute résolution; bases de données étendues avec acquisition des résultats caractéristiques à long terme et détermination des tendances; analyse prédictive de panne, etc.

- Conception de nouveaux dispositifs pour améliorer la précision absolue de mesure malgré des environnements adverses, tels que: élimination des erreurs dues aux corps étrangers (poussière) dans le faisceau de mesure, effets de la température, influence des charges électrostatiques, vibrations et effets microphoniques, compensation de l'influence de la colonne d'air, échantillons internes servant de référence pour la mesure, microprocesseurs et microcontrôleurs placés directement à l'intérieur des capteurs.

En regard de la complexité des signaux pour la régulation de processus utilisés au niveau actuel de la technologie, avec des régulations transversales, des architectures distribuées d'unités de régulation et autres variations dans les procédés de régulation, cette norme n'inclut pas le point test B défini dans la CEI 769. L'annexe B a également été retirée car obsolète et inadéquate au vu des méthodes modernes d'acquisition automatiques de données et des techniques statistiques de traitement des valeurs. Cependant de nombreux nouveaux essais et méthodes d'essai ont été ajoutés dans cette norme.

INTRODUCTION

Since 1983, there have been many advances in the state-of-the-art technology that influence the test procedures which are in common use for measurement systems utilizing ionizing radiation. These include the following.

- Common usage of laboratory PC computers with data acquisition modules for nearly all primary performance measurement purposes, which means automated data collection; statistical data processing; more extensive use of calculated variables (such as thickness) instead of raw radiation signals (such as volts or counts); spreadsheet presentation and manipulation of data and results; much larger data sets.
- New measurement system-related features for accessing measurement information such as: very high speed sampling; integrated work-station data logging, statistical data processing, and video/printer tabular and graphical data presentations; high resolution scanning measurement profiles; extensive data bases with long-term performance characteristics logging and reporting of trends; predictive failure analysis, etc.
- New design features to maximize absolute measurement accuracy in adverse environments including such things as: elimination of errors due to foreign material (dirt) in the measurement path, temperature effects, electrostatic charge influences, vibration/ microphonics; measurement air column compensation; internal measurement reference samples; microcomputers and microcontrollers built directly into the sensors.

In light of the complexity of process control signals in current state-of-the-art technology with cross-machine controls, DCS architecture and other variations in control processes, this standard does not include the test point B of IEC 769. The original appendix B has also been deleted as it is obsolete and inadequate in view of todays automated data collection methods and statistical data processing techniques. However, a number of new tests and test methods have been added to this standard.

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –

Systèmes de mesure d'épaisseur par rayonnement ionisant – Définitions et méthodes d'essai

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente norme a trait aux définitions, méthodes d'essais et procédés pour les systèmes de mesure par rayonnement ionisant destinés à effectuer des mesures et des vérifications continues ou discontinues de l'épaisseur, de la masse par unité de surface ou de la masse par unité de longueur au cours de processus industriels. Le produit fabriqué à mesurer peut se présenter sous la forme de feuilles, de produits fabriqués, de revêtements, de produits laminés, de tubes ou de barreaux. Cette norme s'applique à des systèmes comportant une ou plusieurs sorties à des fins d'affichage ou de régulation. Les signaux peuvent être soit analogiques, soit numériques. Le système de mesure peut également comprendre des signaux d'entrée multiples, avec différents moyens de compensation et de conditionnement de signal précédant les signaux de sortie.

Les aspects de sécurité sont traités dans d'autres normes de la CEI ou de l'ISO (par exemple la CEI 405, l'ISO 2919 et l'ISO 7205). La conformité avec les réglementations nationales et locales, et les pratiques usuelles seront également considérées.

Les systèmes de mesure d'épaisseur qui font l'objet de la présente norme sont en général élaborés pour des applications industrielles entrant dans une large gamme d'industries, d'applications et de spécifications. Le but poursuivi consiste à identifier les paramètres et variables communs, ainsi qu'à spécifier des essais et documents normalisés de façon à faciliter la comparaison des caractéristiques des différents systèmes de mesure disponibles sur le marché. Ces essais sont applicables à des systèmes comportant des têtes de mesure soit fixes, soit traversantes, et munies de détecteurs de rayonnements par transmission, par rétrodiffusion ou par fluorescence X.

Un grand nombre de systèmes de mesure de rayonnements ionisants en usage aujourd'hui comportent des détecteurs multiples et utilisent différents moyens de compensation des signaux de détecteurs de base de façon à minimiser les effets de grandeurs d'influence étrangère qui peuvent entraîner des erreurs. Des microprocesseurs et des mini-ordinateurs ont permis de développer le traitement de signaux d'entrée multiples et les techniques de compensation d'erreur. Dans les systèmes les plus complexes, il est difficile d'évaluer entièrement l'efficacité du traitement interactif des signaux et des algorithmes de compensation par contrôle statique. Par exemple, les temps de réponse et les temps de collecte de données pour les détecteurs dont les signaux seront combinés selon certaines fonctions analytiques ont peu d'importance dans les conditions de contrôle statique de la présente norme, mais ils peuvent entraîner d'importantes erreurs dans des conditions de mesure dynamique s'ils ne sont pas adaptés de façon appropriée. L'importance relative des erreurs des grandeurs d'influence à compenser joue également un rôle considérable.

Il convient que les moyens de compensation pour des détecteurs ayant une grande sensibilité aux grandeurs d'influence soient plus précis que pour des détecteurs qui font montre d'erreurs mineures, de façon à parvenir aux mêmes résultats globaux. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir, dans la norme, des contrôles de caractéristiques qui peuvent comprendre tout l'ensemble du traitement interactif des signaux et les compensations. Cela est facilité, dans la présente norme, grâce à l'introduction de différents points de contrôle pour le système de mesure en cours d'évaluation.

NUCLEAR INSTRUMENTATION –

Thickness measurement systems utilizing ionizing radiation – Definitions and test methods

1 General

1.1 *Scope and object*

This standard relates to definitions, test methods, and procedures for ionizing radiation measurement systems designed for either continuous or discrete measurements and checks of mass per unit area, mass per unit length, or thickness of materials produced in industrial processes. The measured process material may be in such forms as sheets, coatings, laminates, tubes, or rods. This standard applies to systems with one or more outputs for display or control purposes. The signals may be either analogue or digital. The measurement system may also include multiple input signals with various means of compensation and signal conditioning prior to the output signals.

Safety aspects are covered in other IEC and ISO standards (for example IEC 405, ISO 2919, ISO 7205). Consideration will also be given to compliance with all applicable national and local regulations and codes of practice.

Thickness measurement systems which are the object of this standard are generally built for industrial applications covering a very broad range of industries, applications, and specifications. The objective is to identify the common parameters and variables, and to specify standard tests and documentation that will facilitate direct comparison of the performance characteristics of the different measurement systems which are available. These tests are applicable to systems with either fixed or traversing measuring heads and with transmission, backscatter, or X-ray fluorescence sensors.

Many ionizing radiation measurement systems in use today have multiple sensors, and employ various means of compensating the basic sensor signals to minimize the effects of extraneous influence quantities that introduce measurement errors. Dedicated microprocessors and minicomputers have further enhanced multiple input signal processing and error compensation techniques. In the more complex systems, it is difficult to fully evaluate the effectiveness of interactive signal processing and compensation algorithms by static testing. For example, the response times and data collection times for sensors, whose signals are to be combined in some analytical function, are of little importance under the static testing conditions in this standard, but they can lead to large errors under dynamic measuring conditions if they are not properly matched. The relative magnitude of the influence quantity errors to be compensated is also quite important.

The compensation means for sensors with high sensitivity to influence quantities should be more precise than for sensors which exhibit smaller errors in order to achieve the same overall results. Therefore, it is necessary to have performance tests, in the standard, which may include all the interactive signal processing and compensations. This has been facilitated in this standard by identifying different test points throughout the measurement system under evaluation.

Il est important d'estimer la dégradation potentielle des caractéristiques de fonctionnement dans un environnement difficile. Bien qu'il soit difficile de reproduire exactement l'influence des conditions du processus de fabrication à long et à court terme pendant la durée limitée des essais, l'ensemble de procédures exposé dans la présente norme comporte certaines perturbations causées par l'environnement, introduites artificiellement.

Dans la présente norme, le terme «épaisseur» est utilisé pour désigner aussi bien la masse par unité de surface, la masse par unité de longueur que l'épaisseur. Les détecteurs radiométriques d'épaisseur, en général, mesurent la masse par unité de surface, et les signaux de sortie peuvent être exprimés en unités d'épaisseur réelle seulement si le numéro atomique effectif et la densité du matériau à mesurer sont connus ou si le système est calibré par rapport à des échantillons réels de production, et si le nombre atomique effectif ainsi que la densité du matériau produit ne change pas par rapport à ces échantillons. Dans le cas de produits en forme de barreaux, avec une section de surface connue ou constante, le signal de sortie peut être exprimé en termes de masse par unité de longueur.

NOTE – Il est recommandé au lecteur de se référer au schéma fonctionnel de l'annexe B, pour une meilleure compréhension des spécifications.

1.2 *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 étant sujet à révision, 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 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 405: 1972, *Appareils nucléaires: Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants*

ISO 2919: 1980, *Sources radioactives scellées – Classification*

ISO 7205: 1986, *Jauges à radioéléments – Appareils destinés à être installés à poste fixe*

It is important to estimate the potential performance degradation in adverse environments. Although it is difficult to duplicate exactly the influence of long-term and short-term process conditions during a limited test period, this set of procedures includes some artificially introduced environmental disturbances.

In this standard the term “thickness” is used interchangeably to mean mass per unit area, mass per unit length, or thickness. Radiometric sensors, in general, measure mass per unit area and the output signals can be expressed in true thickness units only if the effective atomic number and density of the material being measured are known, or if the system is calibrated against actual production samples, and if the effective atomic number and density of the material produced do not change relative to those samples. In the case of rod-shaped products, with a known or constant cross-sectional area, the output signal may be expressed in terms of mass per unit length.

NOTE – It is recommended that the reader refers to the block diagram of annex B for a better understanding of the specification.

1.2 *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, 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 359: 1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

IEC 405: 1972, *Nuclear instruments: Constructional requirements to afford personal protection against ionizing radiation*

ISO 2919: 1980, *Sealed radioactive sources – Classification*

ISO 7205: 1986, *Radionuclide gauges – Gauges designed for permanent installation*