

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 577

Première édition — First edition

1977

**Epaisseurmètres par rayonnement ionisant
pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés**

**Ionizing radiation thickness meters for materials
in the form of sheets, coatings or laminates**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 577

Première édition — First edition

1977

Epaisseurètres par rayonnement ionisant
pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés

Ionizing radiation thickness meters for materials
in the form of sheets, coatings or laminates



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

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions concernant la mesure et le contrôle	6
3.1 Epaisseurmètre (par rayonnement ionisant)	6
3.2 Epaisseurmètre à transmission (de rayonnement ionisant)	8
3.3 Epaisseurmètre à rétrodiffusion bêta (gamma)	8
3.4 Epaisseurmètre à fluorescence X	8
3.5 Domaine nominal	8
3.6 Etendue de mesure	8
3.7 Epaisseur massique (masse surfacique)	8
3.8 Grandeur d'influence	8
3.9 Surface de mesure totale	8
3.10 Surface de mesure effective	8
3.11 Conditions de référence	8
3.12 Domaine nominal de fonctionnement	10
3.13 Résolution	10
3.14 Longueur de résolution géométrique	10
4. Définitions concernant les appareils	10
4.1 Tête de mesure	10
4.2 Sous-ensemble électrique de mesure	10
4.3 Dispositif de balayage transversal	10
4.4 Entrefer	10
4.5 Ligne de passe	10
4.6 Ligne de passe de référence	10
4.7 Erreur de profil avec échantillon	10
4.8 Erreur de ligne de passe	12
4.9 Temps de réponse moyen	12
4.10 Temps d'établissement moyen	12
4.11 Instabilité électrique	12
4.12 Instabilité radiométrique totale	12
SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	
5. Généralités	12
5.1 Epaisseurmètres en général	12
5.2 Epaisseurmètres à transmission et à balayage transversal	14
SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ESSAIS	
6. Détermination des limites d'erreur	14
6.1 Procédure d'essais	14
6.2 Caractéristiques fonctionnelles	14
6.3 Grandeurs d'influence	18
7. Autres caractéristiques fonctionnelles	18
7.1 Temps d'établissement moyen	18
7.2 Résolution	20
7.3 Longueur de résolution géométrique	22
7.4 Temps de réponse moyen	22
7.5 Surfaces de mesure	22
ANNEXE A	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions related to the measurement or control function	7
3.1 Thickness meter (ionizing radiation)	7
3.2 Transmission thickness meter (ionizing radiation)	9
3.3 Beta (gamma) backscatter thickness meter	9
3.4 X-ray fluorescence thickness meter	9
3.5 Rated range	9
3.6 Effective range	9
3.7 Mass per unit area (surface mass, surface density, mass cross-section)	9
3.8 Influence quantity	9
3.9 Total measurement area	9
3.10 Effective measurement area	9
3.11 Reference conditions	9
3.12 Rated range of use	11
3.13 Resolution	11
3.14 Geometrical resolution length	11
4. Definitions related to the apparatus	11
4.1 Measuring head	11
4.2 Electrical measuring sub-assembly	11
4.3 Traversing mechanism	11
4.4 Measuring gap	11
4.5 Pass line	11
4.6 Reference pass line	11
4.7 Sample profile error	11
4.8 Pass line error	13
4.9 Mean response time	13
4.10 Mean settling time	13
4.11 Electrical instability	13
4.12 Overall radiometric instability	13
SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS	
5. General	13
5.1 Thickness meters in general	13
5.2 Traversing transmission thickness meters	15
SECTION THREE — TEST REQUIREMENTS	
6. Determination of the limits of error	15
6.1 Test procedure	15
6.2 Performance characteristics	15
6.3 Influence quantities	19
7. Other performance characteristics	19
7.1 Mean settling time	19
7.2 Resolution	21
7.3 Geometrical resolution length	23
7.4 Mean response time	23
7.5 Measurement areas	23
APPENDIX A	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉPAISSEURMÈTRES PAR RAYONNEMENT IONISANT
POUR MATÉRIAUX SOUS FORME DE FEUILLES, DE REVÊTEMENTS
OU DE LAMINÉS**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en 1972, puis révisé lors des réunions suivantes. A la suite de la réunion de Milan en 1974, un projet, document 45(Bureau Central)94, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1975.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Espagne	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.).
359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques.
476: Appareils électriques de mesure utilisant des sources radioactives.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**IONIZING RADIATION THICKNESS METERS FOR MATERIALS
IN THE FORM OF SHEETS, COATINGS OR LAMINATES**

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 45, Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in London in 1972, and was revised during subsequent meetings. As a result of the meeting held in Milan in 1974, a draft, Document 45(Central Office)94, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.).
359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment.
476: Electrical Measuring Instruments Utilizing Radioactive Sources.
-

ÉPAISSEURMÈTRES PAR RAYONNEMENT IONISANT POUR MATÉRIAUX SOUS FORME DE FEUILLES, DE REVÊTEMENTS OU DE LAMINÉS

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme concerne les définitions et les méthodes d'essais relatives à tous les épaisseur-mètres à radioéléments destinés soit à des mesures en continu, soit à des mesures de contrôle sur des matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés. Elle s'applique aux cas où le signal de sortie correspond directement à la grandeur mesurée ainsi qu'aux cas où il correspond à une différence avec une valeur fixée de cette grandeur. Les aspects relatifs à la sécurité ne sont pas examinés dans cette norme.

2. Objet

Les épaisseur-mètres considérés dans cette norme sont généralement fabriqués pour des applications industrielles couvrant une très grande variété d'industries et de spécifications. En conséquence, une norme couvrant les spécifications de conception et de fonctionnement n'est pas réalisable. Des normes restreintes à des types particuliers d'appareils ou à des champs particuliers d'application pourront être établies en temps utile.

Le but actuel est d'établir une norme qui « facilite la comparaison des appareils objets de spécifications différentes », en fixant des recommandations générales et des méthodes d'essais.

Les valeurs numériques des diverses grandeurs ne sont pas traitées dans cette norme puisqu'elles font généralement l'objet d'accords entre l'utilisateur et le fournisseur selon les prescriptions particulières.

Dans cette norme, le terme « épaisseur » est utilisé dans le sens d'épaisseur massique. Les épaisseur-mètres à radioéléments mesurent en général l'épaisseur massique. Ils ne peuvent être appelés épaisseur-mètres que si le numéro atomique équivalent et la masse volumique du matériau à mesurer sont connus ou si l'appareil est étalonné avec des échantillons de la production réelle et si le numéro atomique équivalent et la masse volumique du matériau produit ne varient pas par rapport à ces échantillons au cours de la production.

On supposera que le résultat de la mesure est exprimé soit en épaisseur, soit en épaisseur massique suivant l'application particulière.

Ces méthodes d'essais peuvent s'appliquer aux appareils ayant un mécanisme fixe ou à déplacement transversal et fonctionnant par transmission, rétrodiffusion et fluorescence X.

3. Définitions concernant la mesure et le contrôle

3.1 Epaisseur-mètre (par rayonnement ionisant)

Ensemble de mesure comportant une source de rayonnement ionisant et destiné à effectuer la mesure non destructive de l'épaisseur d'un matériau par l'emploi du rayonnement ionisant (Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.) 392-04-01).

IONIZING RADIATION THICKNESS METERS FOR MATERIALS IN THE FORM OF SHEETS, COATINGS OR LAMINATES

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard relates to definitions, test methods and procedures for all radioactive isotope meters designed either for continuous operation or for check measurements on materials in the form of sheets, coatings or laminates. It applies to systems with output signals directly related to the measured quantity as well as to those related to a difference from a set value of the quantity. Safety aspects of equipment are not considered herein.

2. Object

The thickness meters considered in this standard are generally custom-built for industrial applications covering a very wide range of industries and specifications; in consequence, a standard covering design or performance specifications is impractical. Restricted standards for particular types of equipment or for particular fields of application may be prepared in due course.

The present aim is to prepare a standard which "facilitates comparison of equipments of differing specifications" by laying down general recommendations and test procedures.

The numerical magnitudes of the various quantities have been omitted in this standard since these are generally agreed upon between user and supplier according to the particular requirements.

In this standard, the term "thickness" is taken to mean mass per unit area. Radiometric thickness meters in general measure mass per unit area and can be termed thickness meters only if the effective atomic number and density of the material being measured are known, or if the meter is calibrated against actual production samples and if the effective atomic number and density of the material produced do not change in relation to these samples.

However, it will be assumed that the result of the measurement is expressed either as a thickness or a mass per unit area according to the particular application.

These test methods may be applied to instruments with fixed or traversing mechanisms for transmission, backscattering and X-ray fluorescence.

3. Definitions related to the measurement or control function

3.1 *Thickness meter (ionizing radiation)*

A measuring assembly that includes an ionizing radiation source and is designed to measure non-destructively the thickness of a material by means of ionizing radiation (International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.) 392-04-01).

3.2 *Epaisseurmètre à transmission (de rayonnement ionisant)*

Epaisseurmètre utilisant la mesure du rayonnement transmis après absorption dans le matériau mesuré (V.E.I. 392-04-02).

3.3 *Epaisseurmètre à rétrodiffusion bêta (gamma)*

Epaisseurmètre comportant une source de rayonnement bêta (gamma) et utilisant le rayonnement rétrodiffusé par le matériau à mesurer et par tout support adjacent au matériau à mesurer.

3.4 *Epaisseurmètre à fluorescence X*

Epaisseurmètre utilisant le rayonnement de fluorescence X excité, soit dans le matériau mesuré, soit dans son support (V.E.I. 392-04-04).

3.5 *Domaine nominal*

Domaine assigné à un équipement par le constructeur pour la ou les grandeurs à mesurer, à observer, à afficher ou à fournir (Publication 359 de la CEI: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques).

3.6 *Etendue de mesure*

Partie du domaine nominal dans laquelle l'équipement satisfait aux prescriptions relatives aux limites d'erreur (Publication 359 de la CEI).

Note. — L'étendue de mesure peut être subdivisée afin de caractériser l'appareil plus complètement.

3.7 *Epaisseur massique (masse surfacique)*

Grandeur égale au produit de la masse volumique d'un matériau par l'épaisseur du même matériau.

La masse surfacique peut être calculée, en pratique, en pesant un échantillon du matériau de surface connue et en divisant la masse par cette surface.

3.8 *Grandeur d'influence*

Grandeur généralement extérieure à l'équipement susceptible d'exercer une influence sur son fonctionnement (Publication 359 de la CEI).

Note. — Une modification dans la valeur d'une caractéristique fonctionnelle peut affecter une autre caractéristique fonctionnelle.

3.9 *Surface de mesure totale*

Surface maximale d'un matériau donné placé dans la ligne de passe de référence et contribuant à la totalité du signal de l'appareil.

3.10 *Surface de mesure effective*

Surface d'un matériau donné placé dans la ligne de passe de référence qui fournit la corrélation optimale entre le signal de l'appareil et la variable de la feuille que l'on mesure (en général cette surface correspond à une valeur de 65% à 95% de la surface de mesure totale).

3.11 *Conditions de référence*

Série de valeurs assorties de tolérances, ou de domaines réduits fixés pour les grandeurs d'influence et, si nécessaire, pour les caractéristiques d'influence, qui sont spécifiés pour effectuer les essais comparatifs ou les essais de calibrage (Publication 359 de la CEI).

3.2 *Transmission thickness meter (ionizing radiation)*

A thickness meter that utilizes the radiation transmitted through the material being measured (I.E.V. 392-04-02).

3.3 *Beta (gamma) backscatter thickness meter*

A thickness meter that includes a beta (gamma) radiation source and that utilizes the radiation backscattered by the material being measured and any backing material adjacent to the material being measured.

3.4 *X-ray fluorescence thickness meter*

A thickness meter that utilizes the X-ray fluorescence excited in the material to be measured or in the supporting material (I.E.V. 392-04-04).

3.5 *Rated range*

The range of a quantity to be measured, observed, supplied or set, which the manufacturer has assigned to the apparatus (IEC Publication 359, Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment).

3.6 *Effective range*

The part of the rated range where measurements can be made within the stated limits of error (IEC Publication 359).

Note. — The effective range may be subdivided in order to characterize the instrument more fully.

3.7 *Mass per unit area (surface mass, surface density, mass cross-section)*

A quantity equal to the product of the density (mass of a unit volume) of a material and the thickness of the same material.

The mass per unit area may be calculated in practice by weighing a sample of material and dividing by its known area.

3.8 *Influence quantity*

Any quantity, generally external to an apparatus, which may affect its performance (IEC Publication 359).

Note. — A change in the value of one performance characteristic may affect another performance characteristic.

3.9 *Total measurement area*

The maximum area of a given material located at the reference pass line which contributes 100% of the instrument signal.

3.10 *Effective measurement area*

The area of a given material located at the reference pass line which provides the optimum correlation between the instrument signal and the sheet variable being measured. (Typically, this area will be in the range of 65% to 95% of the total measured area.)

3.11 *Reference conditions*

A set of values with tolerances, or restricted ranges of influence quantities and, if necessary, of influencing characteristics, specified for making comparison and calibration tests (IEC Publication 359).

3.12 *Domaine nominal de fonctionnement*

Domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence quand les prescriptions concernant l'erreur de fonctionnement sont remplies (Publication 359 de la CEI).

3.13 *Résolution **

La plus petite variation de la grandeur à mesurer qui peut être observée ou détectée. On devra tenir compte de la nature statistique du signal.

3.14 *Longueur de résolution géométrique **

Longueur minimale dans une direction donnée d'un échantillon étalon, de masse surfacique déterminée, qui peut être mesurée avec une précision donnée.

4. Définitions concernant les appareils

4.1 *Tête de mesure*

Dans un épaisseurmètre (par rayonnement ionisant), sous-ensemble comprenant la source de rayonnement, le détecteur et des dispositifs associés.

4.2 *Sous-ensemble électrique de mesure*

Sous-ensemble qui, au moyen de dispositifs électriques ou électroniques incorporés, sert à traiter les signaux électriques fournis par la tête de mesure et à fournir des grandeurs électriques de valeur convenable pour la mesure.

4.3 *Dispositif de balayage transversal*

Ensemble qui permet à la tête de mesure de se déplacer sur toute la largeur du matériau dont on mesure l'épaisseur.

4.4 *Entrefer*

Épaisseurmètre à transmission: intervalle entre le bloc émetteur de rayonnement ou le bloc détecteur, dans lequel on place le matériau à mesurer.

Épaisseurmètre à rétrodiffusion: intervalle séparant l'ensemble du bloc émetteur et du bloc détecteur de rayonnement de la surface arrière du matériau à mesurer ou de la surface du matériau placé derrière lui.

4.5 *Ligne de passe*

Chemin que le matériau, dont on mesure l'épaisseur, doit suivre dans l'entrefer.

4.6 *Ligne de passe de référence*

Ligne de passe dans l'entrefer correspondant à la position du matériau pour laquelle on effectue normalement l'étalonnage. Elle est habituellement définie à une distance spécifiée, soit de la surface du boîtier de la source, soit de la surface du boîtier du détecteur.

4.7 *Erreur de profil avec échantillon*

Erreur résultant du balayage par la tête de mesure de toute la longueur du dispositif transversal lorsqu'un échantillon étalon se trouve dans la ligne de passe dans les conditions de référence.

L'erreur peut s'exprimer comme l'écart par rapport à la valeur mesurée de chaque échantillon étalon.

* Dans le cas de mesures d'épaisseur, la résolution et la longueur de résolution géométrique sont fonctions de la surface de mesure effective, du temps d'établissement de l'appareil et de la vitesse de balayage du matériau.

3.12 *Rated range of use*

The range of values for an influence quantity within which the requirements concerning operating error are satisfied (IEC Publication 359).

3.13 *Resolution* *

The smallest change of the quantity being measured that can be observed or detected. Due regard shall be given to the statistical nature of the signal.

3.14 *Geometrical resolution length* *

The minimum length in a specified direction of a standard sample having a determined mass per unit area which can be measured with a given accuracy.

4. **Definitions related to the apparatus**

4.1 *Measuring head*

In a (ionizing radiation) thickness meter, a sub-assembly comprising the radiation source, the radiation detector and associated devices.

4.2 *Electrical measuring sub-assembly*

A sub-assembly which, by means of incorporated electrical or electronic devices, serves to process the electrical quantities delivered by the measuring head and to supply electrical quantities having convenient values for measurement purposes.

4.3 *Traversing mechanism*

An assembly which allows the measuring head to be traversed across the material being measured.

4.4 *Measuring gap*

Transmission thickness meter: the distance between opposing faces of the radiation-emitting assembly and the detector assembly between which the material being measured is located.

Backscattering thickness meter: the distance from the nearest face of the emitting assembly or the detector assembly to the rearmost surface of the material being measured or to the surface of the backing material.

4.5 *Pass line*

The path which the material to be measured has to follow in the measuring gap.

4.6 *Reference pass line*

The pass line in the measuring gap corresponding to the position of the material in which calibration is normally made. It is usually defined at specified distance from either the surface of the source-holder housing or the surface of the detector housing.

4.7 *Sample profile error*

The error resulting when scanning the measuring head over the length of the traversing mechanism with a standard sample located at the pass line under reference conditions.

The error may be expressed as a deviation from the measured value of each standard sample.

* In the case of thickness measurements, the resolution and the geometrical resolution length are a function of the effective measured area, of the settling time of the instrument and of the speed of scanning the product.

4.8 Erreur de ligne de passe

Erreur d'indication due aux mouvements de matériau dans l'entrefer suivant une direction perpendiculaire à la ligne de passe.

Cette erreur peut être déterminée par rapport à la dimension de l'entrefer et exprimée en unités de mesure rapportées à une épaisseur donnée (par exemple $0,01 \text{ g/m}^2$ pour 1 mm) ou en pourcentage de l'épaisseur massique réelle (par exemple $\pm 0,5\%$ par millimètre de déplacement).

4.9 Temps de réponse moyen

Temps moyen nécessaire après une variation échelon de la grandeur à mesurer pour que le signal de sortie atteigne pour la première fois $1 - 1/e = 63,2\%$ de sa valeur moyenne finale, compte tenu de la nature statistique du signal.

4.10 Temps d'établissement moyen

Temps minimal nécessaire après une variation échelon déterminée de la grandeur à mesurer pour que le signal de sortie atteigne et conserve une valeur située dans la bande de bruit encadrant à $\pm 2\sigma$ la valeur moyenne finale (d'après le V.E.I. 391-15-05).

4.11 Instabilité électrique

Variation du signal de sortie qui se produit dans les conditions de référence lorsque toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que le détecteur n'est pas irradié.

4.12 Instabilité radiométrique totale

Variation du signal de sortie qui se produit lorsque le détecteur est irradié alors que toutes les grandeurs de référence sont maintenues constantes et que l'appareil fonctionne dans les conditions de référence.

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

5. Généralités

Les prescriptions indiquées dans la Publication 476 de la CEI: Appareils électriques de mesure utilisant des sources radioactives, sont applicables. Le fabricant devra spécifier les conditions de référence et les domaines à retenir pour les essais des appareils. Les prescriptions suivantes s'appliquent respectivement aux types d'épaisseurmètres énumérés ci-dessous.

5.1 Epaisseurmètres en général

Les échantillons utilisés dans les essais peuvent être constitués du même matériau que celui qui a été employé pour l'étalonnage et ils ne devraient pas être affectés par les conditions ambiantes ou le vieillissement. L'erreur autorisée de positionnement de l'échantillon devrait être spécifiée. Lorsque l'on essaie des épaisseurmètres, il ne devrait pas y avoir interférence d'objets situés à proximité de la tête de mesure susceptibles de diffuser le rayonnement.

Le fabricant devra spécifier des géométries de référence ou des lignes directrices à utiliser pour vérifier le fonctionnement. Si le matériau échantillon est instable, on devrait lui substituer un échantillon stable ayant des propriétés semblables d'absorption et de diffusion.

4.8 *Pass line error*

An indication error which is caused by a movement of the material in the measuring gap in a direction perpendicular to the pass line.

This error may be stated with reference to the dimension of the measuring gap either in units of measurement referred to a given thickness (e.g. 0.01 g/m² for 1 mm) or as a percentage of the actual mass per unit area (e.g. ±0.5% per millimetre of movement).

4.9 *Mean response time*

The mean time after a step variation in the measured quantity until the output signal reaches for the first time $1-1/e = 63.2\%$ of its final mean value, due regard being given to the statistical nature of the signal.

4.10 *Mean settling time*

The minimum time required after a specified step variation in the measured quantity for the output signal to reach and remain within the $\pm 2\sigma$ noise band of its final mean value (from I.E.V. 391-15-05).

4.11 *Electrical instability*

Variation of the output signal under reference conditions, while all influence quantities are held constant and the detector is not irradiated.

4.12 *Overall radiometric instability*

Variation of the output signal for the detector in irradiated conditions while all reference quantities are held constant and the instrument is operating under reference conditions.

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS

5. **General**

The requirements indicated in IEC Publication 476, Electrical Measuring Instruments Utilizing Radioactive Sources, shall apply. The manufacturer shall specify the reference conditions and ranges which apply to the testing of the instruments. The following requirements are applicable respectively to the types of thickness meters listed below.

5.1 *Thickness meters in general*

The samples used in tests may be made of the same material used during the calibration and should not be affected by ambient conditions or ageing. The permissible position error of the sample should be specified. When testing thickness meters, there should be no interfering objects in the vicinity of the measuring head from which radiation can scatter.

The manufacturer will specify reference geometries or specific guidelines which can be used for checking performance. If the sample material is unstable, alternative stable sample materials having similar absorption and scattering properties should be substituted.

5.2 *Épaisseurmètres à transmission et à balayage transversal*

Les caractéristiques de fonctionnement liées à la géométrie devraient être déterminées en plaçant la tête de mesure sur le mécanisme transversal dans une position accessible, mécaniquement stable, bien définie et reproductible.

SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ESSAIS

Cette section traite des essais à effectuer sur des caractéristiques fonctionnelles et sur les effets des grandeurs d'influence pour la détermination des limites d'erreur ainsi que des essais pour déterminer d'autres caractéristiques des épaisseurètres.

6. Détermination des limites d'erreur

La détermination des limites d'erreur sera faite selon la procédure d'essais du paragraphe 6.1.

Les caractéristiques fonctionnelles du paragraphe 6.2 seront soumises aux essais.

Les effets des grandeurs d'influence du paragraphe 6.3 seront vérifiées.

6.1 *Procédure d'essais*

La détermination des limites d'erreur d'un épaisseurètre devrait être effectuée en divers points de l'étendue de mesure (par exemple à 10%, 50% et 90% de la valeur maximale). La détermination devrait être effectuée pour chacune des subdivisions éventuelles de l'étendue de mesure.

L'essai doit être fait en se plaçant dans les conditions de référence.

Lors de la mesure des limites d'erreur, on utilisera une gamme d'épaisseurs appropriées d'un matériau échantillon, l'appareil étant placé dans les conditions normales de fonctionnement qui devront être indiquées par le constructeur.

De plus, les caractéristiques suivantes concernant l'échantillon devront faire l'objet d'un accord avec le constructeur:

- a) état de l'échantillon:
 - état physique et chimique;
 - classes d'épaisseur;
 - égalité de la surface;
 - dimensions;
- b) modes d'examen de l'épaisseur;
- c) méthode de mesure adoptée;
- d) traitement des données obtenues.

6.2 *Caractéristiques fonctionnelles*

Les caractéristiques fonctionnelles suivantes feront l'objet d'essais pour la détermination des limites d'erreur:

5.2 *Traversing transmission thickness meters*

Geometry performance characteristics should be determined with the measuring head in an accessible, mechanically stable, well-defined and reproducible position on the traversing structure.

SECTION THREE — TEST REQUIREMENTS

This section deals with tests on performance characteristics and effects of influence quantities for the determination of the limits of error and with tests for the determination of other performance characteristics of thickness meters.

6. **Determination of the limits of error**

The determination of the limits of error will be made according to the test procedure of Sub-clause 6.1.

The performance characteristics of Sub-clause 6.2 shall be the subject of tests.

The effects of the influence quantities of Sub-clause 6.3 shall be verified.

6.1 *Test procedure*

The determination of the limits of error should be performed at a number of points within the effective range (e.g. at 10%, 50%, 90% of its maximum value). The determination should be made on each of the effective sub-ranges if applicable.

The test shall be made under reference conditions.

For the measurement of the limits of error, appropriate range standards of a sample material shall be used, the apparatus being under normal operating conditions which shall be specified by the manufacturer.

The following characterizing items concerning the sample shall also be agreed upon with the manufacturer.

- a) condition of the sample:
 - physical and chemical conditions,
 - thickness ranges,
 - flatness,
 - size;
- b) thickness inspection means;
- c) procedure of measurement adopted;
- d) treatment of the data obtained.

6.2 *Performance characteristics*

The following performance characteristics shall be the subject of tests to determine the limits of error:

6.2.1 *Etendue de mesure*

Les valeurs maximales et minimales de l'étendue de mesure doivent être spécifiées par le constructeur. Des valeurs devraient être spécifiées pour les subdivisions éventuelles de l'étendue de mesure s'il y a lieu.

Les essais pour vérifier les valeurs indiquées pourront être combinés avec les autres essais relatifs aux limites d'erreur.

6.2.2 *Erreur de ligne de passe*

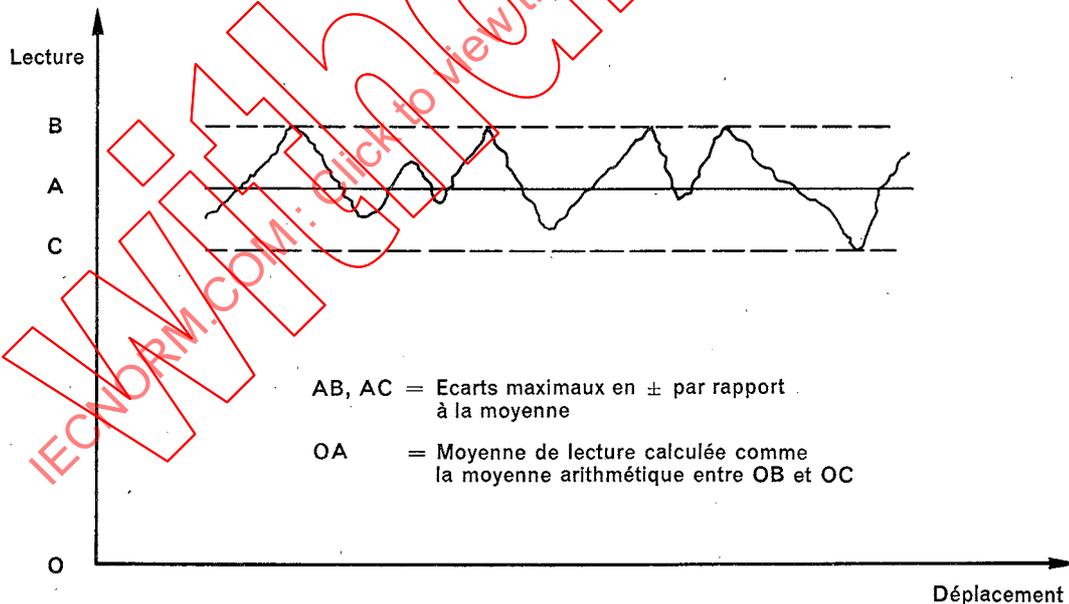
Cette erreur est fonction de la position du matériau à l'essai dans l'entrefer: c'est une caractéristique importante. La réponse de l'appareil est relevée en déplaçant un échantillon spécifié du matériau, par valeurs échelons discrètes vers le haut et vers le bas dans l'entrefer. Cette réponse est indiquée comme l'écart, positif ou négatif, par rapport à la valeur vraie, pour un mouvement positif ou négatif perpendiculaire à la ligne de passe, soit en pourcentage (de la masse réelle) soit en valeurs absolues.

6.2.3 *Erreur de profil avec échantillon*

Cette erreur est fonction de la position de la tête de mesure dans le mécanisme de déplacement transversal: elle correspond, en pratique, à la contribution aux limites de l'erreur due aux caractéristiques mécaniques de l'appareil.

Pour déterminer l'erreur de profil, un petit échantillon de matériau, plus grand que la surface de mesure, peut être fixé soit au boîtier de la source, soit à celui du détecteur. On le positionne dans l'entrefer à la ligne de passe de référence et on le déplace avec la tête de mesure d'une distance égale à la largeur maximale du matériau à mesurer.

L'erreur de profil avec échantillon est alors l'écart par rapport à une lecture moyenne (voir la figure 1).



023/77

FIG. 1.— Courbe de l'erreur de profil.

6.2.4 *Instabilité électrique*

Aucune méthode d'essai n'est donnée, la définition étant suffisante.

Note. — La simple fermeture de l'obturateur n'est pas suffisante pour réduire le rayonnement à zéro. L'essai pourra être effectué en déconnectant le détecteur du sous-ensemble de mesure électrique. Certains appareils sont munis d'un commutateur dont une position permet cet essai.

6.2.1 *Effective range*

The lower and upper values of the effective range shall be specified by the manufacturer. Values should be specified for sub-ranges if applicable.

Tests for verifying these specified values may be combined with the other tests concerning the limits of error.

6.2.2 *Pass line error*

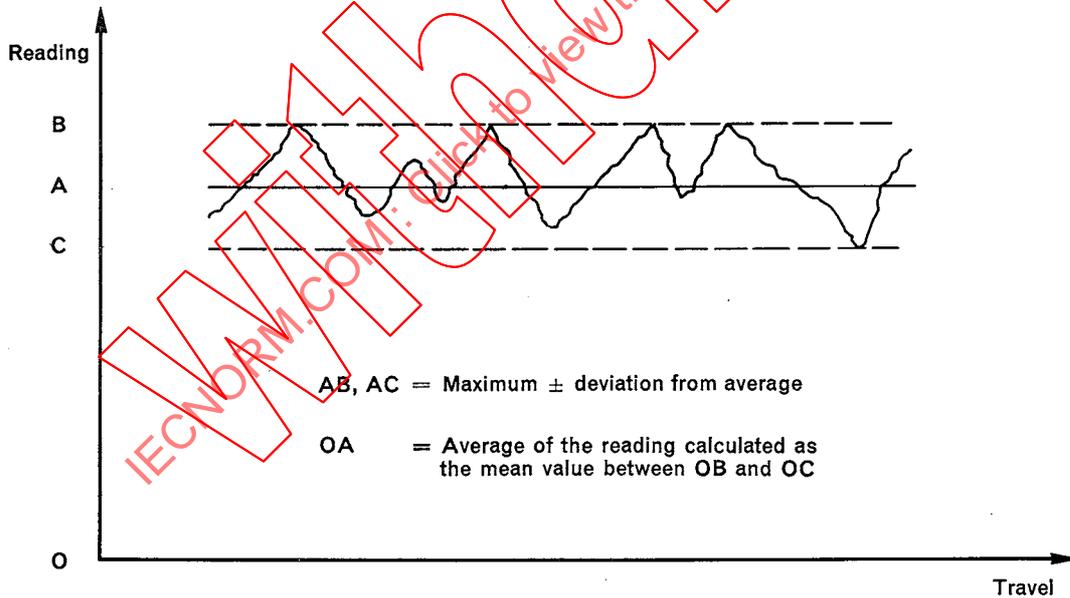
This error is a function of the position of the material under test in the measuring gap; it is an important performance specification. The meter response may be measured by moving a specified sample of material, in discrete steps, up and down in the measuring gap. The performance specification may be reported as a \pm deviation from the true value for a \pm movement perpendicular to the pass line either as a percentage (of actual mass) or in absolute terms.

6.2.3 *Sample profile error*

This error is a function of the position of the measuring head in the traversing mechanism; it corresponds practically to the contribution to the limits of error made by the mechanical characteristics of the instrument.

To determine the magnitude of the sample profile error, a small sample, larger than the measured area, of the material may be attached to either the source-holder or detector housing, positioned in the measuring gap at the reference pass line and allowed to travel with the measuring head as the measuring head moves a distance which is the same as the maximum width of the material to be measured.

The sample profile error is then the deviation from the average reading (see Figure 1).



023/77

FIG. 1.— Profil error curve.

6.2.4 *Electrical instability*

No test method is given, the definition being self-explanatory.

Note. — Merely closing the shutter will not reduce the radiation field to zero. The test may be performed by disconnecting the detector from the electrical measuring sub-assembly. Most instruments have a switch position which can be used to perform this test.

6.2.5 *Instabilité radiométrique totale*

L'essai doit être effectué en insérant un absorbeur fixe à la ligne de passe de référence dans l'entrefer. Les variations de la sortie en fonction du temps sont observées et devraient être exprimées comme une variation maximale de la courbe moyenne de l'indication enregistrée (par exemple $\pm 0,1 \text{ g/m}^{-2}/24 \text{ heures à } 100 \text{ g/m}^{-2}$).

La variation d'indication durant le temps spécifié par la notice technique devrait être mesurée en conservant constants l'absorbeur utilisé et les grandeurs d'influence.

Pour les appareils indiquant les valeurs absolues de l'épaisseur massique ou de l'épaisseur, l'instabilité radiométrique totale devrait être mesurée aux deux extrémités de l'étendue de mesure totale pour une valeur donnée du temps de réponse moyen ainsi que pour une source de nature et d'activité données.

Pour les appareils remplissant une fonction de contrôle, l'instabilité radiométrique totale devrait être mesurée en un point indiqué par le constructeur.

6.3 *Grandeurs d'influence*

6.3.1 Les effets des grandeurs d'influence suivantes devront être vérifiés:

- température ambiante;
- pression atmosphérique;
- tension d'alimentation.

Les méthodes d'essai pour vérifier les effets de ces trois grandeurs d'influence devraient faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

Pour déterminer l'erreur d'influence d'une caractéristique fonctionnelle due à une grandeur d'influence, toutes les autres grandeurs d'influence et toutes les caractéristiques d'influence doivent être maintenues dans les conditions de référence. La grandeur d'influence en cause peut prendre n'importe quelle valeur à l'intérieur de son domaine nominal de fonctionnement.

Sauf indications contraires du constructeur, les conditions de référence et les domaines nominaux de fonctionnements sont ceux des paragraphes 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4 et 6.4.1 de la Publication 359 de la CEI reproduits dans l'annexe A.

Les effets résultant des modifications de la tension du réseau doivent être déterminés selon le paragraphe 5.10 de la Publication 359 de la CEI reproduit en annexe A.

6.3.2 *Autres grandeurs d'influence*

Si la conception ou les conditions d'utilisation d'un épaisseurmètre donné sont telles que l'on observe des variations considérables dues aux effets d'autres grandeurs d'influence que celles indiquées ci-dessus, la mesure de ces variations doit être incorporée dans les essais, si possible; sinon ces effets devraient être réduits au minimum sur l'installation réelle. Tel est le cas de la présence de charges électrostatiques sur le matériau à mesurer et d'interférences électromagnétiques.

7. **Autres caractéristiques fonctionnelles**

7.1 *Temps d'établissement moyen*

Le temps d'établissement moyen doit être mesuré en provoquant une variation échelon déterminée du matériau à mesurer et en observant la réponse de l'appareil au point considéré.

6.2.5 Overall radiometric instability

The test shall be made by inserting a fixed absorber in the measuring gap at the reference pass line. Observations are made of the variations in the output as a function of time and should be expressed as a maximum variation of the smoothed curve of the recorded indication (e.g. $\pm 0.1 \text{ g/m}^2/24 \text{ hours at } 100 \text{ g/m}^2$).

The change of indication in the period specified by the technical documentation should be measured while the absorber used as a sample and the influence quantities are held constant.

For instruments indicating absolute values of the mass per unit area or thickness, the overall radiometric instability should be measured at both ends of the total effective range for a given value of the mean response time as well as for the nature and activity of the source.

For instruments maintaining a control action, the overall radiometric instability should be measured at a point specified by the manufacturer.

6.3 Influence quantities

6.3.1 The effects of the following influence quantities shall be verified:

- ambient temperature;
- ambient pressure;
- supply voltage.

The test methods for verifying the performance with respect to these three influence quantities should be agreed between the user and the supplier.

When measuring the influence error of a performance characteristic due to an influence quantity, all other influence quantities and all influencing characteristics shall remain within reference conditions. The relevant influence quantity may assume any value within its rated range of use.

Unless otherwise specified by the manufacturer, the reference conditions and the rated range of use are those of Sub-clauses 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4 and 6.4.1 of IEC Publication 359 reproduced in Appendix A.

Effects due to changes of mains supply voltage shall be determined according to Sub-clause 5.10 of IEC Publication 359 reproduced in Appendix A.

6.3.2 Other influence quantities

If the design of a given thickness meter or its utilization are such as to cause noticeable variations owing to the effect of influence quantities other than those mentioned above, the measurement of these variations shall be included in the test where practicable; otherwise these effects should be minimized on the actual installation. Examples are the presence of electrostatic charges induced on the material being measured and electromagnetic interference.

7. Other performance characteristics

7.1 Mean settling time

The mean settling time shall be measured by introducing a specified step change of the measured material and observing the response of the gauge system at the point of interest.

Le temps d'établissement moyen peut être mesuré en tout point de l'étendue de mesure de l'appareil. Le temps d'établissement de l'appareillage utilisé pour mesurer la réponse devrait être inférieur d'au moins un facteur 10 au temps d'établissement prévu pour l'appareil en cours d'essai. Pour des mesures en discontinu, il est recommandé de mesurer le temps d'établissement moyen entre le zéro et la valeur nominale.

L'essai devrait être effectué en insérant ou en retirant rapidement un absorbeur dans l'entrefer dans la ligne de passe.

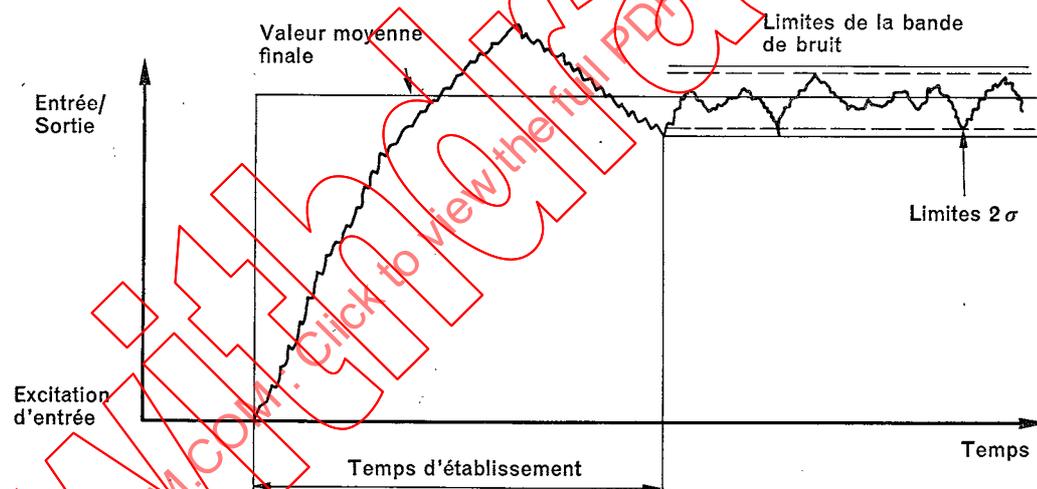
Le temps d'établissement doit être mesuré à la fois pour une lecture en augmentation et pour une lecture en diminution.

En utilisant une instrumentation appropriée, les valeurs finales seront obtenues de la façon suivante:

Un certain nombre d'enregistrements ou de photographies seront pris pendant l'exécution du processus ci-dessus et, pour chaque mesure, on relèvera le temps nécessaire pour que le signal de sortie atteigne la bande de bruit encadrant à $\pm 2\sigma$ la valeur moyenne finale et se maintienne à l'intérieur de cette bande.

Le temps d'établissement moyen sera donné par la moyenne des temps ainsi relevés et devrait être établi sur au moins trois mesures.

La figure 2 représente la réponse de sortie d'un appareil à l'entrée duquel on applique une excitation échelon comme il a été spécifié.



024177

FIG. 2.— Courbe de sortie.

7.2 Résolution

Une méthode pour déterminer la résolution pour une étendue de mesure donnée consiste à ajouter ou à retirer des feuilles les plus minces possibles à un échantillon dans l'étendue de mesure: la plus petite variation de la valeur moyenne que l'on peut détecter est la résolution. L'opérateur répétera cette opération sur plusieurs cycles en ajoutant et en retranchant des feuilles semblables dans les deux directions. La résolution peut s'exprimer comme une proportion de la valeur supérieure du domaine nominal.

La méthode de mesure directe, décrite ci-dessus, ne peut s'employer qu'avec des appareils destinés à la mesure d'épaisseurs massiques importantes. Dans le cas des appareils destinés à la mesure des épaisseurs massiques faibles, elle ne peut pas être employée à cause du manque de plaquettes d'épaisseur massique suffisamment faible.

The mean settling time can be measured at any point in the gauge system within the effective range. The settling time of the device used to measure the response should be at least a factor of 10 less than the anticipated settling time of the system being tested. In case of non-continuous measurements, it is recommended to measure the mean settling time between zero and the nominal value.

The test should be performed by rapidly inserting an absorber in the gap at the pass line or by quickly removing it.

The settling time shall be measured for an increasing as well as for a decreasing reading.

Using appropriate instrumentation, the final values shall be obtained in the following way:

A number of recordings or photographs shall be taken during the performance of the above procedure and the time determined for each measurement, until the output signal reaches and remains within the $\pm 2\sigma$ noise band of its final mean value.

The mean settling time shall be given by the mean of the individual times and should be based on a minimum of three measurements.

Figure 2 illustrates the output response of an instrument receiving a step input stimulus produced as specified.

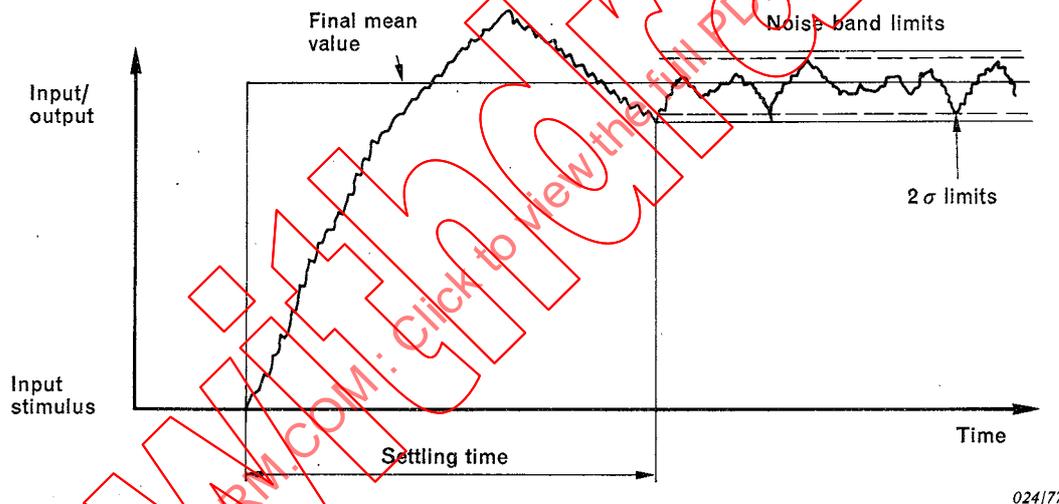


FIG. 2.— Output response curve.

7.2 Resolution

A method of determining the resolution for a given effective range consists of adding or removing the thinnest practical foils to a sample within the effective range: the smallest change of the mean value that can be detected is the resolution. Adding or removing similar foils in both directions, the operator shall repeat these operations for several cycles. The resolution may be expressed as a proportion of the upper value of the rated range in actual operating conditions.

The direct measurement method described above may be used only with regard to meters designed for measurement of large surface masses. In case of meters designed for measurement of small surface masses, it cannot be used due to the lack of foils of sufficiently small surface mass.

Dans le cas d'épaisseurmètres destinés à mesurer des variations d'épaisseur massique (ou d'épaisseur), la résolution devrait être déterminée pour le centre de l'étendue de mesure. Pour des instruments indiquant des valeurs absolues de l'épaisseur massique (ou de l'épaisseur), la résolution devrait être déterminée pour les deux extrémités de l'étendue de mesure.

7.3 Longueur de résolution géométrique

Dans ce qui suit, on suppose que le matériau à mesurer est placé dans la ligne de passe de référence et a une épaisseur massique constante dans les deux directions, exception faite de petites variations échelons dans la longueur de l'échantillon.

La méthode d'essai devrait être la suivante:

On prend un échantillon ayant une épaisseur massique donnée. Des bandes d'épaisseurs massiques égales ou différentes et de largeurs variables sont fixées séparément à l'échantillon. On maintient constante la vitesse de l'échantillon ainsi que la vitesse de l'appareil enregistreur et le temps d'établissement. La longueur de résolution géométrique sera déduite par inspection de la ligne tracée sur l'enregistrement.

La longueur de résolution géométrique doit correspondre à la largeur de la première bande dont la trace sur l'enregistrement se trouve dans la zone de précision désirée par rapport à la valeur vraie: Par exemple dans la bande $\pm 2\sigma$; ou à 70,7% de la valeur vraie; ou à 63,2% de la valeur vraie, etc.

La figure 3, page 28, donne un exemple pratique de l'enregistrement qui peut être obtenu et d'une estimation réelle de la grandeur considérée. Dans le cas choisi, des bandes de 0,5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 10 cm ont été utilisées.

Dans tous les cas, il faut noter que les bandes qui doivent être fixées à l'échantillon devraient être calibrées et avoir une épaisseur massique identique, d'une valeur qui permette de conserver l'indication totale de l'appareil dans son domaine linéaire.

7.4 Temps de réponse moyen

Cet essai devrait faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur, la méthode d'essai pourrait être la suivante:

A l'aide d'un enregistreur à grande vitesse, d'un oscilloscope ou d'un autre appareil approprié, prendre un certain nombre d'enregistrements ou de photographies après avoir fourni une variation échelon à la grandeur d'entrée et déterminer, à chaque fois, le temps nécessaire pour atteindre pour la première fois $1 - 1/e = 63,2\%$ de la valeur moyenne finale. Le temps de réponse moyen est la moyenne des temps ainsi relevés et devrait être établi sur un minimum de trois mesures.

7.5 Surfaces de mesure

Les essais relatifs aux surfaces de mesure devraient faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

La surface de mesure doit être considérée en fonction des facteurs qui existent dans les conditions réelles de fonctionnement.

L'intensité du rayonnement détecté sur cette surface peut ne pas être uniforme en raison du genre de collimation, de la forme du faisceau de rayonnement, des franges sur les bords de ce faisceau et des caractéristiques de réponse du détecteur. C'est pourquoi, la contribution au signal correspondant à chaque unité de surface du matériau mesuré devra être pondérée par l'intensité relative traversant cette unité de surface. De plus, beaucoup de produits à mesurer présentent des

In the case of thickness meters designed to measure surface mass (or thickness) variations, the resolution should be measured for the midpoint of the effective range. For instruments indicating absolute values of the surface mass (thickness), the resolution should be determined for both ends of the effective range.

7.3 Geometrical resolution length

In the following it is assumed that the material being measured is placed in the reference pass line and has a constant mass per unit area in both directions except for short step changes along the length of the sample.

The test procedure should be as follows:

Having taken a basic sample of given mass per unit area, strips of equal or different mass per unit area and various individual widths are attached separately to the sample. The scanning speed of the basic sample being fixed at a certain value as well as the chart velocity of the recording instrument and the settling time settings, the geometrical resolution length shall be deduced by inspection of the chart trace.

The geometrical resolution length shall correspond to the width of the first strip whose trace on the recording is within the desired accuracy of the true value. For example: within $\pm 2 \sigma$ of the noise band; or within 70.7% of true value; or within 63.2% of true value, etc.

Figure 3, page 28, gives a practical example of the recording which can be obtained and of an actual estimate of the quantity here considered. In this case, strips of 0.5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm and 10 cm have been used.

In any case, it is to be noted that the strips which are to be attached to the basic sample should be calibrated and have a same surface mass per unit area of a value such as to keep the overall indication of the instrument within its linear range.

7.4 Mean response time

This test should be agreed upon between the user and the supplier and could be performed as follows:

Using a high-speed recorder, oscilloscope or other appropriate instrumentation, take a number of recordings or photographs after having produced a step variation in the measured quantity and determine the time required for each measurement to reach, for the first time, $1 - 1/e = 63.2\%$ of the final mean value. The mean response time is the mean of the individual times and should be based on a minimum of three measurements.

7.5 Measurement areas

Tests related to measurement areas should be agreed upon between the user and the supplier.

The measurement areas must be considered from the standpoint of factors which exist under actual operating conditions such as the following:

The detected radiation intensity over this area may not be uniform due to the type of collimation, radiation beam shaping, fringe fields at the edges of the measuring beam and the detector response characteristics. Therefore the relative contribution to signal per unit area of the measured material will be weighted by the relative intensity through each unit area. In addition, many products being measured have considerable point-to-point density and thickness variation which lead to non-linear

variations considérables de masse volumique et d'épaisseur d'un point à un autre, ce qui conduit à une pondération non linéaire le long de la surface de mesure. (L'atténuation du rayonnement est une fonction exponentielle de la masse du matériau mesuré.) De même, il faut tenir compte du problème des discontinuités du produit, telles que les stries, les vides et les autres variations locales de masse.

7.5.1 *Surface de mesure totale*

La « surface de mesure totale » est importante quand on examine l'emplacement possible et l'interaction éventuelle de grandeurs d'influence potentielles, telles que les porteurs d'échantillons, les bords des matériaux en feuille, le montage de guides et de barrières de protection ainsi que la proximité d'autres capteurs ou structures mécaniques.

Plusieurs méthodes de détermination de la surface de mesure totale sont couramment utilisées. Une première consiste à placer le matériau à mesurer ou une bande de celui-ci dans la ligne de passe de référence, puis à déplacer l'extrémité d'un autre absorbeur, à peu près dans le même plan, en direction du faisceau de mesure jusqu'à ce que le premier changement détectable apparaisse. En répétant cette opération depuis plusieurs directions différentes, on délimitera les contours extrêmes de la surface de mesure. Les résultats peuvent varier légèrement selon la nature de l'absorbeur employé.

Une seconde méthode ne s'applique qu'à la mesure de matériaux homogènes. Un échantillon du matériau est placé dans la ligne de passe de référence et retire lentement jusqu'à l'apparition du premier changement détectable du signal. Le bord de l'échantillon indique la limite extérieure de la surface de mesure. On répétera l'opération pour avoir suffisamment de points pour déterminer la forme de la surface de mesure totale.

Une autre méthode consiste à déplacer une bande étroite de l'échantillon à mesurer dans le champ de rayonnement en suivant la ligne de passe de référence. Une courbe du signal résultant donne une indication de la réponse de l'épaisseurmètre à des irrégularités du matériau à mesurer. Les points où le signal dû à la présence de la bande disparaît ou apparaît définissent les limites extrêmes de la surface de mesure. En répétant cette opération dans plusieurs directions on établit la forme de la surface de mesure totale.

7.5.2 *Surface de mesure effective*

La « surface de mesure effective » est la plus représentative de l'épaisseur moyenne (masse/surface) du matériau mesuré et doit être connue lorsque des échantillons appropriés sont préparés à partir de matériaux non homogènes en vue de faire des corrélations avec les lectures de l'appareil pour un étalonnage statique. La surface de mesure effective est également importante pour le modelage analytique de la mesure, pour l'étude des temps de réponse et pour d'autres considérations dynamiques.

La surface de mesure effective est en général déterminée empiriquement car c'est une fonction complexe de la distribution spatiale du faisceau de rayonnement et de la distribution de la masse dans le matériau à mesurer. Une approche courante consiste à placer un échantillon type fixe du matériau à mesurer dans la ligne de passe de référence. Déterminer la surface de mesure totale et la marquer directement sur l'échantillon. Enregistrer le signal de l'appareil qui correspond à la surface marquée.

Enlever l'échantillon et le découper suivant la surface totale marquée sur celui-ci. On obtient ainsi un deuxième échantillon. On calcule avec précision la surface de ce deuxième échantillon, on le pèse soigneusement et on détermine ainsi son épaisseur massique.

Ensuite, découper, dans ce deuxième échantillon, une surface concentrique de dimensions plus petites. On obtient un troisième échantillon dont on détermine l'épaisseur massique. Répéter l'opération plusieurs fois en faisant chaque fois une surface concentrique plus petite.

averaging over the measurement areas (radiation attenuation is exponentially related to the mass of the measured material). Similarly, consideration must be given to resolution of product discontinuities such as streaks, voids and other local mass variations.

7.5.1 *Total measurement area*

The “total measurement area” is important when considering the permissible location and possible interaction of potential influence quantities such as sample holders, the edges of the sheet materials being measured, mounting of guides and protective barriers, and the proximity of other sensors or mechanical structures.

Several methods for determining total measurement area are in common usage. A first method consists of placing the material to be measured or a strip of it at the reference passline and then moving the edge of another absorber in approximately the same plane toward the measuring beam until the first detectable change of signal occurs. Repeating this from several directions will identify the outer extremes of the measured area. The results vary slightly depending upon the nature of the absorber being used.

A second method is restricted to homogeneous materials being measured. A sample of the material is placed at the reference pass line and slowly withdrawn until the first detectable change in signal occurs. The edge of the sample then identifies the outer extreme of the measurement area. Repeating this procedure until enough points are determined will establish the shape of the total measured area.

Another method consists of moving a narrow strip of the sample to be measured across the measuring beam at the reference pass line. A plot of the resulting measurement signal gives an indication of the spatial response of the thickness meter to streaks in the measured material. The points at which the signal resulting from the presence of the strip disappears or appears identify the outer extremes of the measurement area. Repeating this procedure in several directions establishes the shape of the total measurement area.

7.5.2 *Effective measurement area*

The “effective measurement area” is that which is the most representative for the average measured material thickness (mass/area) and must be known if appropriate samples are prepared of non-homogeneous materials to correlate with the instrument readings for static calibration. The effective measurement area is also important in analytical modelling of the measurement, in response-time studies, and other dynamic considerations.

The effective measurement area is usually determined empirically because it is a complex function of the radiation beam spatial distribution and the mass distributions in the materials to be measured. A common approach is to position a typical static sample of the material to be measured at the reference pass line. Determine the total measurement area and mark it directly on the sample. Record the instrument signal which corresponds to the marked area.

Withdraw the sample and cut out the area marked on it. A second sample is thus obtained. Calculate precisely the area of this second sample, accurately weigh it and thus determine the mass per unit area.

Next, cut out this second sample to a smaller size which is concentric to the previous one. A third sample is obtained, the mass per unit area of which is determined. Repeat this several times, making successively smaller concentric areas each time.

L'épaisseur massique calculée peut varier lorsqu'on réduit la surface en raison de la non-uniformité du matériau.

Ce procédé est répété pour un certain nombre d'échantillons originaux d'épaisseurs différentes du matériau pour lequel l'appareil doit être étalonné. Des courbes d'étalonnage sont tracées en utilisant les réponses de l'appareil et les valeurs de l'épaisseur massique des coupes d'échantillons de chaque dimension spécifique. (Par exemple, une courbe pour les échantillons de 6 cm de diamètre, une autre pour ceux de 5 cm, une autre pour ceux de 4 cm, etc.) Calculer l'écart type σ pour chaque courbe d'étalonnage et tracer la courbe de σ en fonction de la dimension de l'échantillon. La dimension d'échantillon dont l'écart type σ est le plus petit est le plus représentatif. C'est la surface de mesure effective.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60577:1977
Withdrawn

The calculated mass per unit area may vary as the sample size is reduced due to the non-uniformity of the material.

This process is repeated for a number of different thicknesses of original samples of the material for which the gauge is to be calibrated. Calibration curves are then developed using the gauge response data and mass per unit area values for the cut samples of each specific size. (For example, one curve for the samples of 6-cm diameter, another curve for 5-cm diameter, another for 4-cm diameter, etc.) Calculate the standard error of the mean (σ) for each calibration curve and plot σ vs. sample size. The sample size that produces the smallest standard error (σ) is the most representative and is the effective measurement area.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60577:1977
Withdrawn

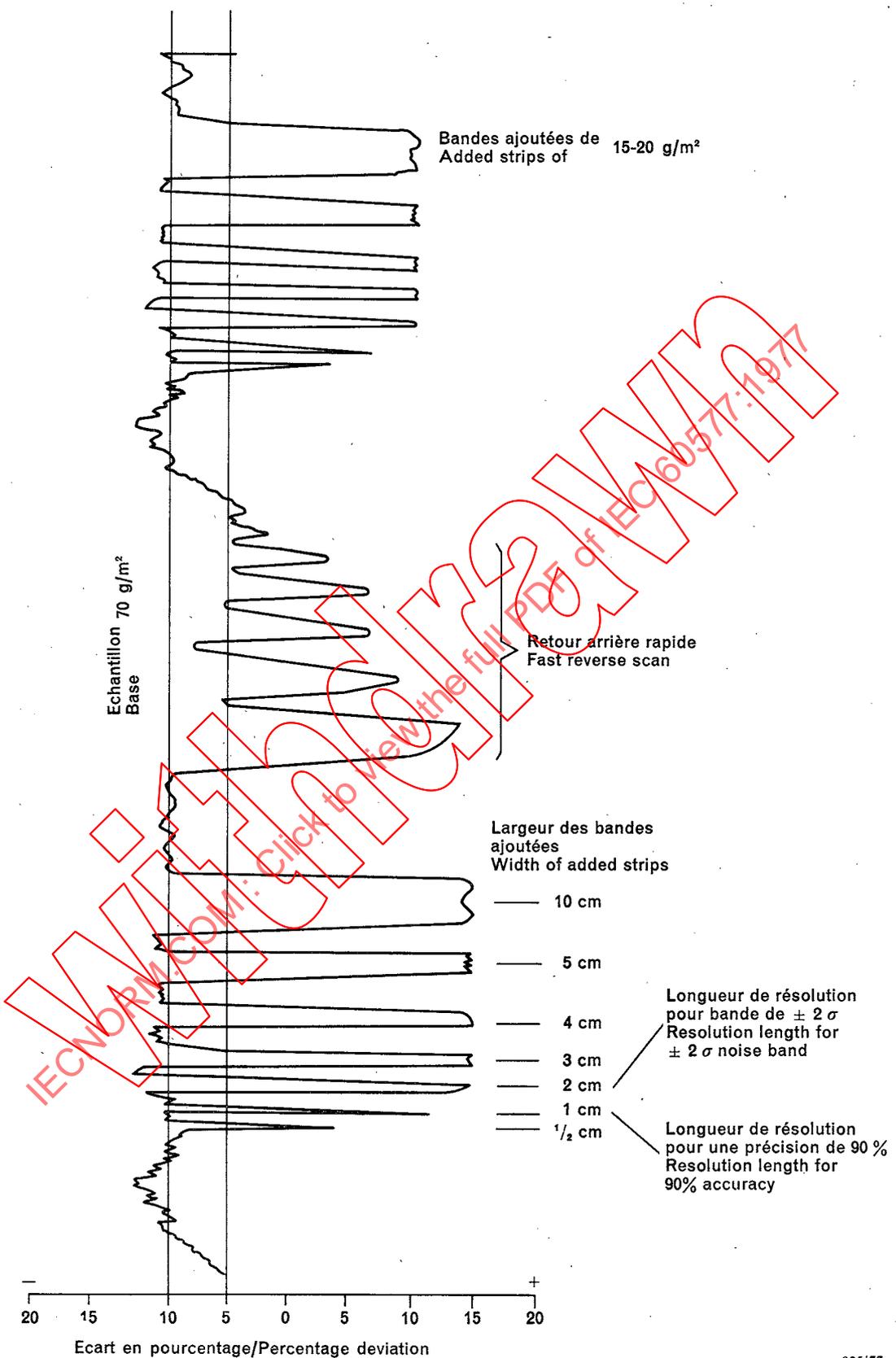


FIGURE 3