

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 769

Première édition — First edition
1983

**Systèmes de mesure par rayonnement ionisant
avec traitement analogique ou numérique du signal,
pour les mesures d'épaisseur**

**Ionizing radiation measurement systems
with analogue or digital signal processing
for thickness measurements**



© CEI 1983

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 769

Première édition — First edition

1983

**Systèmes de mesure par rayonnement ionisant
avec traitement analogique ou numérique du signal,
pour les mesures d'épaisseur**

**Ionizing radiation measurement systems
with analogue or digital signal processing
for thickness measurements**



© CEI 1983

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

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	Pages 4
PRÉFACE	4

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	8
3.1 Jauge d'épaisseur (rayonnement ionisant)	8
3.2 Système de mesure par transmission	8
3.3 Système de mesure par rétrodiffusion	8
3.4 Système de mesure par le rayonnement de fluorescence X	8
3.5 Tête de mesure	10
3.6 Sous-ensemble électronique de mesure	10
3.7 Point de contrôle	10
3.8 Mécanisme de support de la tête de mesure	10
3.9 Entrefer de mesure	12
3.10 Ligne de passage	12
3.11 Ligne de passage de référence	12
3.12 Aire de mesure	12
3.13 Masse par unité de surface (masse surfacique)	12
3.14 Précision	12
3.15 Reproductibilité	12
3.16 Domaine nominal	14
3.17 Etendue de mesure	14
3.18 Résolution	14
3.19 Longueur de résolution géométrique du système	14
3.20 Instabilité électrique	14
3.21 Instabilité radiométrique totale	14
3.22 Réponse temporelle	14
3.23 Signaux de sortie analogiques	16
3.24 Signaux de sortie numériques	20
3.25 Linéarité	20
3.26 Dispositifs de diagnostic	22
3.27 Erreur de profil d'échantillon	22
3.28 Grandeur d'influence	24

CHAPITRE II: CONDITIONS D'ESSAIS

4. Généralités	28
5. Essais en laboratoire	30
5.1 Essais de caractéristiques intrinsèques	30
5.2 Grandeurs d'influence et essais	48
6. Documentation concernant les résultats d'essais en laboratoire	52
7. Essais sur place	54
7.1 Essai concernant l'erreur de profil d'échantillon du système	54
7.2 Essai de longueur de résolution géométrique	56
ANNEXE A — Description d'un système de mesure complet	58
ANNEXE B — Evaluation d'un système de mesure par rayonnement ionisant. Résultats d'essais en laboratoire	66
ANNEXE C — Essais concernant la tension du réseau (d'après la Publication 359 de la CEI, paragraphe 5.10)	92

CONTENTS

FOREWORD	Page 5
PREFACE	5

CHAPTER I: GENERAL

Clause		
1. Scope		7
2. Object		7
3. Definitions		9
3.1 Thickness gauge (ionizing radiation)		9
3.2 Transmission measurement system		9
3.3 Backscatter measurement system		9
3.4 X-ray fluorescence measurement system		9
3.5 Measuring head		11
3.6 Electronic measuring sub-assembly		11
3.7 Test point		11
3.8 Measuring head supporting mechanism		11
3.9 Measuring gap		13
3.10 Pass line		13
3.11 Reference pass line		13
3.12 Measurement area		13
3.13 Mass per unit area (surface mass, surface density, mass cross-section)		13
3.14 Accuracy		13
3.15 Reproducibility		13
3.16 Rated range		15
3.17 Effective range		15
3.18 Resolution		15
3.19 System geometrical resolution length		15
3.20 Electrical instability		15
3.21 Overall radiometric instability		15
3.22 Time response		15
3.23 Analogue signal output		17
3.24 Digital signal output		21
3.25 Linearity		21
3.26 Diagnostic features		23
3.27 Sample profile error		23
3.28 Influence quantity		25

CHAPTER II: TEST REQUIREMENTS

4. General	29
5. Laboratory tests	31
5.1 Intrinsic performance tests	31
5.2 Influence quantities and tests	49
6. Laboratory test results documentation	53
7. On-site tests	55
7.1 System sample profile error test	55
7.2 Geometrical resolution length test	57

APPENDIX A — Generalized measurement system description	59
APPENDIX B — Ionizing radiation measurement system evaluation — Laboratory test results	67
APPENDIX C — Mains supply voltage tests (from IEC Publication 359, Sub-clause 5.10)	93

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES DE MESURE PAR RAYONNEMENT IONISANT
AVEC TRAITEMENT ANALOGIQUE OU NUMÉRIQUE DU SIGNAL,
POUR LES MESURES D'ÉPAISSEUR**

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 préparé lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980, puis discuté lors de la réunion tenue à Tokyo en 1981. A la suite de cette réunion, un projet, document 45(Bureau Central) 154, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1981.

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

Allemagne	Nouvelle-Zélande
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	République Démocratique Allemande
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie

Cette publication remplace la Publication 577 de la CEI: Epaisseurmètres par rayonnement ionisant pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos 50(392): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 392: Instrumentation nucléaire — Complément au chapitre 391.
- 359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques.
- 405: Appareils nucléaires: Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants.

Autre publication citée:

Norme ISO 2919: Sources radioactives scellées — Classification.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**IONIZING RADIATION MEASUREMENT SYSTEMS
WITH ANALOGUE OR DIGITAL SIGNAL PROCESSING
FOR THICKNESS MEASUREMENTS**

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 prepared at the meeting held in Stockholm 1980, then discussed at the meeting held in Tokyo in 1981. As a result of this latter meeting, a draft, Document 45(Central Office)154, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	New Zealand
Belgium	Poland
Canada	Spain
Egypt	Sweden
France	Union of Soviet
German Democratic Republic	Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Italy	United States of America
Netherlands	Yugoslavia

This publication replaces IEC Publication 577: Ionizing Radiation Thickness Meters for Materials in the Form of Sheets, Coatings or Laminates.

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 50(392): International Electrotechnical Vocabulary, (IEV), Chapter 392: Nuclear Instrumentation
— Supplement to Chapter 391.

359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment.

405: Nuclear Instruments: Constructional Requirements to Afford Personal Protection Against Ionizing Radiation.

Other publication quoted:

ISO Standard 2919: Sealed Radioactive Sources—Classification.

SYSTÈMES DE MESURE PAR RAYONNEMENT IONISANT AVEC TRAITEMENT ANALOGIQUE OU NUMÉRIQUE DU SIGNAL, POUR LES MESURES D'ÉPAISSEUR

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme a trait aux définitions, méthodes d'essais et procédés pour les systèmes de mesure de rayonnements ionisants destinés à opérer 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 traitements industriels. Le matériau traité soumis à de telles mesures peut se présenter sous la forme de feuilles, de revêtements, de produits laminés, de tubes ou de barreaux. Cette norme vise des systèmes comportant une ou plusieurs sorties aux fins d'affichage ou de contrôle. 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 de l'équipement sont traités dans d'autres normes de la CEI ou de l'ISO (par exemple: Norme ISO 2919 et Publication 405 de la CEI: Appareils nucléaires — Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants; etc.).

2. Objet

Les systèmes 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 de transmission, de rétrodiffusion ou de 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 d'influences étrangères. Les microprocesseurs et les mini-ordinateurs ont permis, d'autre part, 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 doivent être combinés dans certaines fonctions analytiques, n'ont guère d'importance au regard des conditions de contrôle statique dans la présente norme, mais ils peuvent entraîner d'importantes erreurs dans

IONIZING RADIATION MEASUREMENT SYSTEMS WITH ANALOGUE OR DIGITAL SIGNAL PROCESSING FOR THICKNESS MEASUREMENTS

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

This standard relates to definitions, test methods, and procedures for ionizing radiation measurement systems designed for either continuous or discrete measurements and checks of thickness, mass per unit area, or mass per unit length on 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: ISO Standard 2919 and IEC Publication 405: Nuclear Instruments — Constructional Requirements to Afford Personal Protection Against Ionizing Radiation; etc.).

2. Object

The systems covered by 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 which 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. 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.

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. Les moyens de compensation pour des détecteurs à grande sensibilité aux grandeurs d'influence devront être 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 de traitement interactif des signaux et compensations. Cela est facilité dans la présente norme grâce à l'introduction de trois points de contrôle différents pour les systèmes de mesure en cours d'évaluation.

Dans la présente norme, l'expression «épaisseur» est utilisée pour désigner aussi bien la masse par unité de surface, la masse par unité de longueur ou 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 unité d'épaisseur réelle seulement si le nombre 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 changent pas relativement à ces échantillons. Dans le cas de produits sous forme de barreaux, avec une section de surface connue ou constante, le signal de sortie peut être exprimé en terme de masse par unité de longueur.

Note. — Il est recommandé au lecteur de se référer au schéma fonctionnel de l'annexe A, pour une meilleure compréhension des spécifications.

3. Définitions

3.1 *Jauge d'épaisseur (rayonnement ionisant)*

Assemblage de mesure comprenant une source de rayonnement ionisant et destiné à effectuer des mesures non destructives de l'épaisseur d'un matériau à l'aide des rayonnements ionisants (VEI 392-04-01, modifié)

3.2 *Système de mesure par transmission*

Système de jauge d'épaisseur utilisant le rayonnement ionisant transmis à travers le produit devant être mesuré. La source et le détecteur sont positionnés en vis-à-vis et des deux côtés du matériau à mesurer. Le système peut inclure des capteurs de compensation pour mesurer et corriger les effets de grandeurs d'influence indésirables.

3.3 *Système de mesure par rétrodiffusion*

Système de jauge d'épaisseur utilisant le rayonnement ionisant rétrodiffusé par le matériau à mesurer ainsi que toute matière de support adjacente au matériau à mesurer. La source et le détecteur sont positionnés du même côté que le matériau à mesurer. Le système peut inclure des capteurs de compensation en vue de mesurer et de corriger les effets de grandeurs d'influence indésirables.

3.4 *Système de mesure par le rayonnement de fluorescence X*

Système de jauge d'épaisseur utilisant le rayonnement de fluorescence X provoqué dans le matériau à mesurer ou dans le matériau support (VEI 392-04-04, modifié). Le système peut comprendre des capteurs de compensation pour mesurer et corriger les effets de grandeurs d'influence indésirables.

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 three different test points throughout the measurement system under evaluation.

In this standard, the term “thickness” is used interchangeably to mean mass per unit area, mass per unit length, or thickness. Radiometric thickness 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 Appendix A for a better understanding of the specification.

3. Definitions

3.1 *Thickness gauge (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 (IEV 392-04-01, modified).

3.2 *Transmission measurement system*

A thickness gauge system that utilizes the ionizing radiation transmitted through the material being measured. The source and detector are positioned on opposite sides of the measured material. The system may include compensation sensors to measure and correct for the effects of undesirable influence quantities.

3.3 *Backscatter measurement system*

A thickness gauge system that utilizes the ionizing radiation backscattered by the material being measured and any backing material adjacent to the material being measured. The source and detector are positioned on the same side of the material being measured. The system may include compensation sensors to measure and correct for the effects of undesirable influence quantities.

3.4 *X-ray fluorescence measurement system*

A thickness gauge system that utilizes the X-ray fluorescence excited in the material to be measured or in the supporting material (IEV 392-04-04, modified). The system may include compensation sensors to measure and correct for the effects of undesirable influence quantities.

3.5 *Tête de mesure*

Sous-ensemble comprenant une ou plusieurs sources de rayonnement ainsi que des détecteurs de rayonnement en même temps que des capteurs de compensation pouvant être utilisés pour mesurer et corriger les effets des grandeurs d'influence indésirables.

Note. — Le sous-ensemble tête de mesure peut comprendre des composants électroniques pour le traitement du signal.

3.6 *Sous-ensemble électronique de mesure*

Sous-ensemble qui, en utilisant des composants électriques ou électroniques incorporés, sert à traiter les grandeurs électriques délivrées par la tête de mesure et à fournir des grandeurs électriques ayant des valeurs adaptées aux mesures.

3.7 *Point de contrôle*

Endroit, dans le système de mesure, où les signaux électriques peuvent être contrôlés.

3.7.1 *Point de contrôle A*

Endroit, dans le système de mesure, où le signal de sortie du détecteur peut être contrôlé dans sa forme originelle de base.

Note. — Dans le cas d'une chambre d'ionisation, cela se fait habituellement après le préamplificateur et avant toute conversion sous forme numérique.

3.7.2 *Point de contrôle B*

Endroit, dans le système de mesure, où des signaux prévus aux fins de régulation des processus peuvent être contrôlés. Cet endroit n'existe pas dans les systèmes n'ayant pas de sortie prévue pour régulation.

3.7.3 *Point de contrôle C*

Endroit, dans le système de mesure, relié au dispositif de lecture de la mesure, à la sortie.

3.8 *Mécanisme de support de la tête de mesure*

Assemblage mécanique sur lequel la tête de mesure est fixée.

3.8.1 *Mécanisme fixe*

Mécanisme de support de la tête de mesure restant en position fixe.

3.8.2 *Mécanisme rétractable*

Mécanisme de support de la tête de mesure qui peut être retiré de sa position de mesure.

3.8.3 *Mécanisme de translation*

Mécanisme de support de la tête de mesure permettant à cette dernière d'être déplacée transversalement au matériau à mesurer.

3.5 *Measuring head*

A sub-assembly comprising one or more radiation sources and radiation detectors along with any compensation sensors that may be used to measure and correct the effects of undesirable influence quantities.

Note. — The measuring head sub-assembly may include electronic devices for signal processing.

3.6 *Electronic 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.

3.7 *Test point*

A point in the measurement system where electrical signals may be monitored.

3.7.1 *Test point A*

The point in the measurement system where the detector output signal may be monitored in its original basic form.

Note. — For an integrating ionization chamber this would typically be after the preamplifier and before any conversion to a digital form.

3.7.2 *Test point B*

The point in the measurement system at which control signals may be monitored. This point does not exist in systems which have no control output.

3.7.3 *Test point C*

The point in the measurement system at which normal measurement display read-outs occur.

3.8 *Measuring head supporting mechanism*

A mechanical assembly to which the measuring head is mounted.

3.8.1 *Fixed mechanism*

A measuring head supporting mechanism that does not move.

3.8.2 *Retractable mechanism*

A measuring head supporting mechanism that is able to be withdrawn from the measurement position.

3.8.3 *Traversing mechanism*

A measuring head supporting mechanism which allows the measuring head to be traversed across the material being measured.

3.9 *Entrefer de mesure*

Jauge d'épaisseur à transmission: intervalle entre faces opposées de l'ensemble émetteur de rayonnement et de l'ensemble détecteur dans lequel est situé le matériau à mesurer.

Jauge d'épaisseur à rétrodiffusion: intervalle entre la face la plus proche de l'assemblage émetteur ou de l'assemblage de détection et la surface la plus en arrière du matériau à mesurer ou la surface du matériau de support.

3.10 *Ligne de passage*

Position du matériau dans l'espace de mesure.

3.11 *Ligne de passage de référence*

Ligne de passage à l'intérieur de l'espace de mesure correspondant à la position du matériau pour lequel l'étalonnage est normalement effectué. Elle est généralement définie à une distance particulière, soit par rapport à la surface du porte-source, soit par rapport à la surface du détecteur.

3.12 *Aire de mesure*

3.12.1 *Aire totale de mesure*

Surface minimale d'un matériau donné situé à la ligne de passage de référence contribuant pour 100% au signal de sortie.

3.12.2 *Aire effective de mesure*

Surface d'un matériau donné situé à la ligne de passage de référence donnant une corrélation optimale entre le signal de sortie et la variable à mesurer (cette aire se situe habituellement entre 65% et 95% de l'aire totale de mesure).

3.13 *Masse par unité de surface (masse surfacique)*

Grandeur égale au produit de la masse volumique d'un matériau par l'épaisseur du même matériau. La masse par unité de surface peut être calculée en pratique en pesant un échantillon du matériau et en divisant ce résultat par sa surface.

3.14 *Précision*

Degré de conformité d'une valeur indiquée à une valeur normalisée reconnue, ou valeur idéale.

Notes 1. — Mesurée en général comme imprécision, elle est exprimée en tant que précision.

2. — Elle est caractérisée en termes de la variable mesurée, pourcentage d'échelle, pourcentage de la gamme supérieure ou pourcentage de la lecture réelle de sortie.

3.15 *Reproductibilité*

Exprime le degré de concordance entre un certain nombre de mesures consécutives de la sortie pour la même valeur de l'entrée dans les mêmes conditions opératoires.

Note. — Mesurée habituellement comme une non-reproductibilité, elle est exprimée en tant que reproductibilité en pourcentage de la gamme supérieure ou pourcentage de la lecture réelle de sortie pour une période de temps spécifiée ou pour un nombre déterminé de mesures.

3.9 *Measuring gap*

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

Backscattering thickness gauge: 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.

3.10 *Pass line*

The position of the material to be measured in the measuring gap.

3.11 *Reference pass line*

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

3.12 *Measurement area*

3.12.1 *Total measurement area*

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

3.12.2 *Effective measurement area*

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

3.13 *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 cross-sectional (surface) area.

3.14 *Accuracy*

Degree of conformity of an indicated value to a recognized standard value, or ideal value.

Notes 1. — It is usually measured as an inaccuracy and expressed as accuracy.

2. — It is typically expressed in terms of the measured variable, per cent of span, per cent of upper range value, or per cent of actual output reading.

3.15 *Reproducibility*

The closeness of agreement among a number of consecutive measurements of the output for the same value of the input under the same operating conditions.

Note. — It is usually measured as a non-repeatability and expressed as repeatability in per cent of upper range value or per cent of actual output reading for a specified time period or number of measurements.

3.16 *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).

3.17 *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'instrument plus complètement.

3.18 *Résolution*

Plus petite modification de la grandeur à mesurer susceptible d'être observée ou détectée. La nature statistique du signal et l'influence de toutes les techniques d'échantillonnage utilisées doivent être bien prises en considération. Les données échantillonnées doivent être normalisées pour tenir compte du filtrage du signal et du temps de mesure des données.

3.19 *Longueur de résolution géométrique du système*

Longueur minimale dans une direction spécifiée d'un échantillon normalisé possédant une masse déterminée par unité de surface, susceptible d'être mesurée avec une précision donnée. Dans le cas de mesure d'épaisseur pour des systèmes de mesure par balayage, la longueur de résolution géométrique est fonction de l'aire de mesure réelle, du temps d'établissement de l'appareillage, de la vitesse de balayage de la tête de mesure et du temps d'échantillonnage des données accumulées.

3.20 *Instabilité électrique*

Variation du signal de sortie dans des conditions de référence, alors que toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que le détecteur n'est pas irradié.

3.21 *Instabilité radiométrique totale*

Variation du signal de sortie dans les conditions de référence, alors que toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que le détecteur est en situation d'irradiation constante.

3.22 *Réponse temporelle*

Sortie exprimée en fonction du temps, résultant de l'application d'un signal d'entrée sous des conditions spécifiées. Des paramètres typiques définis en sont le temps de réponse et le temps d'établissement comme indiqué dans la figure 1, page 16.

3.16 *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).

3.17 *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.

3.18 *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 and the influence of any sampling techniques being used. Sampled data shall be normalized for the effects of signal filtering and data measurement time.

3.19 *System 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 factor of error. In the case of thickness measurements for scanning measurement systems, the geometrical resolution length is a function of the effective measuring area, the settling time of the instrument, the scanning speed of the measuring head, and of the accumulated data sampling time.

3.20 *Electrical instability*

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

3.21 *Overall radiometric instability*

Variation of the output signal under reference conditions, while all influence quantities are held constant and the detector is in an irradiated condition.

3.22 *Time response*

An output expressed as a function of time, resulting from the application of a specified input under specified operating conditions. Typical parameters defined are the response time, and settling time as indicated in Figure 1, page 17.

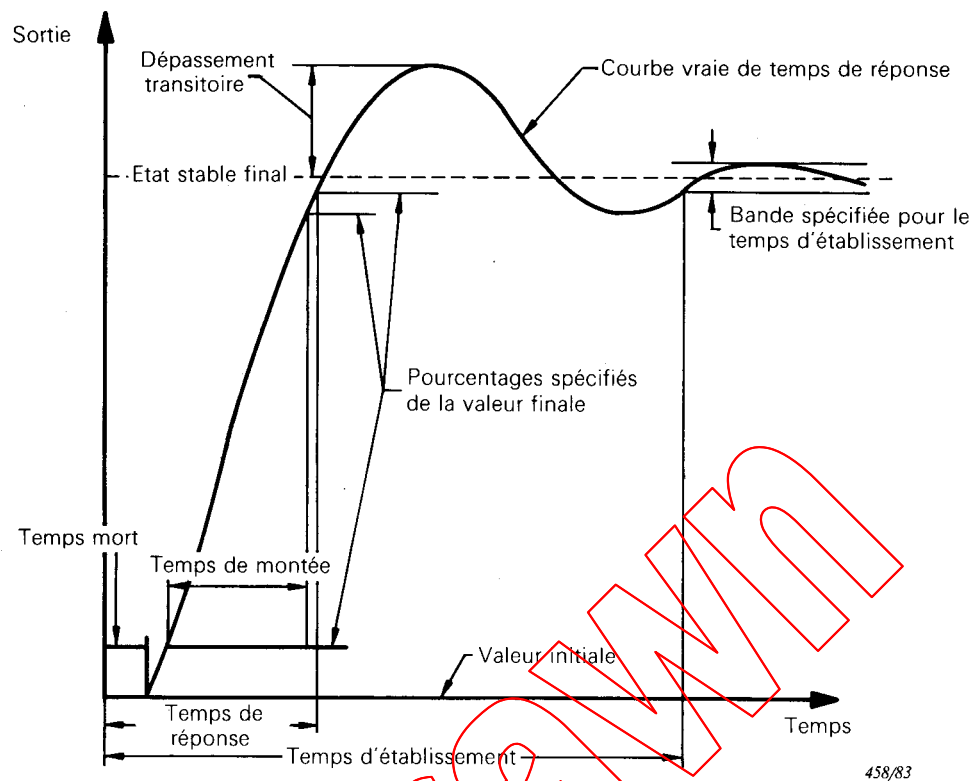


FIG. 1 — Exemple de réponse temporelle d'un système à un échelon unité à l'entrée.

Dans les systèmes numériques, le signal de sortie est composé de valeurs discrètes. La réponse à une modification dans la variable mesurée apparaît sous la forme de signaux de sortie discrets à partir d'une valeur initiale jusqu'à une valeur finale. La figure 2, page 18, illustre un tel exemple. Les paramètres *temps de montée* et *temps de réponse moyen* ne peuvent pas être définis de façon générale, parce que le point de départ de la variation échelon n'est pas défini. Le seul paramètre utile est le *temps moyen d'établissement* exprimé en termes d'intervalles de temps discrets, dépendant du *temps d'échantillonnage*, du *taux d'échantillonnage* et du *temps d'intégration* du système.

3.23 Signaux de sortie analogiques

3.23.1 Temps de réponse moyen

Temps moyen après une variation échelon de la grandeur à mesurer jusqu'à ce que le signal de sortie atteigne un pourcentage spécifié de sa valeur moyenne finale, pour la première fois (étant entendu que la nature statistique du signal est bien prise en considération). Pour cette norme, le pourcentage spécifié est de 63,2% de la variation échelon. L'amplitude de dépassement transitoire éventuel doit être indiquée.

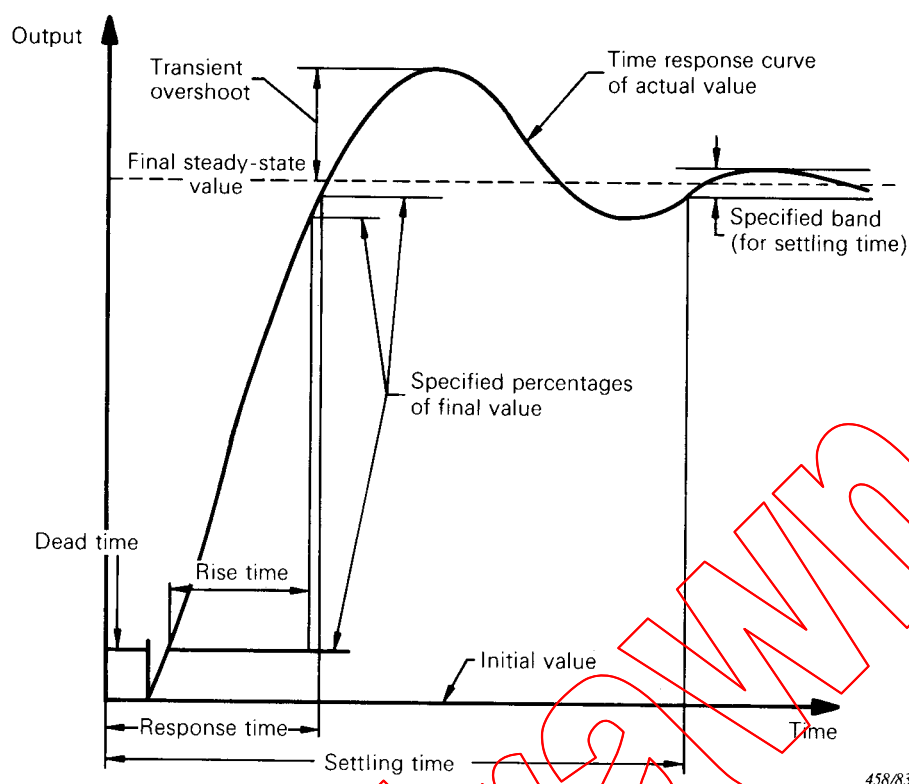


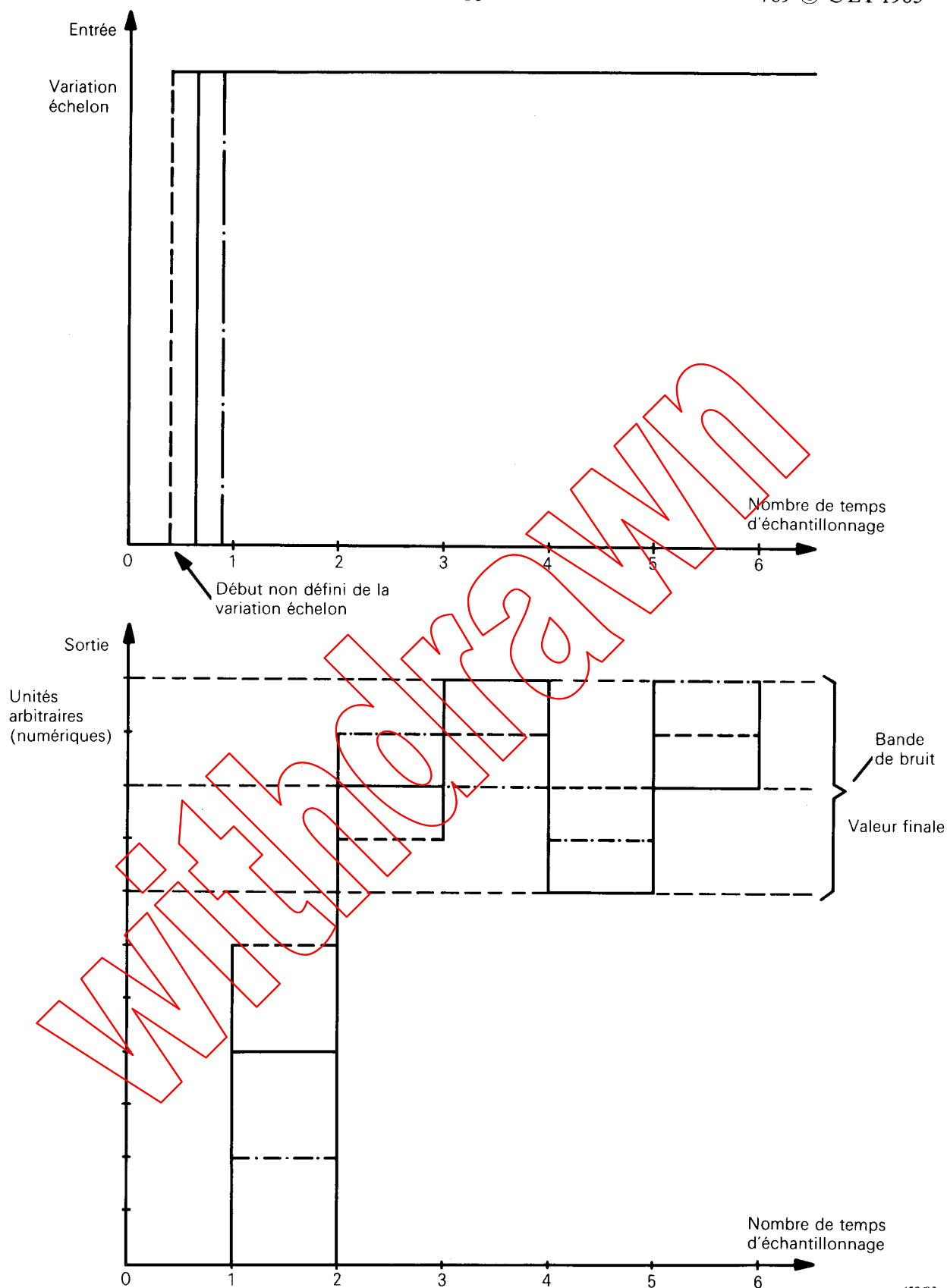
FIG. 1. — Typical time response of a system to a step increase of input.

In digital systems, the output signal is composed of discrete values. The response to a change in the measured variable appears as discrete output steps from the initial to final value of the variable. Figure 2, page 19, illustrates a typical example. The parameters *rise time* and *mean response time* cannot be defined in a general way, because the occurrence of the step change is not defined. The only useful parameter is the *mean settling time* expressed in terms of discrete time intervals depending upon the system *sampling time*, *sampling rate* and *integration time*.

3.23 Analogue signal output

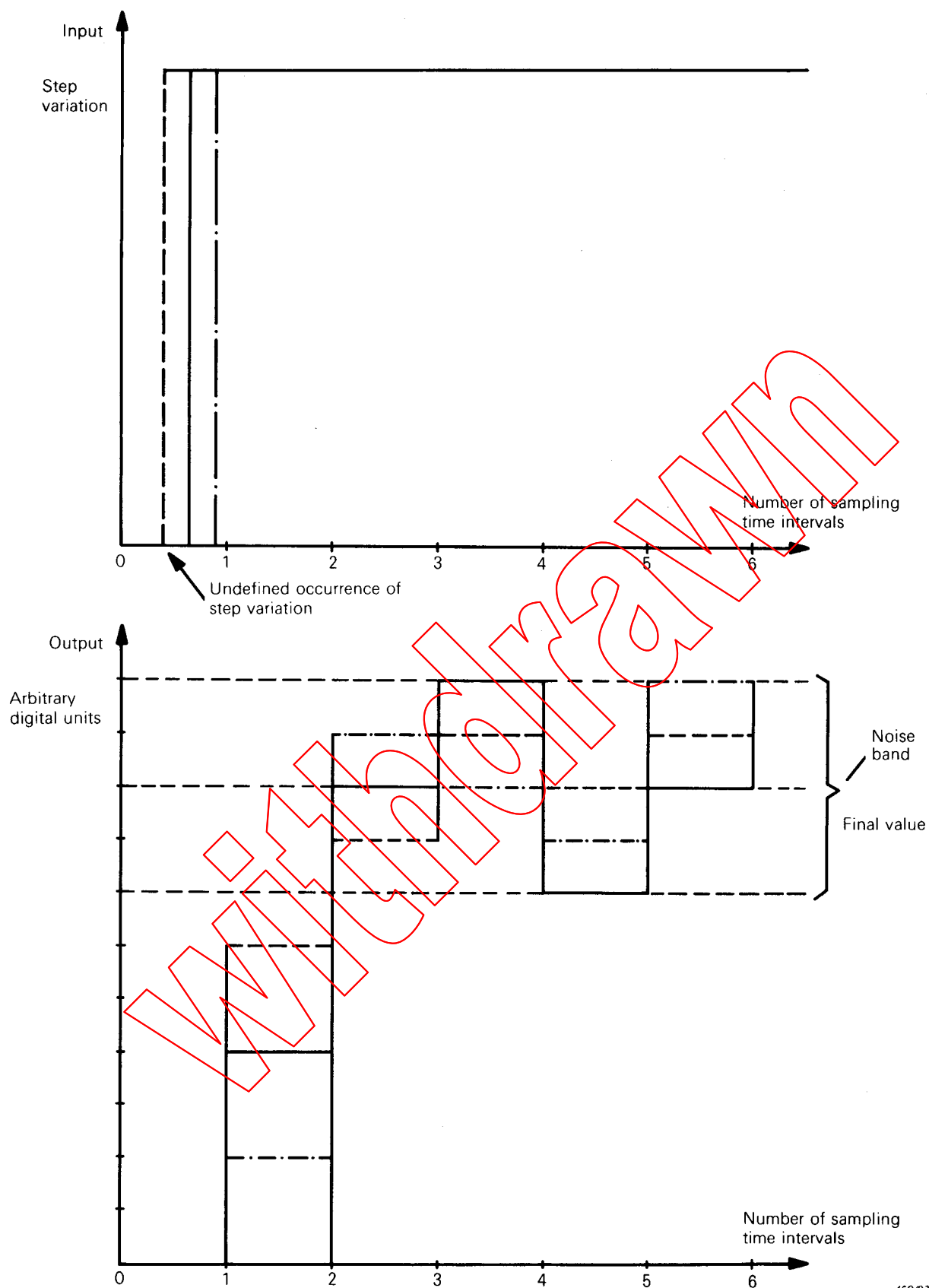
3.23.1 Mean response time

The mean time after a step variation in the measured quantity until the output signal reaches a specified percentage of its final mean value for the first time (due regard being given to the statistical nature of the signal). For this standard, 63.2% of the step change shall be the specified percentage. The magnitude of any transient overshoot should be stated.



Note. — La variation échelon du signal d'entrée peut survenir à un moment quelconque à l'intérieur de l'intervalle temporel d'échantillonnage.

FIG. 2. — Exemple de réponse temporelle d'un système numérique à une variation échelon du signal d'entrée.



459/83

Note. — The input signal step variation may occur at any time within the sampling time interval.

FIG. 2. — Typical time response of a digital system to a step variation of input.

3.23.2 Temps d'établissement moyen analogique

Temps minimal nécessaire pour qu'après une variation échelon spécifiée de la grandeur à mesurer la moyenne du signal de sortie atteigne et reste dans la bande de bruit à $\pm 2\sigma$ autour de sa valeur moyenne finale.

3.23.3 Temps de restitution

Temps nécessaire pour que le signal de sortie atteigne et conserve une nouvelle valeur stable à $\pm 2\sigma$ près, quand la condition de mesure subit une variation échelon correspondant au passage de l'état d'absence de matériau dans l'entrefer de mesure à un nouvel état de présence de matériau d'une valeur spécifiée comprise dans l'étendue de mesure.

3.24 Signaux de sortie numériques

3.24.1 Temps d'échantillonnage

Intervalle de temps pendant lequel l'information numérique est collectée.

3.24.2 Taux d'échantillonnage

Nombre de fois que la grandeur à mesurer est échantillonnée par unité de temps.

3.24.3 Temps d'intégration global

L'intervalle de temps, généralement exprimé en termes de temps d'échantillonnage pendant lequel des valeurs numériques de la grandeur à mesurer sont moyennées d'une certaine façon (par exemple moyenne glissante). Ces valeurs numériques peuvent déjà présenter des moyennes temporelles de la grandeur à mesurer.

3.24.4 Temps moyen d'établissement numérique

Temps minimal requis après une variation échelon définie de la quantité à mesurer, pour que le signal de sortie atteigne et reste dans la bande de bruit à $\pm 2\sigma$ près, autour de sa valeur finale. Ce temps moyen d'établissement numérique devra être exprimé en fonction d'un multiple du temps d'échantillonnage.

Note. — Il est bien entendu que la meilleure résolution ne peut pas être inférieure à celle correspondant au bit le moins significatif.

3.24.5 Temps de restitution numérique

Temps nécessaire pour que le signal de sortie atteigne et conserve une nouvelle valeur stable à $\pm 2\sigma$ près, quand la condition de mesure subit une variation échelon correspondant au passage de l'état d'absence de matériau dans l'entrefer de mesure à un nouvel état de présence de matériau d'une valeur spécifiée comprise dans l'étendue de mesure.

Le temps de restitution sera exprimé en termes de temps d'échantillonnage correspondant.

3.25 Linéarité

Exprime le degré de concordance qu'une courbe peut atteindre par rapport à une droite, telle que définie dans la figure 3, page 22.

Note. — Généralement, on mesure une non-linéarité mais on l'exprime comme une linéarité qui peut être chiffrée en valeur absolue ou relative, par exemple un écart type ou maximal entre une courbe moyenne et une ligne droite. La courbe de réponse moyenne est déterminée après au moins deux excursions complètes de l'étendue de mesure dans chaque sens. Sauf spécification contraire, la linéarité qualifie le signal de sortie.

3.23.2 *Analogue mean settling time*

The minimum time required after a specified step variation in the measured quantity for the mean of the output signal to reach and remain within the $\pm 2\sigma$ noise band of its final mean value.

3.23.3 *Recovery time*

The time required for the output signal to reach and remain within the $\pm 2\sigma$ noise band when the measuring condition undergoes a step change from no measured material present in the measuring gap to a specified value within the measurement range.

3.24 *Digital signal output*

3.24.1 *Sampling time*

The time interval over which digital information is collected.

3.24.2 *Sampling rate*

The number of times the quantity to be measured is sampled per unit of time.

3.24.3 *Overall integration time*

The time interval normally in terms of the *sampling time* over which the numerical values of the quantity to be measured are averaged in a specified manner (e.g., sliding averaging). These numerical values may already represent time averages of the quantity to be measured.

3.24.4 *Digital 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. This digital mean settling time should be expressed as a multiple of the sampling time.

Note. — It is well understood that the best output resolution cannot be smaller than the one corresponding to the least significant bit.

3.24.5 *Digital recovery time*

The time required for the output signal to reach and remain within the $\pm 2\sigma$ noise band when the measuring condition undergoes a step change from no measured material present in the measuring gap to a specified value within the measurement range.

The recovery time should be expressed in terms of the corresponding sampling time.

3.25 *Linearity*

The closeness to which the actual calibration curve approximates a straight line, as defined in Figure 3, page 23.

Note. — It is usually measured as a non-linearity and expressed as linearity which may be either absolute or relative; for example, a standard deviation or a maximum deviation between an average curve and a straight line. The average curve is determined after making two or more full range excursions in each direction. The value of linearity is referred to the output unless otherwise stated.

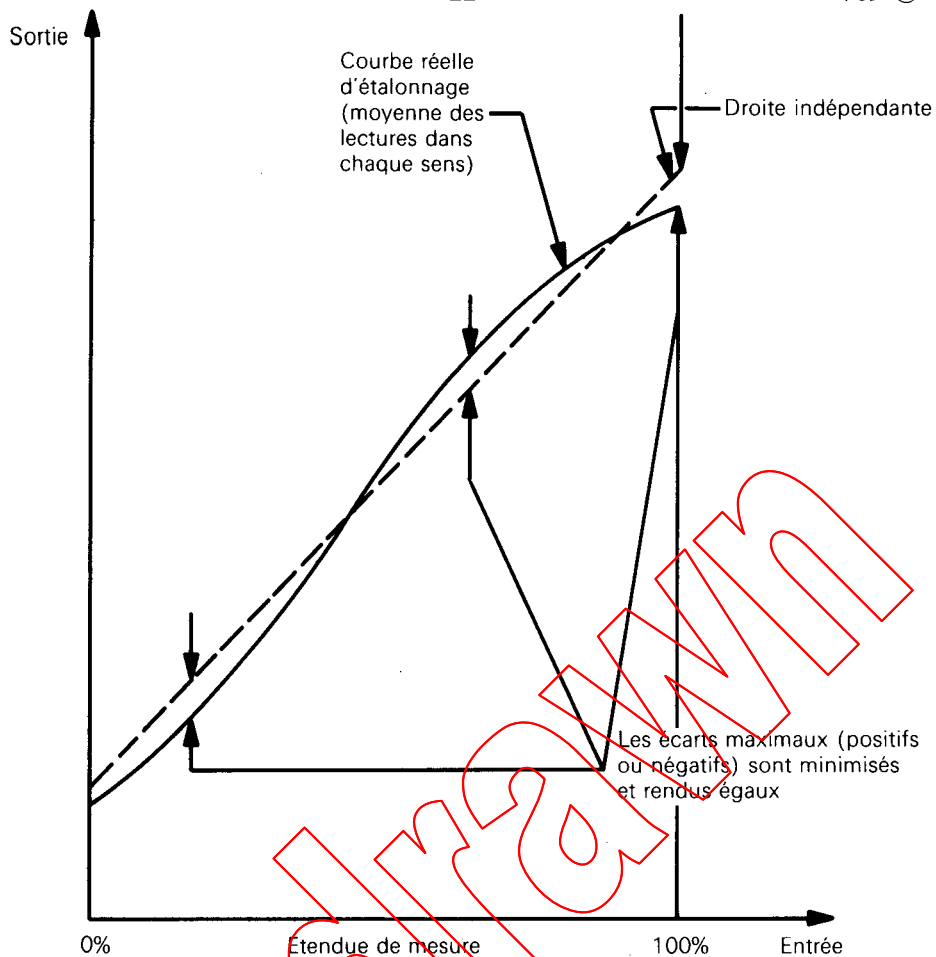


FIG. 3. — Linéarité.

460/83

3.26 Dispositifs de diagnostic

Dispositifs du système de mesure permettant à l'opérateur de déterminer la capacité du système à fonctionner de façon normale. Ces dispositifs comprennent d'habitude des algorithmes d'analyse avec valeurs limites qui opèrent sur des sorties et entrées intermédiaires à l'intérieur du système ainsi que des moyens d'indication des conditions.

3.27 Erreur de profil d'échantillon

Erreur intervenant lors du balayage effectué par la tête de mesure tout le long du mécanisme de déplacement avec un échantillon de référence situé à la ligne de passe de référence et mesuré dans des conditions de référence. Les effets d'irrégularités dans le mécanisme de déplacement peuvent être mémorisés dans un dispositif-mémoire du système de mesure pour être utilisés ensuite en vue de minimiser l'erreur de profil du système. L'erreur est exprimée sous la forme d'un écart par rapport à la valeur réelle de chaque échantillon de référence.

Notes 1. — C'est une erreur dynamique qui peut être fonction du temps de réponse du système, de la vitesse d'exploration de la tête de mesure et des températures environnantes. Une déformation du système de déplacement peut être causée par la température du matériau à mesurer et par la température environnante.

2. — Dans le cas d'une jauge à rétrodiffusion, effectuant une mesure sur un contre-matériau, il peut ne pas être pratique d'introduire un échantillon de référence pendant le contrôle de l'erreur de profil. Si cela est le cas, l'essai devrait être effectué sur le contre-matériau lui-même et les résultats extrapolés ensuite pour un échantillon présent.

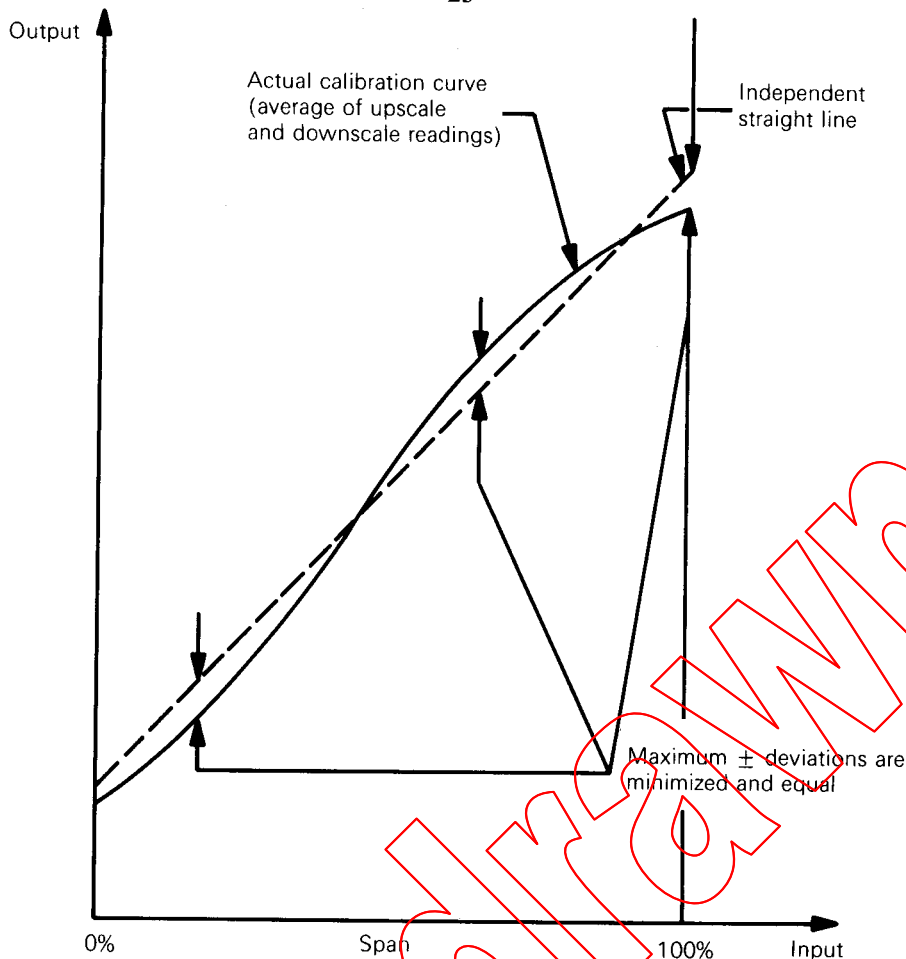


FIG. 3. — Linearity.

460/83

3.26 Diagnostic features

Those features of the measurement system which enable the operator to determine the ability of the system to perform in a standard fashion. These features usually include analysis algorithms with pertinent limit values which operate on intermediate outputs and inputs within the systems, and a means of reporting the conditions.

3.27 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 reference pass line and measured under reference conditions. The effects of irregularities in the traversing mechanism may be stored in a memory device of the measurement system and then used to minimize the sample profile error. The error is expressed as a deviation from the actual value of each standard sample.

Notes 1. — This is a dynamic error which may be a function of the system time response, the scanning speed of the measuring head, and the environmental temperatures. Deflection of the traversing mechanism may be affected by the measured material process temperature and the environmental temperature.

2. — In the case of a backscatter gauge, measuring off a backing material, it may not be practical to include a standard sample while checking the profile error. If that is the case, the test should be run with the bare backer and the results then extrapolated to the effect expected with a sample present.

3.28 *Grandeur d'influence*

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

Note. — Lorsque la modification d'une caractéristique fonctionnelle affecte une autre caractéristique fonctionnelle, elle est considérée comme une caractéristique d'influence.

3.28.1 *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 spécifiées pour effectuer les essais comparatifs ou les essais de calibrage (Publication 359 de la CEI).

3.28.2 *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).

3.28.3 *Erreur de ligne de passage*

Erreur causée par un mouvement du matériau dans l'entrefer de mesure en direction perpendiculaire à la ligne de passage. Cette erreur peut être représentée en unité de la mesure de base ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure réelle pour un déplacement spécifié (par exemple 0,01 g/m² pour 1 mm ou 0,5% pour un millimètre de déplacement).

3.28.4 *Erreur d'alignement de tête*

Erreur causée par un mouvement relatif des têtes d'un système de mesure de transmission. Un tel mouvement comprend aussi bien un déplacement linéaire qu'un déplacement angulaire. Cette erreur peut être exprimée en unité de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure réelle pour une variation spécifiée.

3.28.4.1 *Erreur d'alignement en direction Z (mauvais alignement de l'entrefer)*

Erreur résultant d'un déplacement linéaire des têtes le long de l'axe source-détecteur.

3.28.4.2 *Erreur d'alignement en direction Y*

Erreur résultant d'un déplacement linéaire des têtes à angle droit de l'axe source-détecteur dans la direction transversale au matériau à mesurer.

3.28.4.3 *Erreur d'alignement en direction X*

Erreur résultant d'un déplacement linéaire des têtes à angle droit par rapport à l'axe source-détecteur dans la direction du déplacement du matériau à mesurer.

3.28.5 *Effets des variations de composition*

Effets sur les mesures des variations de composition concernant le matériau mesuré, généralement exprimés en unité de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure réelle pour une variation de composition spécifiée.

3.28.6 *Erreur due au dépôt d'un matériau étranger*

Erreur provoquée par le dépôt d'un matériau étranger (poussière) sur les fenêtres de la tête de mesure. Cette erreur peut être exprimée en unité de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure effective pour un niveau spécifié de matériau étranger.

3.28 *Influence quantity*

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

Note. — When a change of a performance characteristic affects another performance characteristic, it is referred to as an influencing characteristic.

3.28.1 *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).

3.28.2 *Rated range of use*

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

3.28.3 *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 in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified movement (e.g., 0.01 g/m² for 1 mm or 0.5% per millimetre movement).

3.28.4 *Head alignment error*

An indication error which is caused by movement of the heads of a transmission measurement system with respect to one another. Both linear and angular displacements are included. This error may be expressed in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified deflection.

3.28.4.1 *Z direction alignment error (air-gap misalignment)*

A deflection error resulting from linear displacement of the heads along the source-detector axis.

3.28.4.2 *Y direction alignment error*

A deflection error resulting from linear displacement of the heads at right angles to the source-detector axis in the process cross-machine direction.

3.28.4.3 *X direction alignment error*

A deflection error resulting from linear displacement of heads at right angles to the source-detector axis in the process machine direction.

3.28.5 *Composition effects*

The effects of composition variations within the measured material on the measurements, usually expressed as an indication error in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified composition variation.

3.28.6 *Foreign material build-up error*

An indication error which is caused by the build-up of foreign material (dirt) on the measuring head windows. This error may be expressed in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified build-up level.

3.28.7 *Effets de la colonne d'air*

Effets des variations de la masse volumique de la colonne d'air entre la source et le détecteur dues à la pression atmosphérique et aux changements de température au cours des mesures. Ils sont exprimés généralement sous la forme d'une erreur en unité de la mesure primaire ou par un pourcentage de la mesure effective pour un changement spécifié.

3.28.8 *Sensibilité au bruit extérieur*

Erreur due à l'interférence de bruit provenant d'une source électromagnétique ou d'une source de rayonnement à haute énergie. Cette erreur est généralement exprimée en unité de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure effective pour une source de bruit spécifiée.

3.28.9 *Tarage*

Dispositif automatique ou semi-automatique dans le système qui normalise la sortie de mesure sous certaines conditions de mesure, par exemple avec seulement un entrefer air, avec des atténuateurs incorporés ou avec un volet fermé.

Note. — Le but du tarage est d'ajuster périodiquement le système de mesure en vue de minimiser les effets de décroissance de source, de poussière, de dérive électronique, etc. Une insertion manuelle d'échantillons de vérification et un changement consécutif des paramètres de traitement sont considérés comme un recalibrage et non pas comme un tarage.

Withdawn

3.28.7 *Air column effects*

The effects of variations in the density of the air column between the source and the detector due to atmospheric pressure and temperature changes during the measurements. This is usually expressed as an indication error in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified change.

3.28.8 *External noise susceptibility*

An indication error due to interference from external noise sources of an electromagnetic or high energy radiation source. The error is usually expressed in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified noise source.

3.28.9 *Standardization*

An automatic or semi-automatic feature in the system that will normalize the measurement output when measuring under certain conditions; for example, air-gap only, built-in attenuators or closed shutter.

Note. — The purpose of standardization is to periodically adjust the measurement processing to minimize effects of source decay, dirt, electronic drift, etc. Manual insertion of check samples and subsequent change of processing parameters is considered as re-calibration, not standardization.

Withdrawn