

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60650

Première édition
First edition
1979-01

**Ictomètres analogiques –
Caractéristiques et méthodes d'essais**

**Analogue counting ratemeters –
Characteristics and test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60650: 1979

LICENSED TO MECON Limited - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60650

Première édition
First edition
1979-01

**Ictomètres analogiques –
Caractéristiques et méthodes d'essais**

**Analogue counting ratemeters –
Characteristics and test methods**

© IEC 1979 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

LICENSED TO MECON Limited - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	8
3.1 Appareils	8
3.2 Caractéristiques	8
3.3 Conditions d'essais et d'utilisation	12
3.4 Erreurs	14
4. Conditions générales des essais	16
4.1 Conditions de référence et domaine nominal de fonctionnement	16
4.2 Réglages préalables	18
4.3 Disposition générale pour les essais	20
4.4 Principes généraux des méthodes proposées	20
5. Caractéristiques et méthodes d'essais	22
5.1 Etendue de mesure	22
5.2 Constantes théoriques	22
5.3 Caractéristiques d'entrée	24
5.4 Caractéristiques de sortie	24
5.5 Temps de réponse et temps d'établissement	28
5.6 Temps de montée	34
5.7 Temps de récupération	36
5.8 Erreurs — Expression générale	38
5.9 Classe de précision	40
5.10 Erreur statique	42
5.11 Erreur dynamique	42
5.12 Erreur de linéarité (intégrale)	42
5.13 Erreur de stabilité	46
5.14 Fluctuations de l'indication de sortie	48
5.15 Variations en fonction de la tension d'alimentation	50
5.16 Variations en fonction de la température	54
5.17 Variations en fonction de la charge	56
6. Parasites	58
6.1 Sensibilité aux parasites	58
6.2 Production de parasites	58
6.3 Mesures de protection	60
7. Essais climatiques et mécaniques	60
8. Fiabilité	60
9. Circuits auxiliaires	62
9.1 Fréquences d'étalonnage	62
9.2 Réglage du zéro de l'ictomètre	64
9.3 Contrôle de bon fonctionnement	64
ANNEXE A — Essai qualitatif avec une source radioactive	66
ANNEXE B — Exemple de courbes $\frac{\Delta N}{N} = f(\Delta U)$ pour appareil à 6 puissances de 10	74
ANNEXE C — Exemple de courbes $\frac{\Delta N}{N} = f(\Delta U)$ pour appareil à 7 puissances de 10	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	9
3.1 Instruments	9
3.2 Characteristics	9
3.3 Conditions of test and use	13
3.4 Errors	15
4. General test conditions	17
4.1 Reference conditions and rated range of use	17
4.2 Preliminary settings	19
4.3 General arrangements for tests	21
4.4 General principles of the proposed methods	21
5. Characteristics and test methods	23
5.1 Effective range	23
5.2 Theoretical constants	23
5.3 Input characteristics	25
5.4 Output characteristics	25
5.5 Response time and settling time	29
5.6 Rise time	35
5.7 Restoration time	37
5.8 Errors — General expression	39
5.9 Accuracy class	41
5.10 Static error	43
5.11 Dynamic error	43
5.12 (Integral) Linearity error	43
5.13 Stability error	47
5.14 Output indication fluctuations	49
5.15 Variations as a function of supply voltage	51
5.16 Variations as a function of temperature	55
5.17 Variations as a function of load	57
6. Electromagnetic noise	59
6.1 Electromagnetic noise susceptibility	59
6.2 Interference production	59
6.3 Protection measures	61
7. Environmental testing procedures	61
8. Reliability	61
9. Auxiliary circuits	63
9.1 Calibration frequencies	63
9.2 Ratemeter zero setting	65
9.3 Proper functioning check circuits	65
APPENDIX A — Qualitative test with a radioactive source	67
APPENDIX B — Typical curves $\frac{\Delta N}{N} = f(\Delta U)$ for 6 decade instruments	75
APPENDIX C — Typical curves $\frac{\Delta N}{N} = f(\Delta U)$ for 7 decade instruments	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICTOMÈTRES ANALOGIQUES

Caractéristiques et méthodes d'essais

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 Baden-Baden en 1977. A la suite de cette réunion, un projet, document 45(Bureau Central)116, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1978.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Turquie
France	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50(391): Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.). Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
- 51: Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires.
- 68-2-2: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais. Essais B: Chaleur sèche.
- 68-2-14: Essai N: Variations de température.
- 271: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.
- 293: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.
- 359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques.
- 577: Epaisseurmètres par rayonnement ionisant pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ANALOGUE COUNTING RATEMETERS

Characteristics and test methods

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having 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 Baden-Baden in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 45(Central Office)116, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1978.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Poland
Canada	South Africa (Republic of)
Egypt	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Netherlands	

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 50(391):	International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.). Chapter 391: Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means.
51:	Recommendations for Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and Their Accessories.
68-2-2:	Basic Environmental Testing Procedures. Part 2: Tests. Tests B: Dry Heat.
68-2-14:	Test N: Change of Temperature.
271:	List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability.
293:	Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments.
359:	Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment.
577:	Ionizing Radiation Thickness Meters for Materials in the Form of Sheets, Coatings or Laminates.

ICTOMÈTRES ANALOGIQUES

Caractéristiques et méthodes d'essais

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux ictomètres analogiques linéaires ou logarithmiques, utilisés en instrumentation nucléaire pour la mesure de taux de comptage d'impulsions aléatoires, de l'ordre de $0,1$ à $10^6 \text{ c} \cdot \text{sec}^{-1}$, fournis par des détecteurs tels que des tubes compteurs ou des chambres d'ionisation à fission.

L'appareil considéré comprend essentiellement l'ictomètre proprement dit et ses circuits auxiliaires propres.

L'ictomètre est considéré comme un élément fonctionnel, opérationnel, caractérisé notamment par sa grandeur de sortie.

Associé à un détecteur de rayonnement et à un élément adaptateur approprié, il permet la mesure du taux de comptage. L'ictomètre lui-même accepte des impulsions numériques définies et il fournit une information à l'aide d'un indicateur ou d'une grandeur de sortie. Il peut actionner des équipements raccordés en aval.

L'appareil peut, par exemple, participer au contrôle et à la sûreté de fonctionnement des réacteurs nucléaires (à l'arrêt, au démarrage, au chargement et au déchargement, à bas niveau et à la montée en puissance, à puissance nominale, etc.).

On a estimé que le domaine d'application devrait être le plus général possible, si bien qu'on ne trouve dans cette norme ni listes d'essais de qualification, de type, de réception ou d'acceptation, ni valeurs numériques recommandées pour les différentes caractéristiques. Il faudra la compléter sur ces points, en fonction des domaines d'application particuliers (instrumentation des réacteurs, radioprotection, laboratoire de mesure, etc.).

2. Objet

Cette norme est destinée à permettre de comparer entre eux aussi bien deux ictomètres du même type que deux ictomètres de types différents.

Elle définit les caractéristiques qui permettent l'expression des qualités de fonctionnement des ictomètres analogiques.

Elle fixe les méthodes d'essais recommandées pour la mesure et la vérification de ces caractéristiques.

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

L'appareil indicateur éventuel est supposé avoir été étalonné par ailleurs selon des méthodes qui ne sont pas décrites dans cette norme et qui relèvent d'autres normes de la CEI, telles que la Publication 51: Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires.

ANALOGUE COUNTING RATEMETERS

Characteristics and test methods

1. Scope

This standard applies to linear or logarithmic analogue ratemeters used in nuclear instrumentation to measure random pulse counting rates in a range from about 0.1 to about $10^6 \text{ c} \cdot \text{sec}^{-1}$, as produced by detectors such as counter tubes or fission ionization chambers.

Such an instrument comprises essentially the counting ratemeter itself and its own auxiliary circuits.

A ratemeter is considered as an operational functional unit characterized mainly by its output.

Associated with a radiation detector and appropriate interfacing units, it permits the measurement of the counting rate. The counting ratemeter itself accepts defined digital pulses and gives information by means of an indicating meter or by the magnitude of its output. It may actuate equipment connected at its output.

The instrument may, for example, participate in the control and safe operation of nuclear reactors (during shut-down, during start-up, fuel charging and discharging, periods of power increase from low power to rated power, etc.).

It is deemed that the scope of this standard should be as general as possible, and it therefore gives neither a list of qualification, type or acceptance tests, nor numerical values for the various characteristics specified. On these points, it will be necessary to complete the specification according to the needs of the specific applications (e.g. reactor instrumentation, health physics, laboratory measurement, etc.).

2. Object

This standard is intended to permit the comparison between two counting ratemeters of the same type as well as between two counting ratemeters of different types.

It defines the characteristics used for expressing the functional performance of counting ratemeters.

It establishes the test methods recommended for measuring and verifying such characteristics.

This standard is not intended to imply that all the tests described herein are mandatory, but only that such tests as are carried out shall be performed in accordance with the procedures given.

The indicating meter, when used, is assumed to have been calibrated in accordance with methods not described in this standard and which may be taken from other IEC standards, such as Publication 51: Recommendations for Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and Their Accessories.

3. Définitions

La terminologie utilisée dans cette norme est conforme à la Publication 359 de la CEI: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques, et à la Publication 50(391) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.

Certaines définitions de ces publications sont reprises ci-dessous et parfois adaptées à la présente norme.

D'autres définitions utiles sont également données avec leur référence éventuelle.

3.1 Appareils

3.1.1 Ictomètre

Sous-ensemble destiné à fournir une indication continue du taux de comptage moyen (V.E.I. 391-11-44).

3.1.2 Ictomètre analogique

Ictomètre fournissant généralement en sortie un signal analogique.

3.1.3 Ictomètre numérique

Ictomètre fournissant généralement en sortie un signal numérique.

3.1.4 Ictomètre linéaire

Ictomètre dont l'indication est proportionnelle au taux de comptage (V.E.I. 391-11-45).

3.1.5 Ictomètre logarithmique

Ictomètre dont l'indication est proportionnelle au logarithme du taux de comptage (V.E.I. 391-11-46).

3.2 Caractéristiques

3.2.1 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).

3.2.2 Etendue de mesure*

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

* Pour un appareil multicalibre, un «domaine nominal» et une «étendue de mesure» existent pour chaque position du commutateur de calibre.

3. Definitions

The terminology used in this standard is in accordance with IEC Publication 359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment, IEC Publication 50(391), International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), Chapter 391: Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means.

Some definitions from these publications are reproduced below and are sometimes adapted to this standard.

Other useful definitions are also given with their reference, where applicable.

3.1 Instruments

3.1.1 (*Counting*) *ratemeter*

A sub-assembly designed to provide a continuous indication of the average counting rate (I.E.V. 391-11-44).

3.1.2 *Analogue ratemeter*

A ratemeter providing generally an analogue output signal.

3.1.3 *Digital ratemeter*

A ratemeter providing generally a digital output signal.

3.1.4 *Linear ratemeter*

A ratemeter in which the indication is proportional to the counting rate (I.E.V. 391-11-45).

3.1.5 *Logarithmic ratemeter*

A ratemeter in which the indication is proportional to the logarithm of the counting rate (I.E.V. 391-11-46).

3.2 Characteristics

3.2.1 *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).

3.2.2 *Effective range**

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

* For multi-range instruments, there exist a "rated range" and an "effective range" for each switch position.

3.2.3 Valeur conventionnellement vraie (d'une grandeur)

Valeur aussi approchée que nécessaire de la valeur vraie, compte tenu des erreurs à déterminer. Cette valeur peut être rapportée à des étalons nationaux ou à des étalons agréés d'un commun accord par le constructeur et l'utilisateur. L'incertitude sur la valeur conventionnellement vraie doit alors être indiquée dans les deux cas (d'après Publication 359 de la CEI).

3.2.4 Valeur nominale

Valeur, ou l'une des valeurs, assignée 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).

3.2.5 Caractéristique fonctionnelle

Une des grandeurs assignées à un équipement en vue de définir par des valeurs, des tolérances, des domaines, etc., les qualités de fonctionnement de cet équipement (Publication 359 de la CEI).

3.2.6 Grandeur d'influence

Grandeur généralement extérieure à l'équipement et susceptible d'exercer une influence sur son fonctionnement.

Note. — Lorsque la modification d'une caractéristique fonctionnelle affecte une autre caractéristique fonctionnelle, elle est considérée comme une caractéristique d'influence (Publication 359 de la CEI).

3.2.7 Signal échelon

Signal dont l'amplitude passe instantanément d'une valeur spécifiée à une autre valeur spécifiée.

3.2.8 Coup

Information isolée donnée par un appareil de comptage (V.E.I. 391-15-10).

3.2.9 Taux de comptage (à la sortie)

Nombre de coups par unité de temps enregistrés par l'ictomètre (d'après V.E.I. 391-15-12).

3.2.10 Taux d'impulsions (à l'entrée)

Nombre d'impulsions par unité de temps fournies à l'entrée de l'ictomètre.

3.2.11 Temps de montée (d'un ensemble de mesure)

Temps nécessaire pour que la grandeur de sortie passe de 10% à 90% de la valeur de son amplitude lorsqu'une variation échelon est appliquée à l'entrée.

3.2.12 Temps de réponse (d'un ensemble de mesure)

Temps nécessaire après une variation brusque de la grandeur à mesurer pour que la variation du signal de sortie atteigne pour la première fois un pourcentage déterminé de sa variation finale (V.E.I. 391-15-04).

3.2.13 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 $1 - \frac{1}{e} = 63,2\%$ de sa valeur moyenne finale, compte tenu de la nature statistique du signal (Publication 577 de la CEI: Epaisseurmètres par rayonnement ionisant pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés).

3.2.3 *Conventionally true value (of a quantity)*

A value approaching the true value as closely as necessary (having regard to the error to be determined). This value may be related to standards agreed upon by the manufacturer and user or to national standards. In both cases, the uncertainty of the conventionally true value shall be stated (from IEC Publication 359).

3.2.4 *Rated value*

The value (or one of the values) of a quantity to be measured, observed, supplied or set, which the manufacturer has assigned to the apparatus (IEC Publication 359).

3.2.5 *Performance characteristic*

One of the quantities assigned to an apparatus in order to define by values, tolerances, ranges, etc., the performance of the apparatus (IEC Publication 359).

3.2.6 *Influence quantity*

Any quantity, generally external to an apparatus, which may affect the performance of the apparatus.

Note. — Where a change of a performance characteristic affects another performance characteristic, it is referred to as an influencing characteristic (IEC Publication 359).

3.2.7 *Step signal*

A signal, the amplitude of which steps instantaneously from a specified value to another specified value.

3.2.8 *Count*

A single response of a counting assembly (I.E.V. 391-15-10).

3.2.9 *Counting rate (at the output)*

Number of counts per unit time (I.E.V. 391-15-12).

3.2.10 *Pulse rate (at the input)*

The number of pulses per unit time provided at the ratemeter input.

3.2.11 *Rise time (of a measuring assembly)*

The time for the output quantity to rise from 10% to 90% of its amplitude for a step function input.

3.2.12 *Response time (of a measuring assembly)*

The time required, after a step variation in the measured quantity, for the output signal variation to reach for the first time a given percentage of its final variation (I.E.V. 391-15-04).

3.2.13 *Mean response time*

The mean time, after a step variation in the measured quantity, until the output signal reaches for the first time $1 - \frac{1}{e} = 63.2\%$ of its final mean value, due regard being given to the statistical nature of the signal (IEC Publication 577: Ionizing Radiation Thickness Meters for Materials in the Form of Sheets, Coatings or Laminates).

3.2.14 *Temps d'établissement*

Temps nécessaire après une variation brusque spécifiée de la grandeur à mesurer pour que le signal de sortie atteigne et conserve une valeur ne différant de sa valeur stable finale que d'un pourcentage déterminé de sa variation (V.E.I. 391-15-05).

3.2.15 *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.

Note. — Dans le cas où la variation échelon est plus grande que l'étendue de mesure, le temps d'établissement moyen est appelé « temps de restitution » (Publication 577 de la CEI).

3.2.16 *Temps de récupération*

Temps nécessaire pour que l'ictomètre reprenne ses caractéristiques de fonctionnement après avoir été saturé.

3.2.17 *Moyenne des temps de bon fonctionnement (observés) MTBF (pour des dispositifs réparables)*

Pour une période définie dans la vie d'un dispositif, valeur moyenne des durées de fonctionnement entre défaillances consécutives, dans des conditions de contraintes déterminées (Publication 271 de la CEI: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité).

3.2.18 *Moyenne des temps de bon fonctionnement (estimée)*

Moyenne des temps de bon fonctionnement d'un dispositif définie par une valeur limite de l'intervalle de confiance à un niveau donné de probabilité, à partir des mêmes données que la moyenne des temps de bon fonctionnement observés pour des dispositifs nominalement identiques (Publication 271 de la CEI).

3.3 *Conditions d'essais et d'utilisation*

3.3.1 *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).

3.3.2 *Domaine nominal de fonctionnement*

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

3.3.3 *Conditions nominales de fonctionnement*

Ensemble des étendues de mesure et des domaines nominaux de fonctionnement pour lesquels les qualités de fonctionnement sont spécifiées (Publication 359 de la CEI).

3.3.4 *Conditions limites de fonctionnement*

Ensemble des domaines des grandeurs d'influence et des caractéristiques fonctionnelles, au-delà des domaines nominaux de fonctionnement et des étendues de mesure respectifs, dans lesquels

3.2.14 *Settling time*

The time required, after a specified step variation in the measured quantity, for the output signal to reach and keep a value differing from its final steady-state value within a specified percentage of its final variation (IEC V. 391-15-05).

3.2.15 *Mean settling time*

The minimum time, after a specified step change in the measured quantity, for the output signal to reach and remain within the $\pm 2 \sigma$ noise band centred on the final mean value.

Note. — In the case where the step variation is greater than the range, the mean settling time is called “recovery time” (IEC Publication 577).

3.2.16 *Restoration time*

The time required for the ratemeter to recover its performance characteristics after having been saturated.

3.2.17 *Mean time between failures (observed) MTBF (for repairable items)*

For a stated period in the life of an item, the mean value of the lengths of observed times between consecutive failures under stated stress conditions (IEC Publication 271: List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability).

3.2.18 *(Assessed) mean time between failures—MTBF*

The mean time between failures of an item determined as a limiting value of the confidence interval with a stated probability level, based on the observed mean time between failures of nominally identical items (IEC Publication 271).

3.3 *Conditions of test and use*

3.3.1 *Reference conditions*

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

3.3.2 *Rated range of use*

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

3.3.3 *Rated operating conditions*

The whole set of effective ranges for performance characteristics and rated ranges of use for influence quantities, within which the performance of the apparatus is specified (IEC Publication 359).

3.3.4 *Limit conditions of operation*

The whole set of ranges of values for influence quantities and performance characteristics (beyond the rated ranges of use and effective ranges respectively), within which an apparatus can

un équipement peut encore fonctionner sans qu'il en résulte de détérioration ou de dégradation de ses qualités de fonctionnement lorsqu'il fonctionne à nouveau dans les conditions nominales de fonctionnement.

Note. — Les conditions limites comprennent, en général, la ou les surcharges (Publication 359 de la CEI).

3.3.5 Temps de stabilisation préalable

Temps qui doit s'écouler après la mise sous tension de l'appareil dans les conditions de référence pour lui permettre de satisfaire à toutes les prescriptions requises.

3.4 Erreurs

3.4.1 Erreur absolue

Erreur exprimée algébriquement en unités de la grandeur mesurée ou fournie.

a) Pour un appareil de mesure, l'erreur est la valeur absolue de la différence entre la quantité mesurée et sa valeur vraie.

b) Pour un appareil d'alimentation, l'erreur est la valeur vraie de la grandeur fournie moins, soit la valeur nominale, soit la valeur indiquée ou prérégulée (Publication 359 de la CEI).

Note. — La valeur vraie d'une grandeur est une valeur idéale obtenue à l'aide de moyens de mesure qui n'introduiraient aucune erreur. Dans la pratique, la détermination de la valeur vraie n'étant pas possible, on utilise une valeur conventionnellement vraie (voir paragraphe 3.2.3).

3.4.2 Erreur relative

Rapport entre l'erreur absolue et une valeur spécifiée (Publication 359 de la CEI).

3.4.3 Erreur intrinsèque

Erreur déterminée dans les conditions de référence (Publication 359 de la CEI).

3.4.4 Erreur de fonctionnement

Erreur déterminée dans les conditions nominales de fonctionnement (Publication 359 de la CEI).

3.4.5 Erreur de linéarité

Déviation de la courbe représentant les variations de l'indication de sortie en fonction des variations de la grandeur d'entrée par rapport à une ligne droite de référence.

3.4.6 Erreur maximale

Différence maximale entre la courbe d'étalonnage réelle de l'indication de sortie de l'ictomètre et la courbe d'étalonnage linéaire moyenne (voir figure 8, page 44).

3.4.7 Erreur de stabilité

Erreur sur la valeur indiquée ou fournie par l'équipement pendant une durée spécifiée, les autres conditions étant maintenues constantes (Publication 359 de la CEI).

3.4.8 Erreur de justesse

Somme algébrique (résultante) des erreurs systématiques* entachant l'indication d'un instrument de mesure dans des conditions déterminées d'emploi.

* Erreur systématique: Erreur qui reste constante lors de plusieurs mesurages de la même valeur d'une grandeur, si ces mesurages sont effectués dans les mêmes conditions, ou qui varie de façon non aléatoire selon une loi définie, si les conditions changent (d'après OIML).

function without resulting damage or degradation of performance when it is afterwards operated under rated operating conditions.

Note. — The limit conditions will, in general, include overload (IEC Publication 359).

3.3.5 Preliminary stabilization time

The time interval after switching on the apparatus under reference conditions necessary for it to comply with all performance requirements.

3.4 Errors

3.4.1 Absolute error

The error expressed algebraically in the units of the measured or supplied quantity.

- a) For a measuring apparatus, the error is the absolute value of the difference between the measured quantity and its true value.
- b) For a supply apparatus, the error is the true value of the quantity supplied minus its rated, indicated or preset value (IEC Publication 359).

Note. — The true value of a quantity is the value that would be measured by a measuring process having no error. In practice, since this true value cannot be determined by measurement, a conventionally true value (see Subclause 3.2.3) is used in place of the true value.

3.4.2 Relative error

The ratio of the absolute error to a stated value (IEC Publication 359).

3.4.3 Intrinsic error

The error determined under reference conditions (IEC Publication 359).

3.4.4 Operating error

The error determined under rated operating conditions (IEC Publication 359).

3.4.5 Linearity error

The deviation from a reference straight line of the curve representing the output indication variation as a function of the input quantity variations.

3.4.6 Maximum error

Maximum difference between the actual calibration curve of the output indication of the counting ratemeter and the mean linear calibration curve (see Figure 8, page 45).

3.4.7 Stability error

The error which occurs in the value indicated or supplied by an apparatus during a specified time, other conditions remaining constant (IEC Publication 359).

3.4.8 Total systematic error

The algebraic sum (resultant) of systematic errors* affecting the measuring instrument indication in defined operating conditions.

* Systematic error: An error that remains constant during a sequence of measurements, if performed in the same conditions, or varies in a non-random manner according to a defined law when conditions change (from OIML).

Remarque: Pratiquement, on détermine l'erreur de justesse d'un instrument de mesure comme étant la différence entre la moyenne arithmétique $\bar{v}$ des indications v_i données par l'instrument dans une série de mesurages consécutifs d'une même grandeur, effectués dans les conditions usuelles d'emploi, et la valeur conventionnellement vraie v_c de la grandeur mesurée:

$$e_j = \bar{v} - v_c \quad (\text{d'après OIML})^*$$

3.4.9 Erreur de répétabilité

Ecart entre les résultats de mesures successives d'une même grandeur, effectuées avec la même méthode, par le même observateur, avec les mêmes instruments de mesure, dans le même laboratoire et à des intervalles de temps assez courts.

3.4.10 Incertitude

Caractéristique de la dispersion des résultats d'une série de mesures. L'incertitude de la série est représentée par $e = \pm ts$ où s est l'écart type de la série et t un nombre entier lié à la probabilité P pour que l'erreur sur la mesure considérée ne dépasse pas e .

Note. — On prend souvent $t = 3$ ce qui correspond à une probabilité de 99,73% de ne pas avoir de mesure dont l'erreur dépasse $3s$ (les erreurs systématiques étant corrigées) (d'après OIML).

4. Conditions générales des essais

4.1 Conditions de référence et domaine nominal de fonctionnement

Le tableau I indique pour chaque grandeur d'influence une valeur ou un domaine de référence, et un domaine nominal de fonctionnement. L'ensemble des valeurs ou des domaines d'une même colonne définit un ensemble de conditions d'essais dans lequel on doit obligatoirement se placer, par définition, pour effectuer un essai relatif à une erreur donnée.

La colonne: «Conditions de référence» correspond aux conditions dans lesquelles il faut se placer pour étudier l'erreur intrinsèque (voir paragraphe 3.4.3) et les variations qui peuvent se produire lorsqu'une grandeur d'influence prend une valeur quelconque à l'intérieur de son domaine nominal de fonctionnement.

La colonne: «Domaine nominal de fonctionnement» correspond aux conditions dans lesquelles il faut se placer pour vérifier une erreur de fonctionnement (voir paragraphe 3.4.4) qui doit rester à l'intérieur des limites prévues pour toute combinaison des valeurs des grandeurs d'influence dans les conditions nominales de fonctionnement.

Généralement, les caractéristiques intéressantes à connaître pour l'utilisateur seront d'une part l'erreur de fonctionnement et d'autre part les erreurs d'influence dues à la température ambiante et à la tension d'alimentation.

* Organisation Internationale de Métrologie Légale: Vocabulaire de métrologie légale — termes fondamentaux — (Edition mars 1969).

Remark: In practice, the total systematic error of a measuring instrument is determined as the difference between the arithmetic mean $\bar{v}$ of indication v_i given by the instrument in a sequence of consecutive measurements of the same quantity as performed in the usual operating conditions and the conventionally true value v_c of the measured quantity:

$$e_j = \bar{v} - v_c \quad (\text{from OIML})^*$$

3.4.9 Repeatability error

The variation between the results of successive measurements of the same quantity carried out by the same method, by the same observer, with the same measuring instruments, in the same laboratory, at quite short intervals of time.

3.4.10 Uncertainty

A value characterizing the dispersion of the results in a set of measurements. The uncertainty of the set is given by $e = \pm ts$ where s is the standard deviation of the set and t a whole number corresponding to a probability P of the error on the considered measurement not exceeding e .

Note. — In general $t = 3$ is chosen, corresponding to a probability $P = 99.73\%$ that no measurement has an error exceeding $3s$ (systematic errors being corrected) (from OIML).

4. General test conditions

4.1 Reference conditions and rated range of use

In Table I, a reference value or range and a rated range of use are indicated for each influence quantity. The set of values or ranges in any one column defines a set of test conditions which must by definition apply in order to perform any test related to a given error.

The column “Reference conditions” corresponds to the conditions in which it is necessary to operate for studying the intrinsic error (see Sub-clause 3.4.3) and the variations when one influence quantity assumes any value within its rated range of use.

The column “Rated range of use” corresponds to the conditions in which it is necessary to operate for verifying an operating error (see Sub-clause 3.4.4) that must remain within stated limits for any combination of influence quantity values under the rated operating conditions.

In general, useful characteristics for the user are the operating error and the influence errors due to ambient temperature and supply voltage.

* International Organization of Legal Metrology: Legal metrology, vocabulary—fundamental terms (Edition March 1969).

TABLEAU I

Conditions de référence et domaine nominal de fonctionnement

Grandeur d'influence	Conditions de référence	Domaine nominal de fonctionnement
Température ambiante	$+20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$+5^{\circ}\text{C}$ à $+40^{\circ}\text{C}$ *
Humidité relative de l'air	45% à 75% *	20% à 80% sans condensation *
Pression atmosphérique	101,3 kPa *	86,0 kPa à 106,0 kPa *
Position de fonctionnement	Position normale indiquée par le constructeur $\pm 1^{\circ}$ *	Position de référence $\pm 30^{\circ}$ ou limite tolérée pour l'appareil indicateur
Tension d'alimentation: Courant alternatif Courant continu Continu stabilisé	$U_N \pm 1\%$ * $U_N \pm 1\%$ * $U_N \pm 0,3\%$ **	$U_N \pm 10\%$ * $U_N \pm 10\%$ * $U_N \pm 1\%$
Fréquence d'alimentation	$f_N \pm 1\%$ * (f_N = fréquence nominale)	$f_N \pm 5\%$ *
Temps de stabilisation préalable	1 h	45 ± 15 min
<i>Note.</i> — Dans certains cas particuliers (utilisation sous climat tropical, en recherche spatiale, etc.), des valeurs différentes peuvent être retenues. * Publication 359 de la CEI. ** Publication 293 de la CEI: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.		

4.2 Réglages préalables

Les divers réglages préalables éventuellement recommandés par le constructeur sont effectués en se plaçant, selon le cas, dans les conditions de référence ou dans les conditions nominales, l'entrée de l'appareil étant débranchée et blindée (sauf spécification contraire).

Note. — Blindée, c'est-à-dire capuchonnée, mais pas forcément court-circuitée.

Généralement, on vérifie le réglage des fréquences de tarage et du zéro de l'appareil. On effectue le contrôle de bon fonctionnement (voir article 9).

Lorsque des réglages sont prévus en utilisant des fréquences fournies par l'appareil en fonctionnement, il est recommandé de vérifier les valeurs de ces fréquences, leur stabilité et leurs variations en fonction de la température et de la tension d'alimentation. On effectue ces réglages à l'aide de ces fréquences et non à l'aide des fréquences fournies par le générateur utilisé pour les essais.

TABLE I

Reference conditions and rated range of use

Influence quantity	Reference conditions	Rated range of use
Ambient temperature	$+20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$+5^{\circ}\text{C}$ to $+40^{\circ}\text{C}$ *
Relative humidity of the air	45% to 75%*	20% to 80% excluding condensation*
Atmospheric pressure	101.3 kPa*	86.0 kPa to 106.0 kPa*
Operating position	Normal position as stated by the manufacturer $\pm 1^{\circ}$ *	Reference position $\pm 30^{\circ}$ or tolerated limit for the indicating apparatus
Supply voltage: A.C. D.C. Stabilized d.c.	$U_N \pm 1\%$ * $U_N \pm 1\%$ * $U_N \pm 0.3\%$ **	$U_N \pm 10\%$ * $U_N \pm 10\%$ * $U_N \pm 1\%$
Mains supply frequency	$f_N \pm 1\%$ * (f_N = rated frequency)	$f_N \pm 5\%$ *
Previous stabilization time	1 h	45 ± 15 min
<i>Note.</i> — In some particular cases (use in tropical climate, spatial research, etc.) different values may be chosen. * IEC Publication 359. ** IEC Publication 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments.		

4.2 Preliminary settings

The various preliminary settings recommended by the manufacturer are performed either in the reference conditions or in the rated conditions with the instrument input disconnected and shielded (unless otherwise specified).

Note. — Shielded, here means capped, but not necessarily short-circuited.

Usually, the calibration frequency and zero settings are verified. Proper functioning also is checked (see Clause 9).

When these settings are determined using calibrated frequencies provided by the operating instrument, it is recommended that the values of these frequencies, their stability and variations as a function of temperature and supply voltage be verified. The settings should be performed using these frequencies and not frequencies supplied by the generator used in the tests.

4.3 Disposition générale pour les essais

La figure 1 indique le schéma général de montage pour les essais. Le générateur d'impulsions aléatoires ou pseudo-aléatoires retenu pour l'essai est branché à l'entrée de l'ictomètre avec une liaison courte. Il a été réglé et étalonné au préalable et doit avoir une précision convenable pour que la valeur N_c lue sur le générateur puisse être considérée comme la valeur conventionnellement vraie du taux d'impulsions. En variante, le taux de comptage effectif peut être contrôlé au moyen d'un compteur d'impulsions (suffisamment rapide), connecté à la sortie du générateur d'impulsions (aléatoires).

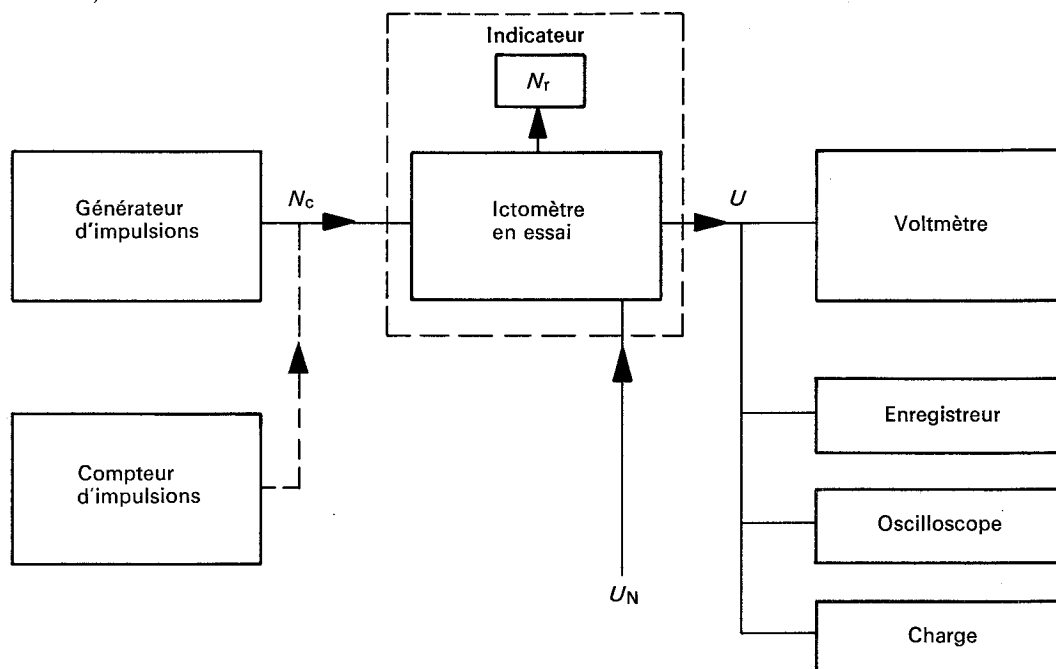


FIG. 1. — Disposition générale pour les essais.

145/79

4.4 Principes généraux des méthodes proposées

4.4.1 On définit pour chaque appareil des constantes dites « constantes théoriques » (voir paragraphe 5.2) qui permettent de calculer la valeur théorique de la grandeur de sortie à partir de la valeur conventionnellement vraie N_c .

L'erreur sur la valeur fournie par l'appareil est donnée par la différence entre cette valeur et la valeur théorique calculée à partir de N_c à l'aide des formules indiquées au paragraphe 5.2.

4.4.2 La grandeur électrique de sortie qui représente l'évolution du taux d'impulsions d'entrée peut être accessible ou inaccessible à l'utilisateur. Il y aura donc deux méthodes possibles.

a) Grandeur de sortie inaccessible N_r

Si la grandeur de sortie n'est pas accessible, on ne peut que relever sa valeur N_r sur un appareil indicateur qui fait partie de l'ictomètre. La méthode d'essai correspondante est désignée par: « lecture de l'appareil indicateur ».

b) Grandeur de sortie accessible U

Si cette grandeur est accessible, ce qui est souhaitable, par exemple sous forme d'une tension électrique U , les points entre lesquels apparaît cette tension constituent la « sortie directe » de l'appareil et la méthode d'essai qui utilise la valeur de la tension U en ce point comme grandeur de sortie de l'appareil est désignée dans la suite de cette norme par: « mesure en sortie directe ».

4.3 General arrangement for tests

Figure 1 shows a general arrangement for tests. The pulse generator or random or pseudo random generator, used for testing is connected to the ratemeter input with a short connection. It will have been previously calibrated and shall have an accuracy such that the value N_c read on the generator can be considered as the conventionally true value of the pulse rate. Alternatively, the actual pulse count rate may be monitored by means of a (sufficiently fast) pulse counter, connected to the output of the (random) pulse generator.

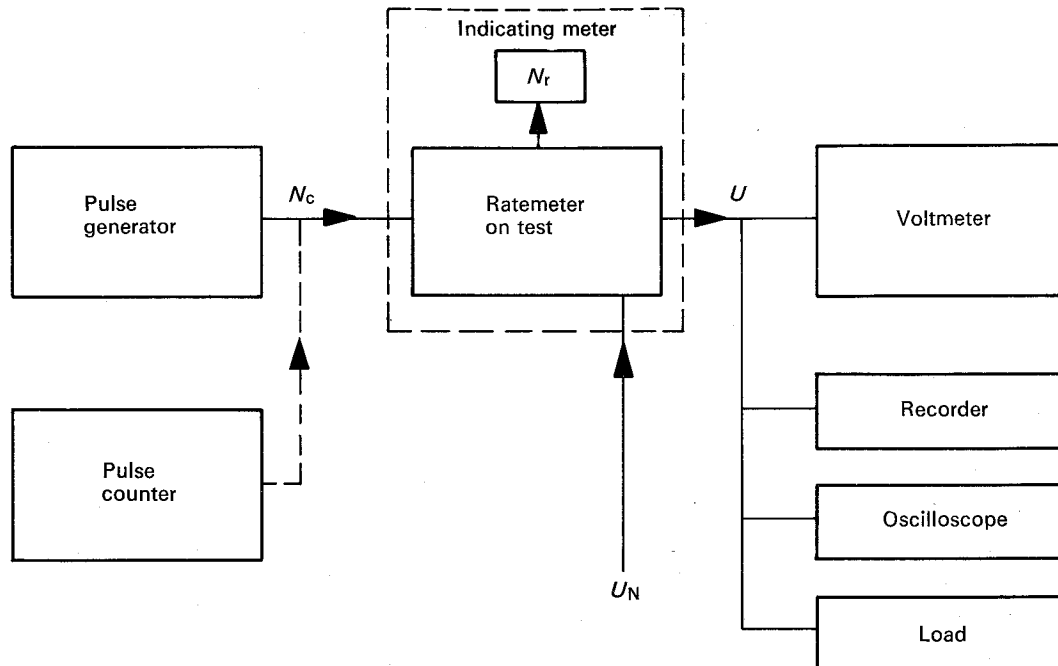


FIG. 1. — General arrangement for tests.

145/79

4.4 General principles of the proposed methods

- 4.4.1 Constants called “theoretical constants” (see Sub-clause 5.2) are defined for each instrument and allow the calculation of the theoretical value of the output from the conventionally true value N_c .

The error on the value provided by the instrument is given by the difference between this value and the theoretical value calculated from N_c by means of the formulae of Sub-clause 5.2.

- 4.4.2 The electrical output which represents the pulse rate may or may not be accessible to the user. Consequently two possible methods exist.

a) Non-accessible output N_r

When the output is not accessible, it is only possible to read its value N_r on an indicating meter incorporated in the ratemeter. The corresponding test method will be designated the “indicating-meter reading”.

b) Accessible output U

When the output is accessible (which is a desirable feature), for example in the form of a voltage U , the terminals between which this voltage appears constitute the direct output of the ratemeter. The test method using the voltage U between those terminals as the instrument output will be designated in this standard “direct output measurement”.

Il est souhaitable que la «sortie directe» soit le plus en amont possible dans les circuits de l'appareil. Les circuits situés en aval de la «sortie directe» sont, soit essayés séparément suivant les méthodes classiques, soit essayés globalement en même temps que l'ictomètre. S'ils comprennent un indicateur, son erreur de fonctionnement doit être indiquée par le constructeur de l'ictomètre.

Cette méthode présente l'avantage de permettre, à partir de l'erreur absolue sur la tension de sortie directe, de calculer l'erreur relative aussi bien pour les appareils linéaires que pour les appareils logarithmiques.

La mesure de la tension de sortie directe au moyen d'un voltmètre numérique à quatre ou cinq chiffres significatifs facilite beaucoup l'exécution des essais décrits. En particulier, les essais relatifs à l'étude des variations et de la stabilité étant d'assez longue durée, il est particulièrement commode de relever la tension de sortie directe à l'aide d'un enregistreur. Cela est un autre avantage de la mesure en sortie directe.

5. Caractéristiques et méthodes d'essais

5.1 Etendue de mesure (voir paragraphe 3.2.2)

L'étendue de mesure est fixée par le constructeur qui en indique les limites inférieure $N_{(\min)}$ et supérieure $N_{(\max)}$. Le domaine nominal (paragraphe 3.2.1) est confondu avec l'étendue de mesure.

On envoie des impulsions de caractéristiques convenables à l'entrée de l'ictomètre au moyen d'un générateur d'impulsions. On vérifie les caractéristiques des impulsions à l'aide d'un oscilloscope rapide. On contrôle ensuite l'étendue de mesure de l'appareil en faisant varier la fréquence du générateur entre les limites $N_{(\min)}$ et $N_{(\max)}$.

Généralement, les appareils linéaires sont multicalibres et ont donc une étendue de mesure par calibre tandis que les appareils logarithmiques sont à un seul calibre.

Le constructeur doit également indiquer quels types d'impulsions peut recevoir l'appareil (amplitude maximale, temps de montée et de descente, durée, forme, polarité, etc.).

5.2 Constantes théoriques

5.2.1 Ictomètre linéaire

La valeur de sortie de l'appareil, c'est-à-dire la valeur relevée N_r (lecture de l'appareil indicateur) ou la tension U (mesure en sortie directe), est liée à la valeur conventionnellement vraie du taux d'entrée N_e par la relation:

$$N_r = kN_e + N_{r0} \text{ ou } U = kN_e + U_0 \quad (1)$$

dans laquelle:

k = une constante appelée «constante théorique» de l'appareil donnée par le constructeur, et

N_{r0} ou U_0 = la valeur de sortie lorsque l'entrée de l'appareil est débranchée, ouverte et blindée et donc que $N_e = 0$.

La valeur N_{r0} ou U_0 doit être indiquée par le constructeur et être négligeable. On vérifie qu'il en est ainsi.

Note. — Certains ictomètres possèdent à dessein un décalage, par exemple pour la soustraction du niveau général de rayonnement.

It is desirable that the direct output be derived directly from the counting ratemeter circuit itself. The circuits following the direct output are either tested separately according to usual methods, or tested as a whole with the ratemeter. When the circuits include an indicating meter, its operating error shall be given by the manufacturer of the ratemeter.

This method has the advantage of permitting the calculation of the relative error from the absolute error on the direct output voltage both for linear and logarithmic instruments.

The measurement of the direct output voltage with a digital voltmeter of four to five significant digits facilitates the performance of the described tests. In particular, the tests related to the study of variations and stability take rather a long time and it is very convenient to note the direct output voltage with a recorder. This is another advantage presented by direct output measurement.

5. Characteristics and test methods

5.1 Effective range (see Sub-clause 3.2.2)

The effective range is fixed by the manufacturer who indicates the lower $N_{(\min)}$ and upper $N_{(\max)}$ limits. The rated range (Sub-clause 3.2.1) coincides with the effective range.

Suitable pulses are provided at the ratemeter input by means of a pulse generator. Pulse characteristics are verified with a fast oscilloscope. The effective range is then checked by varying the generator frequency between $N_{(\min)}$ and $N_{(\max)}$.

Generally, linear instruments are multi-range and have an effective range for each switch position while logarithmic instruments are single-range.

The manufacturer shall also indicate which types of pulses may enter the instrument (maximum amplitude, rise and fall times, duration, shape, polarity, etc.).

5.2 Theoretical constants

5.2.1 Linear ratemeter

The output indication of the instrument, i.e. the indicating-instrument reading N_r or the voltage U (direct output measurement), is related to the conventionally true pulse rate value N_c as follows:

$$N_r = kN_c + N_{r0} \text{ or } U = kN_c + U_0 \quad (1)$$

where:

k = a constant called the "theoretical constant" of the instrument, given by the manufacturer, and

N_{r0} or U_0 = the output value read or measured when the input of the instrument is disconnected, open, and shielded so that $N_c = 0$.

The N_{r0} or U_0 value shall be given by the manufacturer and shall normally be negligible. It should be verified that this is so.

Note. — Certain ratemeters may be designed to have a deliberate offset, for example for background subtraction.