

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60808**

Première édition  
First edition  
1985-09

---

---

**Sous-ensembles complémentaires des ictomètres  
Caractéristiques et méthodes d'essais**

**Complementary instrumentation for  
counting ratemeters  
Characteristics and test methods**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60808: 1985

## 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 Internationale (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  
60808**

Première édition  
First edition  
1985-09

---

---

**Sous ensembles complémentaires des ictomètres  
Caractéristiques et méthodes d'essais**

**Complementary instrumentation for  
counting ratemeters  
Characteristics and test methods**

© IEC 1985 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 Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XA**

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	6
PRÉFACE . . . . .	6
<b>SECTION UN – GÉNÉRALITÉS</b>	
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Objet . . . . .	8
<b>SECTION DEUX – TERMINOLOGIE</b>	
3. Terminologie relative aux sous-ensembles . . . . .	14
4. Terminologie diverse . . . . .	16
<b>SECTION TROIS – CONDITIONS GÉNÉRALES DES ESSAIS</b>	
5. Conditions de référence et domaine nominal de fonctionnement . . . . .	22
6. Mesures d'arbitrage . . . . .	24
7. Durée d'échauffement préalable . . . . .	24
8. Divers . . . . .	26
9. Réglages préalables . . . . .	26
10. Dispositions générales pour les essais . . . . .	26
<b>SECTION QUATRE – DÉCLENCHEURS À SEUIL</b>	
11. Généralités . . . . .	30
12. Etats logiques . . . . .	30
13. Etendue de fonctionnement . . . . .	30
14. Erreur . . . . .	30
15. Temps de réponse . . . . .	34
16. Hystérésis . . . . .	36
17. Dérive . . . . .	38
18. Interaction entre déclencheurs . . . . .	38
19. Variations sous l'influence de la température . . . . .	40
20. Variations sous l'influence de la tension du réseau . . . . .	40
21. Variations sous l'influence de la fréquence du réseau . . . . .	42
22. Variations sous l'influence de la charge . . . . .	42
<b>SECTION CINQ – ALIMENTATIONS HAUTE TENSION POUR DÉTECTEURS</b>	
23. Généralités . . . . .	44
24. Alimentation pour chambre d'ionisation à bore . . . . .	44
25. Alimentation pour chambre à fission . . . . .	46
26. Alimentation pour tubes-compteurs à BF <sub>3</sub> , à dépôt de B <sub>10</sub> ou à He <sub>3</sub> . . . . .	46
27. Alimentation pour tubes-compteurs de Geiger-Müller . . . . .	46
28. Alimentation pour photomultiplicateurs (ou photoscintillateurs) . . . . .	46
29. Alimentation pour semicteurs . . . . .	46
30. Alimentation pour chambres d'ionisation $\gamma$ diverses . . . . .	48

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	7
PREFACE . . . . .	7
<b>SECTION ONE – GENERAL</b>	
Clause	
1. Scope . . . . .	9
2. Object . . . . .	9
<b>SECTION TWO – TERMINOLOGY</b>	
3. Sub-assemblies . . . . .	15
4. Miscellaneous . . . . .	17
<b>SECTION THREE – GENERAL TEST CONDITIONS</b>	
5. Reference conditions and rated range of use . . . . .	23
6. Arbitration measurements . . . . .	25
7. Warm-up time . . . . .	25
8. Miscellaneous . . . . .	27
9. Preliminary settings . . . . .	27
10. General arrangement for tests . . . . .	27
<b>SECTION FOUR – BIASED TRIPS</b>	
11. General . . . . .	31
12. Logic states . . . . .	31
13. Range of operation . . . . .	31
14. Error . . . . .	31
15. Response time . . . . .	35
16. Hysteresis . . . . .	37
17. Drift . . . . .	39
18. Interaction between trips . . . . .	39
19. Variations under the influence of temperature . . . . .	41
20. Variations under the influence of mains voltage . . . . .	41
21. Variations under the influence of mains frequency . . . . .	43
22. Variations under the influence of load . . . . .	43
<b>SECTION FIVE – HIGH-VOLTAGE POWER SUPPLIES FOR DETECTORS</b>	
23. General . . . . .	45
24. Power supply for boron ionization chambers . . . . .	45
25. Power supply for fission chambers . . . . .	47
26. Power supply for BF <sub>3</sub> , B <sub>10</sub> coated or He <sub>3</sub> counter tubes . . . . .	47
27. Power supply for Geiger-Müller counter tubes . . . . .	47
28. Power supply for photomultipliers (or scintillation counters) . . . . .	47
29. Power supply for semiconductor detectors . . . . .	47
30. Power supply for miscellaneous $\gamma$ ionization chambers . . . . .	49

Articles	Pages
SECTION SIX – ELÉMENT À DOUBLE CONSTANTE DE TEMPS	
31. Généralités . . . . .	48
32. Essais . . . . .	56
SECTION SEPT – ISOLATEUR GALVANIQUE ANALOGIQUE	
33. Généralités . . . . .	58
34. Tension d'entrée . . . . .	66
35. Isolement . . . . .	66
36. Tension de sortie . . . . .	66
37. Bruit . . . . .	66
38. Sortie enregistreur . . . . .	66
39. Réglage du zéro . . . . .	66
40. Réglage du gain . . . . .	68
41. Erreur de linéarité . . . . .	68
42. Temps de réponse . . . . .	68
43. Taux de réjection . . . . .	72
44. Divers . . . . .	72
SECTION HUIT – CIRCUITS AUXILIAIRES	
45. Tensions d'étalonnage . . . . .	72
46. Réglage du zéro de l'appareil . . . . .	74
47. Contrôle du bon fonctionnement . . . . .	74
48. Fonctions annexes . . . . .	74
SECTION NEUF – ESSAIS AUX PERTURBATIONS ET PROTECTION	
49. Sensibilité aux perturbations électromagnétiques . . . . .	76
50. Production de perturbations . . . . .	76
51. Mesures de protection . . . . .	76
SECTION DIX – ESSAIS CLIMATIQUES, MÉCANIQUES ET PHYSIQUES	
52. Essais climatiques et mécaniques . . . . .	86
53. Essai qualitatif avec une source radioactive . . . . .	88
SECTION ONZE – FIABILITÉ ET MAINTENABILITÉ	
54. Fiabilité . . . . .	88
55. Déverminage . . . . .	88
56. Maintenabilité . . . . .	90
ANNEXE A – Liste des abréviations . . . . .	92
ANNEXE B – Perte de la réponse d'un intégrateur pour un taux d'impulsions d'entrée variable dans le temps . . . . .	96
ANNEXE C – Temps de réponse . . . . .	102

Clause	Page
<b>SECTION SIX – DOUBLE TIME-CONSTANT ELEMENT</b>	
31. General . . . . .	49
32. Tests . . . . .	57
<b>SECTION SEVEN – ANALOGUE ELECTRICAL ISOLATOR</b>	
33. General . . . . .	59
34. Input voltage . . . . .	67
35. Insulation . . . . .	67
36. Output voltage . . . . .	67
37. Noise . . . . .	67
38. Recorder output . . . . .	67
39. Zero setting . . . . .	67
40. Gain setting . . . . .	69
41. Linearity error . . . . .	69
42. Response time . . . . .	69
43. Rejection factor . . . . .	73
44. Miscellaneous . . . . .	73
<b>SECTION EIGHT – AUXILIARY CIRCUITS</b>	
45. Calibration voltages . . . . .	73
46. Instrument zero setting . . . . .	75
47. Proper functioning check . . . . .	75
48. Associated functions . . . . .	75
<b>SECTION NINE – INTERFERENCE TESTS AND PROTECTION</b>	
49. Electromagnetic noise susceptibility . . . . .	77
50. Interference production . . . . .	77
51. Protection measures . . . . .	77
<b>SECTION TEN – ENVIRONMENTAL AND PHYSICAL TESTS</b>	
52. Environmental testing procedures . . . . .	87
53. Qualitative test with a radioactive source . . . . .	89
<b>SECTION ELEVEN – RELIABILITY AND MAINTAINABILITY</b>	
54. Reliability . . . . .	89
55. Burn-in . . . . .	89
56. Maintainability . . . . .	91
APPENDIX A – List of abbreviations . . . . .	93
APPENDIX B – Lossy integrator response for time variable input pulse rate . . . . .	97
APPENDIX C – Response time . . . . .	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

**SOUS-ENSEMBLES COMPLÉMENTAIRES DES ICTOMÈTRES  
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.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45(BC)170	45(BC)174

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

---

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**COMPLEMENTARY INSTRUMENTATION FOR  
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 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.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
45(CO)170	45(CO)174

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

---

## SOUS-ENSEMBLES COMPLÉMENTAIRES DES ICTOMÈTRES CARACTÉRISTIQUES ET MÉTHODES D'ESSAIS

### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

#### 1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux principaux sous-ensembles ou aux éléments fonctionnels utilisés avec les ictomètres analogiques ou numériques proprement dits, pour former des ensembles d'ictométrie. Ces ensembles sont utilisés en instrumentation nucléaire pour la mesure permanente du taux de comptage d'impulsions aléatoires, de l'ordre de 0,1 à  $10^6 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$ , fournis par des détecteurs tels que des tubes-compteurs ou des chambres d'ionisation à fission. On considère les sous-ensembles suivants: déclencheurs à seuil analogique, alimentations HT pour détecteurs, isolateur galvanique analogique, filtres à double constante de temps et circuits auxiliaires (un exemple de composition d'un ensemble d'ictométrie est indiqué à la figure 1, page 12).

Les détecteurs de rayonnements nucléaires, les alimentations basse tension, le traitement des impulsions (amplificateurs), ne sont pas traités ici, de même que les convertisseurs analogique-numérique ou numérique-analogique. Il y a lieu de se reporter à d'autres normes de la CEI à ce sujet.

Les appareils indicateurs éventuels sont supposés avoir été étalonnés, par ailleurs, selon des méthodes qui ne sont pas décrites dans la présente publication et qui relèvent d'autres normes de la CEI telles que la Publication 51 de la CEI: Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires.

On a estimé que le domaine d'application devait être le plus général possible, si bien qu'on ne trouve, dans la présente norme, ni listes d'essais, de qualification, de type, de recette 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 (par exemple, instrumentation des réacteurs, radioprotection, mesures en laboratoire, en usine, etc.).

#### 2. Objet

La présente norme est destinée à permettre de comparer, entre eux, aussi bien deux sous-ensembles de même type que deux sous-ensembles de types différents.

Elle définit les caractéristiques qui permettent l'expression des qualités de fonctionnement des éléments fonctionnels, des sous-ensembles complémentaires, et donc des ensembles d'ictométrie complets.

Elle fixe les principales 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 l'être conformément aux méthodes indiquées.

# COMPLEMENTARY INSTRUMENTATION FOR COUNTING RATEMETERS CHARACTERISTICS AND TEST METHODS

## SECTION ONE – GENERAL

### 1. Scope

This standard is applicable to the principal sub-assemblies or function elements used with analogue or digital ratemeters to form systems for rate measurement. These systems are used in nuclear instrumentation for the continuous measurement of the counting rates of random pulses in the range of 0.1 to  $10^6 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$  produced by detectors such as counter tubes or fission ionization chambers. The sub-assemblies considered are: analogue biased trigger circuits, HV power supplies for detectors, analogue electrical isolators, double time constant filters and auxiliary circuits (an example of a rate measuring system is shown in Figure 1, page 13).

Nuclear radiation detectors, low voltage power supplies, pulse processors (amplifiers), are not dealt with here and neither are analogue-to-digital converters nor digital-to-analogue converters. These are dealt with in other IEC standards.

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

It was decided that the scope should be as general as possible, and therefore this standard gives neither lists 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 specific application (e.g. reactor instrumentation, radiation protection, laboratory measurement, manufacture, etc.).

### 2. Object

This standard is intended to permit comparison between two sub-assemblies of the same type as well as between two sub-assemblies of different types.

It defines the characteristics used for expressing the functional performance of functional elements, complementary sub-assemblies, and therefore of complete ratemeter systems.

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

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

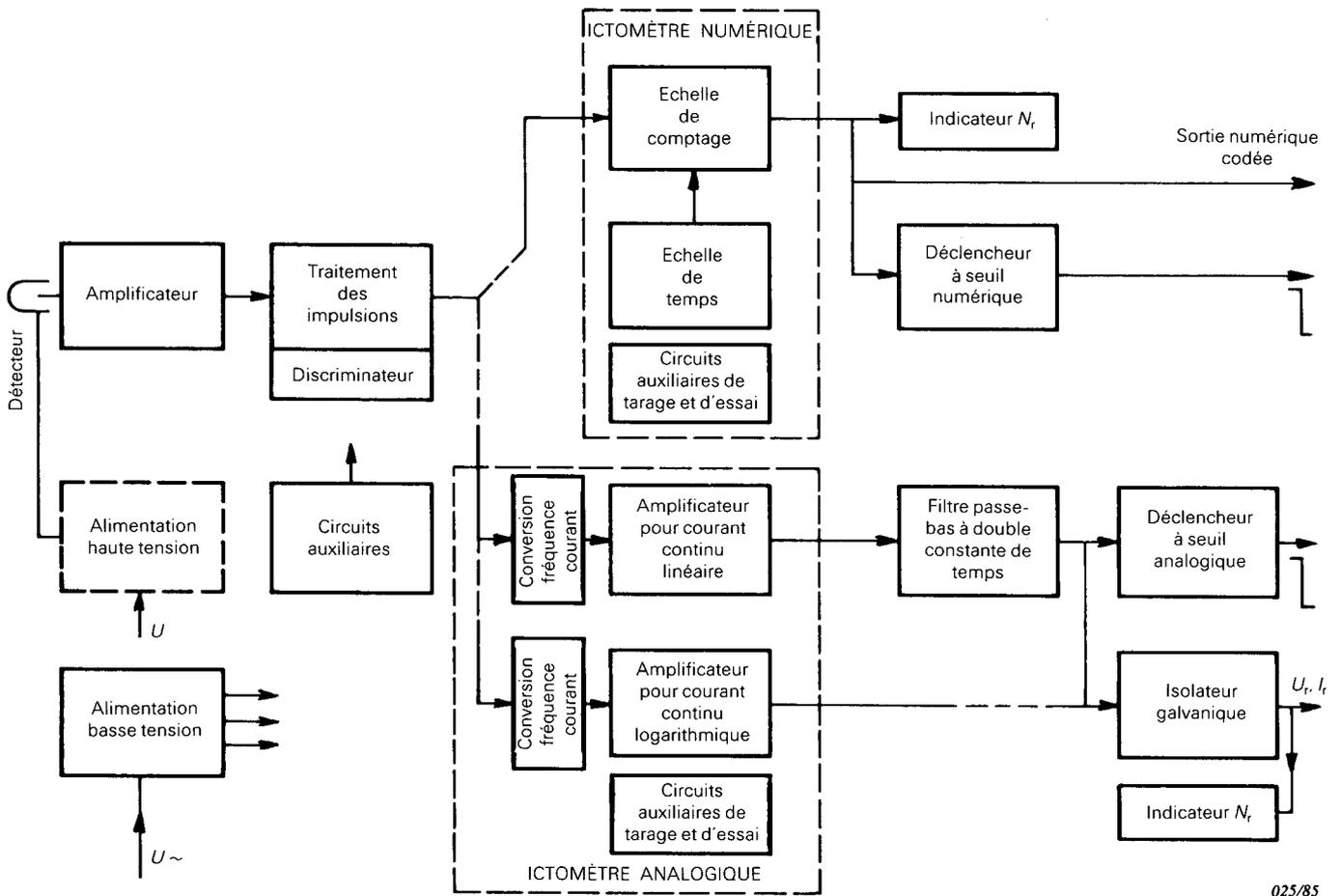
2.1 *Documents de référence**Publications de la CEI*

- Publication 50(391): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants. (1975)
- Publication 51-1: Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires, Première partie: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties. (1984)
- Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.  
Publication 68-2-2: Deuxième partie: Essais — Essais B: Chaleur sèche. (1974)
- Publication 160: Conditions atmosphériques normales pour les essais et les mesures. (1963)
- Publication 293: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors. (1968)
- Publication 333: Méthodes d'essais des semicteurs pour particules chargées. (1983)
- Publication 340: Méthodes d'essais des amplificateurs et préamplificateurs pour semicteurs pour rayonnements ionisants. (1979)
- Publication 359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques. (1971)
- Publication 430: Méthodes d'essais des semicteurs gamma au germanium. (1973)
- Publication 443: Alimentations stabilisées à usage de mesure. (1974)
- Publication 462: Méthodes d'essais normalisées des tubes photomultiplicateurs utilisés dans les ensembles de comptage à scintillation. (1974)
- Publication 515: Détecteurs de rayonnement pour l'instrumentation et la protection des réacteurs nucléaires; caractéristiques et méthodes d'essais. (1975)
- Publication 527: Amplificateurs pour courant continu; caractéristiques et méthodes d'essais. (1975)
- Publication 650: Ictomètres analogiques. Caractéristiques et méthodes d'essai. (1979)
- Publication 739: Ictomètres numériques. Caractéristiques et méthodes d'essais. (1983)
- C.I.S.P.R. 16: Spécification du C.I.S.P.R. pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques. (1977)

## 2.1 *Related documents*

### *IEC publications:*

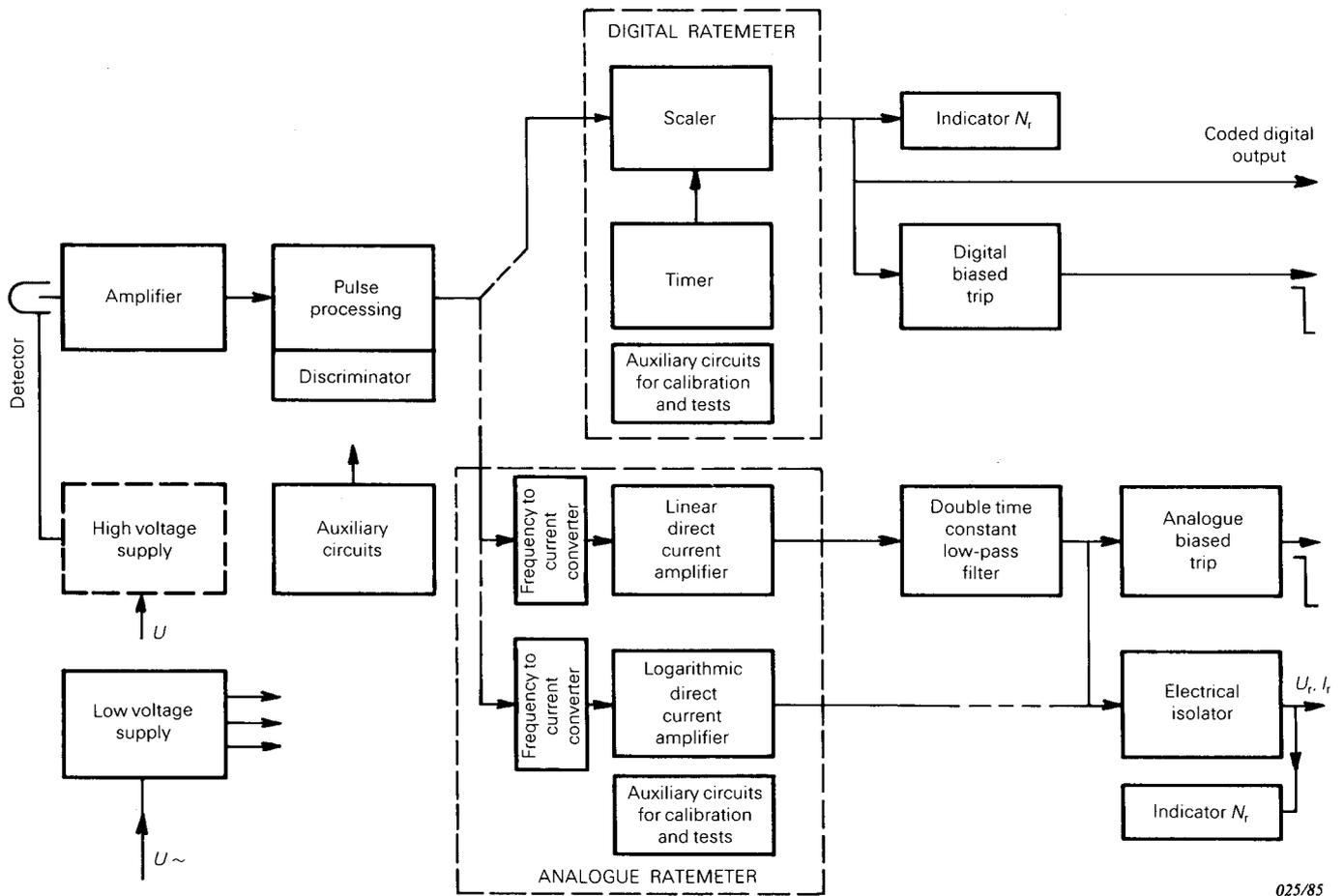
- Publication 50(391): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 391: (1975) Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means.
- Publication 51-1: Direct Acting Indicating Analogue Electrical Measuring Instruments (1984) and Their Accessories, Part 1: Definitions and General Requirements Common to all Parts.
- Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.  
Publication 68-2-2: Part 2: Tests — Tests B: Dry Heat. (1974)
- Publication 160: Standard Atmospheric Conditions for Test Purposes. (1963)
- Publication 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments. (1968)
- Publication 333: Test Procedures for Semiconductor Charged Particle Detectors. (1983)
- Publication 340: Test Procedures for Amplifiers and Preamplifiers for Semiconductor (1979) Detectors for Ionizing Radiation.
- Publication 359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring (1971) Equipment.
- Publication 430: Test Procedures for Germanium Gamma-ray Detectors. (1973)
- Publication 443: Stabilized Supply Apparatus for Measurement. (1974)
- Publication 462: Standard Test Procedures for Photomultiplier Tubes for Scintillation (1974) Counting.
- Publication 515: Radiation Detectors for the Instrumentation and Protection of (1975) Nuclear Reactors; Characteristics and Test Methods.
- Publication 527: Direct Current Amplifiers; Characteristics and Test Methods. (1975)
- Publication 650: Analogue Counting Ratemeters. Characteristics and Test Methods. (1979)
- Publication 739: Digital Counting Ratemeters. Characteristics and Test Methods. (1983)
- C.I.S.P.R. 16: C.I.S.P.R. Specification for Radio Interference Measuring Apparatus (1977) and Measurement Methods.
-



**Notes:**

- |   |   |
|---|---|
| Ictomètres analogiques:   | voir Publication 650 de la CEI                    |
| Ictomètres numériques:  | voir Publication 739 de la CEI                    |
| Amplificateurs pour courant continu:                                | voir Publication 527 de la CEI                    |
| Alimentations BT et HT:   | voir Publication 443 de la CEI                    |
| Appareils indicateurs:  | voir Publication 51-1 de la CEI                   |
| Tensions d'alimentation pour<br>appareils nucléaires à transistors: | voir Publication 293 de la CEI                    |
| Préamplificateurs et amplificateurs:                                | voir Publication 340 de la CEI                    |
| Détecteurs:   | voir Publications 333, 430, 515 et 462 de la CEI. |

FIG. 1. — Exemple d'un ictomètre et des instruments associés.



025/85

**Notes:**

- Analogue counting ratemeters:** see IEC Publication 650
- Digital counting ratemeters:** see IEC Publication 739
- D.C. amplifiers:** see IEC Publication 527
- LV and HV supplies:** see IEC Publication 443
- Indicating instruments:** see IEC Publication 51-1
- Supply voltages for transistorized nuclear instruments:** see IEC Publication 293
- Preamplifiers and amplifiers:** see IEC Publication 340
- Detectors:** see IEC Publications 333, 430, 515 and 462.

FIG. 1. — Example of a ratemeter and the associated instruments.

## SECTION DEUX — TERMINOLOGIE

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente norme, il convient de se reporter à la Publication 50(391) de la CEI.

La terminologie utilisée dans la présente norme est conforme aux Publications 359 et 50(391) de la CEI.

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. Terminologie relative aux sous-ensembles

#### 3.1 *Ictomètre*

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

*Note.* — Dans la présente norme, le terme «ictomètre et instruments associés» est utilisé pour désigner l'ensemble comprenant l'ictomètre lui-même et un certain nombre d'appareils associés tels que (voir figure 1, page 12):

- Amplificateur d'impulsions,
- Appareil de traitement des impulsions,
- Isolateur galvanique,
- Déclencheur à seuil,
- Filtre passe-bas à double constante de temps,
- Alimentations HT et BT,
- Indicateur,

à l'exclusion du détecteur.

L'ictomètre est un appareil dont le signal (ou la grandeur) de sortie varie avec le taux d'impulsions appliqué à son entrée.

#### 3.2 *Ictomètre analogique*

Ictomètre fournissant généralement en sortie un signal analogique.

*Note.* — Un signal analogique est un signal qui représente de façon continue dans le temps l'évolution de la grandeur caractéristique du phénomène considéré (traitement analogique).

#### 3.3 *Ictomètre numérique*

Ictomètre fournissant généralement en sortie un signal numérique.

*Note.* — Un signal numérique est un signal qui représente de façon discontinue dans le temps et sous la forme d'un ensemble de symboles, l'évolution de la grandeur caractéristique du phénomène considéré (traitement numérique).

#### 3.4 *Déclencheur à seuil analogique*

Un déclencheur à seuil analogique est un élément bistable, avec ou sans automaintien, dont le changement d'état est entraîné par le dépassement d'un seuil analogique réglable.

#### 3.5 *Isolateur galvanique analogique*

Un isolateur galvanique analogique a pour fonction d'engendrer une tension continue de sortie proportionnelle à la tension continue d'entrée, sans qu'il y ait de liaison électrique entre entrée et sortie.

#### 3.6 *Alimentation HT pour détecteur*

Un appareil qui prélève de l'énergie électrique d'une source d'alimentation extérieure, réseau ou batteries, et qui délivre une énergie électrique à une ou plusieurs charges, sous une forme modifiée, pour la polarisation d'un détecteur nucléaire.

## SECTION TWO — TERMINOLOGY

For the definitions of general terms used in this standard, reference should be made to IEC Publication 50(391).

The terminology used in this standard is in accordance with IEC Publications 359 and 50(391).

Some definitions from these publications are reproduced below and in some cases have been adapted for the purposes of this standard.

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

### 3. Sub-assemblies

#### 3.1 *Counting ratemeter*

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

*Note.* — In this standard the term “counting ratemeter and associated instruments” refers to the assembly comprising the ratemeter itself and a number of associated instruments such as (see Figure 1, page 13):

- Pulse amplifier,
- Pulse processor,
- Electrical isolator,
- Biased trip,
- Double time constant low-pass filter,
- HV and LV supplies,
- Indicator,

but excluding the detector.

The ratemeter is a device, the output signal (or quantity) of which varies with pulse rate at the input.

#### 3.2 *Analogue ratemeter*

A ratemeter generally providing an analogue output signal.

*Note.* — An analogue signal that represents the quantity characteristic of the phenomenon under consideration as a continuous variable in time (analogue processing).

#### 3.3 *Digital ratemeter*

A ratemeter generally providing a digital output signal.

*Note.* — A digital signal that represents the quantity characteristic of the phenomenon under consideration as a discontinuous variable in time and in coded form (digital processing).

#### 3.4 *Analogue biased trip*

An analogue biased trip is a bi-stable element with or without latching facilities where the change of state is brought about by the input signal passing beyond an adjustable threshold.

#### 3.5 *Analogue electrical isolator*

An analogue electrical isolator generates a direct voltage at its output proportional to the direct voltage at its input without there being any electrical connection between input and output.

#### 3.6 *Detector HV supply*

An apparatus which takes electrical energy from a power source, whether mains supply or batteries, and supplies electrical energy, in a modified form, to one or more loads, for biasing a nuclear detector.

### 3.7 *Filtre passe-bas à double constante de temps*

Un élément qui commute automatiquement la constante de temps d'un circuit à une valeur différente, lors de l'apparition d'un phénomène transitoire, puis le rétablit à sa précédente valeur lors du régime stable.

### 3.8 *Circuit limitatif de tension ou de courant de sortie maximal d'un ictomètre analogique*

Un élément qui limite la tension ou le courant de sortie correspondant au taux de comptage maximal,  $N_{rM}$ , entre 1,02 et 1,03  $U_{rM}$  ou entre 1,02 et 1,03  $I_{rM}$ , jusqu'à ce que  $N_{rM}$  revienne dans sa propre gamme.

## 4. Terminologie diverse (voir figure 2, page 20)

### 4.1 *Coup*

Information isolée donnée par un appareil de comptage. Synonyme d'impulsion.

### 4.2 *Taux de comptage (à la sortie)*

Nombre de coups par unité de temps enregistrés par l'ictomètre.

### 4.3 *Taux d'impulsions (à l'entrée)*

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

### 4.4 *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.

### 4.5 *Temps de réponse (d'un ensemble de mesure) (voir figure 5, page 36)*

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.

### 4.6 *Signal échelon*

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

### 4.7 *Ondulation*

Partie périodique des déplacements périodiques et aléatoires, généralement exprimée comme une fonction harmonique de la fréquence de la tension du réseau appliquée à l'entrée et/ou des fréquences de commutations internes.

### 4.8 *Bruit*

Partie aléatoire des déplacements périodiques et aléatoires.

*Note.* — Dans le cas d'un bruit dont l'origine n'est pas en premier lieu thermique (bruit dû à une commutation, bruit dû à une quantification, etc.), il est désirable, pour décrire le phénomène, d'indiquer les caractéristiques de la loi de répartition.

### 4.9 *Dérive*

Déplacement (indésirable) généralement lent et continu d'une grandeur mesurée pendant une durée spécifiée, les autres conditions étant maintenues constantes.

Dans la bande passante allant de la fréquence zéro (courant continu) à une limite supérieure de fréquence spécifiée, les déplacements aléatoires et périodiques sont inclus dans la dérive. Cette limite supérieure de fréquence spécifiée pour la dérive doit coïncider avec la limite inférieure de fréquence spécifiée pour les déplacements périodiques et aléatoires de telle sorte que tous les déplacements se produisant dans les mêmes conditions de fonctionnement soient couverts par l'une ou l'autre spécification.

### 3.7 *Double time constant low-pass filter*

An element which automatically changes the time constant of a circuit to a different value when a transient phenomenon occurs and then re-establishes its original value when normal operation is restored.

### 3.8 *Limiting circuit for maximum voltage or current to the output of the analogue ratemeter*

An element which limits the output voltage or current, corresponding to the maximum counting rate,  $N_{rM}$ , between 1.02 and 1.03 times  $U_{rM}$  or between 1.02 and 1.03 times  $I_{rM}$ , until  $N_{rM}$  comes back into the proper range.

## 4. **Miscellaneous** (see Figure 2, page 21)

### 4.1 *Count*

A single response of a counting assembly. Synonym for pulse.

### 4.2 *Counting rate* (at the output)

Number of counts per unit time registered by the ratemeter.

### 4.3 *Pulse rate* (at the input)

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

### 4.4 *Rise time* (of a measuring system)

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

### 4.5 *Response time* (of a measuring system) (see Figure 5, page 37)

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.

### 4.6 *Step signal*

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

### 4.7 *Ripple*

The periodic portion of the periodic and random deviations, usually harmonically related to the input mains frequency and/or internally generated switching frequencies.

### 4.8 *Noise*

The random portion of the periodic and random deviations.

*Note.* — For noise not primarily of thermal origin (switching noise, quantizing noise, etc.), it is desirable in order to describe the phenomenon to state the characteristics of the distribution law.

### 4.9 *Drift*

The (unwanted) generally slow and continuous change of a measured quantity during a specified time, other conditions remaining constant.

Drift includes both periodic and random deviations over the bandwidth from zero frequency (d.c.) to a specified upper frequency limit. This specified upper frequency limit for drift shall coincide with the lower frequency limit for the periodic and random deviations, so that all deviations under constant operating conditions are covered by one or the other specification.

4.10 *Résistance d'isolement*

Résistance mesurée entre n'importe quelle paire de points spécifiés, isolés entre eux.

4.11 *Commande à distance*

Réglage de la sortie ou de l'entrée de l'ictomètre au moyen d'une grandeur de commande d'origine extérieure.

4.12 *Durée d'échauffement préalable*

Intervalle de temps après la mise en service de l'appareil dans des conditions spécifiées lui permettant de satisfaire à toutes les prescriptions concernant son fonctionnement.

4.13 *Temps de stabilisation préalable*

Temps qui doit s'écouler après la mise sous tension de l'appareil dans les conditions de référence lui permettant de satisfaire à toutes les prescriptions concernant son fonctionnement.

4.14 *Erreur de fonctionnement*

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

4.15 *Erreur d'influence*

Erreur déterminée pour une grandeur d'influence spécifiée, généralement extérieure à l'appareil et susceptible d'exercer une influence sur son fonctionnement.

**4.10 *Insulation resistance***

The resistance measured between any pair of specified points insulated from one another.

**4.11 *Remote control***

The setting of the ratemeter output or input by means of an external control quantity.

**4.12 *Warm-up time***

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

**4.13 *Previous stabilization time***

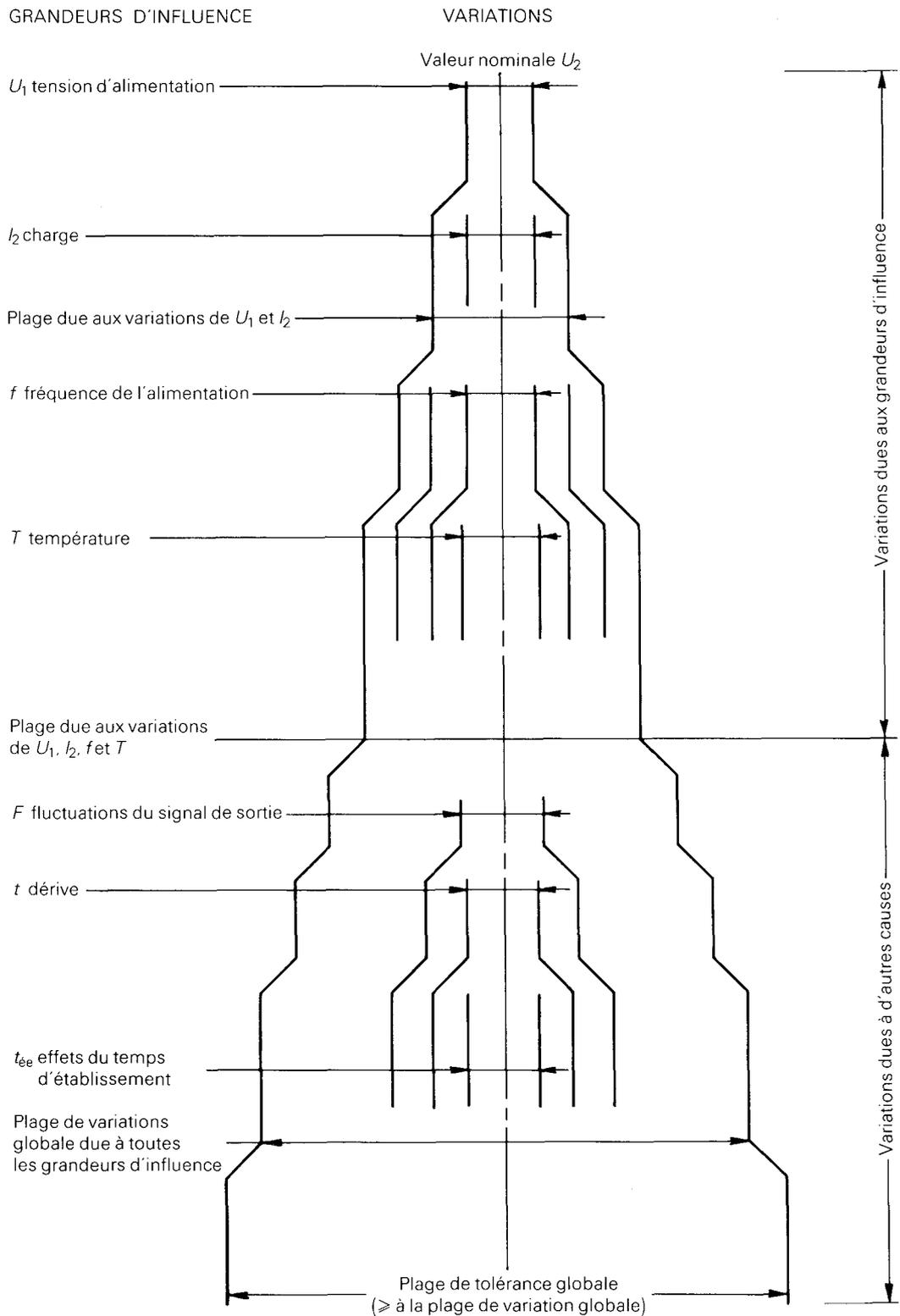
The time interval after switching on the apparatus under reference conditions necessary for it to comply with all performance requirements.

**4.14 *Operating error***

The error determined under rated operating conditions. See IEC Publication 359.

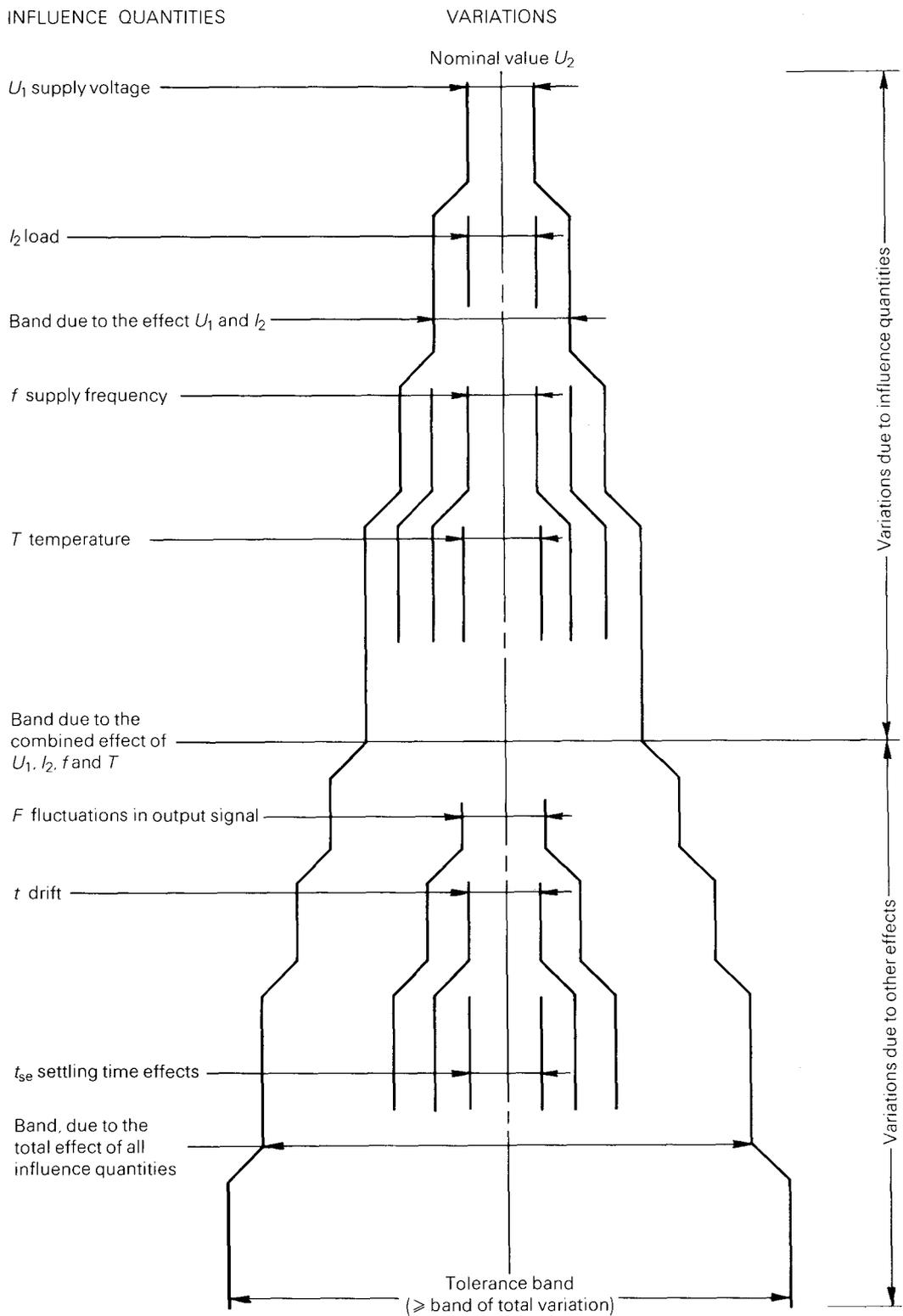
**4.15 *Influence error***

The error determined for a specified influence quantity, generally external to the apparatus, which may affect the performance of the apparatus.



026/85

FIG. 2. — Erreur de fonctionnement.  
 Relations entre variations, plage de variations et plage de tolérance globale.  
 Exemple de composition des erreurs.



026/85

FIG. 2. — Functioning error.  
 Relation between variation, band and the tolerance.  
 Example of the composition of errors.

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

SECTION TROIS — CONDITIONS GÉNÉRALES DES ESSAIS

5. 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 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 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.

TABLEAU I

Conditions de référence et domaine nominal de fonctionnement

Grandeur d'influence		Conditions de référence	Domaine nominal de fonctionnement
Température ambiante	$T_o$	$+20 \pm 2^\circ\text{C}^{1)3)}$	$+5^\circ\text{C}$ à $+40^\circ\text{C}^{1)4)}$
Humidité relative de l'air	$H_o$	$65\%^{3)}$ $45\%$ à $75\%^{1)3)}$	$20\%$ à $80\%^{1)4)}$ (sans condensation)
Pression atmosphérique	$P_o$	$101,3 \text{ kPa}^{1)3)}$ $86,0 \text{ kPa}$ à $106,0 \text{ kPa}^3)$	$70,0 \text{ kPa}$ à $106,0 \text{ kPa}^{1)4)}$
Position de fonctionnement	$\alpha$	Position normale indiquée par le constructeur $\pm 1^\circ^{1)}$	Position de référence $\pm 30^\circ^{1)}$ ou limite tolérée pour l'appareil indicateur
Tension d'alimentation: — courant alternatif (220 V) $U_{1\sim}^{2)}$ — courant continu (6, 12, 24 V) $U_{1=}^{2)}$ — courant continu stabilisé $U_{\text{stab.}}$		$U_N \pm 1\%^{1)4)}$ $U_N \pm 1\%^{1)4)}$ $U_N \pm 0,3\%^{2)}$	$U_N \pm 10\%^{*1)4)}$ $U_N \pm 10\%^{1)4)}$ $U_N \pm 1\%^{2)}$
Fréquence d'alimentation (50 Hz) $f$		$f_N \pm 1\%^{1)4)}$  $(f_N = \text{fréquence nominale})$	$f_N \pm 5\%^{1)4)}$
Temps de stabilisation préalable	$t_o$	$1 \text{ h}^{1)} \pm 5 \text{ min}$	$30$ à $60 \text{ min}^{5)}$
<p>*) Distorsion <math>\beta \leq 0,05</math> (sur la valeur efficace), Publication 359 de la CEI.                      1) Publication 359 de la CEI.                      2) Publication 293 de la CEI.                      3) Publication 160 de la CEI.                      4) Publication 443 de la CEI.                      5) Publications 527, 650 et 739 de la CEI.</p> <p>Note. — Dans certains cas particuliers (utilisation à l'extérieur, sous climat tropical, pour les réacteurs nucléaires, pour les usines, en recherche spatiale, etc.) des valeurs différentes peuvent être retenues (cahier des spécifications et clauses techniques particulières).</p>			

## SECTION THREE – GENERAL TEST CONDITIONS

## 5. 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 shall 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 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 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.

TABLE I

*Reference conditions and rated range of use*

Influence quantity		Reference conditions	Rated range of use
Ambient temperature	$T_o$	$+20 \pm 2^\circ\text{C}^{1)3)}$	$+5^\circ\text{C}$ to $+40^\circ\text{C}^{1)4)}$
Relative humidity of the air	$H_o$	$65\%^{3)}$ $45\%$ to $75\%^{1)3)}$	$20\%$ to $80\%^{1)4)}$ (excluding condensation)
Atmospheric pressure	$P_o$	$101.3\text{ kPa}^{1)3)}$ $86.0\text{ kPa}$ to $106.0\text{ kPa}^3)$	$70.0\text{ kPa}$ to $106.0\text{ kPa}^{1)4)}$
Operating position	$\alpha$	Normal position as stated by the manufacturer $\pm 1^\circ^{1)}$	Reference position $\pm 30^\circ^{1)}$ or tolerated limit for the indicating apparatus
Supply voltage: — a.c. (220 V) $U_{1\sim}^{2)}$ — d.c. (6, 12, 24 V) $U_{1=}^{2)}$ — stabilized d.c. $U_{\text{stab}}$ .		$U_N \pm 1\%^{1)4)}$ $U_N \pm 1\%^{1)4)}$ $U_N \pm 0.3\%^{2)}$	$U_N \pm 10\%^{*1)4)}$ $U_N \pm 10\%^{1)4)}$ $U_N \pm 1\%^{2)}$
Main supply frequency (50 Hz) <sup>2)</sup>	$f$	$f_N \pm 1\%^{1)4)}$  ( $f_N$ = rated frequency)	$f_N \pm 5\%^{1)4)}$
Previous stabilization time	$t_o$	$1\text{ h}^{1)} \pm 5\text{ min}$	$30$ to $60\text{ min}^{5)}$
<p>*) Distortion <math>\beta \leq 0.05</math> (r.m.s. value), IEC Publication 359.            1) IEC Publication 359.            2) IEC Publication 293.            3) IEC Publication 160.            4) IEC Publication 443.            5) IEC Publications 527, 650 and 739.</p> <p>Note. — In particular cases (for outdoor use and use in tropical climate, in nuclear reactors, factories and spatial research, etc.) different values may be chosen (specifications and particular technical clauses).</p>			

*Domaines nominaux de fonctionnement possibles* (voir Publication 359 de la CEI)

*Température ambiante*

Valeur de référence: 20 °C, 23 °C, 25 °C ou 27 °C.

Tolérance sur la valeur de référence selon la consommation des appareils:  $\leq 50 \text{ W} \dots \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $> 50 \text{ W} \dots \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Domaines nominaux de fonctionnement I: +5 °C à +40 °C  
 II: -10 °C à +55 °C  
 III: -25 °C à +70 °C.

Domaine limite de fonctionnement: sauf indication contraire, identique au domaine nominal de fonctionnement.

Domaine limite de stockage et de transport: -40 °C à +70 °C.

### 6. Mesures d'arbitrage

Mesures répétées dans des conditions atmosphériques sévèrement contrôlées lorsqu'on ne connaît pas les facteurs de correction à utiliser pour ramener les paramètres qui varient en fonction des conditions atmosphériques, aux conditions atmosphériques normales et lorsque les mesures effectuées dans la plage recommandée de conditions atmosphériques ambiantes ne sont pas satisfaisantes (voir Publication 160 de la CEI).

Trois conditions atmosphériques normales sont reconnues pour les mesures d'arbitrage effectuées sur des échantillons dans des conditions voisines de l'atmosphère ambiante.

Les trois conditions atmosphériques normales d'essais sont données dans le tableau suivant:

TABLEAU II  
*Conditions atmosphériques normales*

Conditions atmosphériques	Température			Humidité relative		Pression atmosphérique
	Valeur nominale	Tolérance normale	Tolérance étroite	Tolérance normale	Tolérance étroite	
a)	+20 °C	±2 °C	±1 °C	60% à 70%	63% à 67%	860 à 1060 kPa (650 à 800 mm Hg)
b)	+23 °C	±2 °C	±1 °C	45% à 55%	48% à 52%	860 à 1060 kPa (650 à 800 mm Hg)
c)	+27 °C	±2 °C	±1 °C	60% à 70%	63% à 67%	860 à 1060 kPa (650 à 800 mm Hg)

### 7. Durée d'échauffement préalable

La durée d'échauffement préalable est fixée par les spécifications. En l'absence d'indication, elle est de 45 ± 15 min (température stabilisée).

Même si la température de l'appareil n'est pas encore complètement uniforme, si elle n'affecte pas les spécifications ou la précision, il n'est pas besoin d'attendre une durée d'échauffement plus longue.

*Note.* — On s'assure que la durée d'échauffement préalable demandée effectivement ne dépasse pas la durée spécifiée à une quelconque température ambiante entre +5 °C et +40 °C.

*Possible rated ranges of use* (see IEC Publication 359)

*Ambient temperature*

Reference value:	20 °C, 23 °C, 25 °C or 27 °C.
Tolerance on reference value for apparatus with power consumption:	≤ 50 W ... ± 1 °C > 50 W ... ± 2 °C.
Rated ranges of use I:	+5 °C to +40 °C
II:	-10 °C to +55 °C
III:	-25 °C to +70 °C.
Limit range of operation:	equal to the rated range of use unless otherwise stated.
Limit range for storage and transport:	-40 °C to +70 °C.

## 6. Arbitration measurements

Measurements repeated under closely controlled atmospheric conditions when the correction factors, to enable parameters sensitive to atmospheric conditions to be adjusted to their standard atmosphere values, are unknown and when measurements over the recommended range of ambient atmospheric conditions are unsatisfactory (see IEC Publication 160).

Three standard atmospheric conditions are identified for arbitration measurements on samples in conditions approximating the ambient atmospheric conditions.

The three standard atmospheric test conditions are given in the following table:

TABLE II  
*Standard atmospheric conditions*

Atmospheric conditions	Temperature			Relative humidity		Air pressure
	Nominal value	Normal tolerance	Close tolerance	Normal tolerance	Close tolerance	
a)	+20 °C	±2 °C	±1 °C	60% to 70%	63% to 67%	860 to 1060 kPa (650 to 800 mm Hg)
b)	+23 °C	±2 °C	±1 °C	45% to 55%	48% to 52%	860 to 1060 kPa (650 to 800 mm Hg)
c)	+27 °C	±2 °C	±1 °C	60% to 70%	63% to 67%	860 to 1060 kPa (650 to 800 mm Hg)

## 7. Warm-up time

The warm-up time should be stated by the specifications but if not, it is  $45 \pm 15$  min (stabilized temperature).

Even if the temperature within the instrument is not yet uniform, if it does not affect the specifications or accuracy, there is no need to wait for further warm-up.

*Note.* — It should be verified that the actually required warm-up time does not exceed the specified warm-up time at any ambient temperature between +5 °C and +40 °C.

## 8. Divers

### 8.1 *Position de fonctionnement*

La position de fonctionnement est indiquée par le constructeur de l'appareil. En l'absence d'indication, la position d'essai sera l'une des positions normales de fonctionnement.

### 8.2 *Induction magnétique d'origine extérieure*

L'induction magnétique d'origine extérieure est limitée à celle du champ terrestre.

### 8.3 *Champ électromagnétique à fréquence radioélectrique d'origine extérieure*

Le champ électromagnétique est limité à la plus faible valeur produisant des perturbations dans le fonctionnement de l'appareil (spécifier la valeur).

### 8.4 *Rayonnements ionisants et lumineux ambiants*

Les rayonnements ionisants et lumineux ambiants sont limités à la plus faible valeur produisant des perturbations dans le fonctionnement de l'appareil (spécifier la valeur).

### 8.5 *Conditions limites d'essais*

Les essais des sous-ensembles et de l'ensemble complet doivent montrer que les spécifications sont respectées dans le domaine nominal de fonctionnement.

De plus ils doivent montrer que l'appareil peut encore être utilisé, avec des performances éventuellement réduites, pour des températures plus éloignées, dans les conditions nominales d'alimentation (voir tableau I), à charge de sortie maximale (par exemple de 0°C à 55°C).

### 8.6 *Effet d'échauffement dû au rayonnement solaire* (voir Publication 359 de la CEI).

### 8.7 *Champs électriques*

Pas de règles actuellement.

### 8.8 *Champs magnétiques*

Pas de règles actuellement.

### 8.9 *Rayonnements ionisants*

Pas de règles actuellement.

### 8.10 *Tests sismiques*

Voir la réglementation en vigueur.

## 9. 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) (voir section huit).

*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 vérifie également le contrôle du bon fonctionnement s'il existe.

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 leur 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.

## 10. Disposition générale pour les essais

La figure 3, page 28, représente 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

## 8. Miscellaneous

### 8.1 *Operating position*

The operating position should normally be stated by the manufacturer. If it is not stated, the test position should be taken as one of the normal operating positions.

### 8.2 *Magnetic induction of external origin*

Magnetic induction of external origin should be limited to the earth magnetic field.

### 8.3 *Radio-frequency electromagnetic field of external origin*

The electromagnetic field is limited to the lowest value causing disturbance in the instrument operation (specify the value).

### 8.4 *Ionizing radiation and ambient light*

The ionizing radiation and ambient light are limited to the lowest value causing disturbance in the instrument operation (specify the value).

### 8.5 *Limiting test conditions*

The tests shall show that the sub-assemblies and complete assemblies satisfy the requirements in the rated range of use.

Furthermore they shall show that the instrument may still be used, possibly with lower performance, over a greater range of temperature with nominal supply conditions (see Table I), and with maximum output load (e.g. 0°C to 55°C).

### 8.6 *Heating effect due to solar radiation* (see IEC Publication 359)

### 8.7 *Electric fields*

No requirement at present.

### 8.8 *Magnetic fields*

No requirement at present.

### 8.9 *Ionizing radiation*

No requirement at present.

### 8.10 *Seismic tests*

See existing rules.

## 9. 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) (see Section Eight).

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

Usually, the calibration frequency and zero settings are verified. The proper functioning check, where fitted, should also be verified.

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.

## 10. General arrangement for tests

Figure 3, page 29, 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

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.

De plus, le taux de comptage effectif peut être contrôlé au moyen d'un fréquencemètre (suffisamment rapide), connecté à la sortie du générateur d'impulsions (aléatoires).

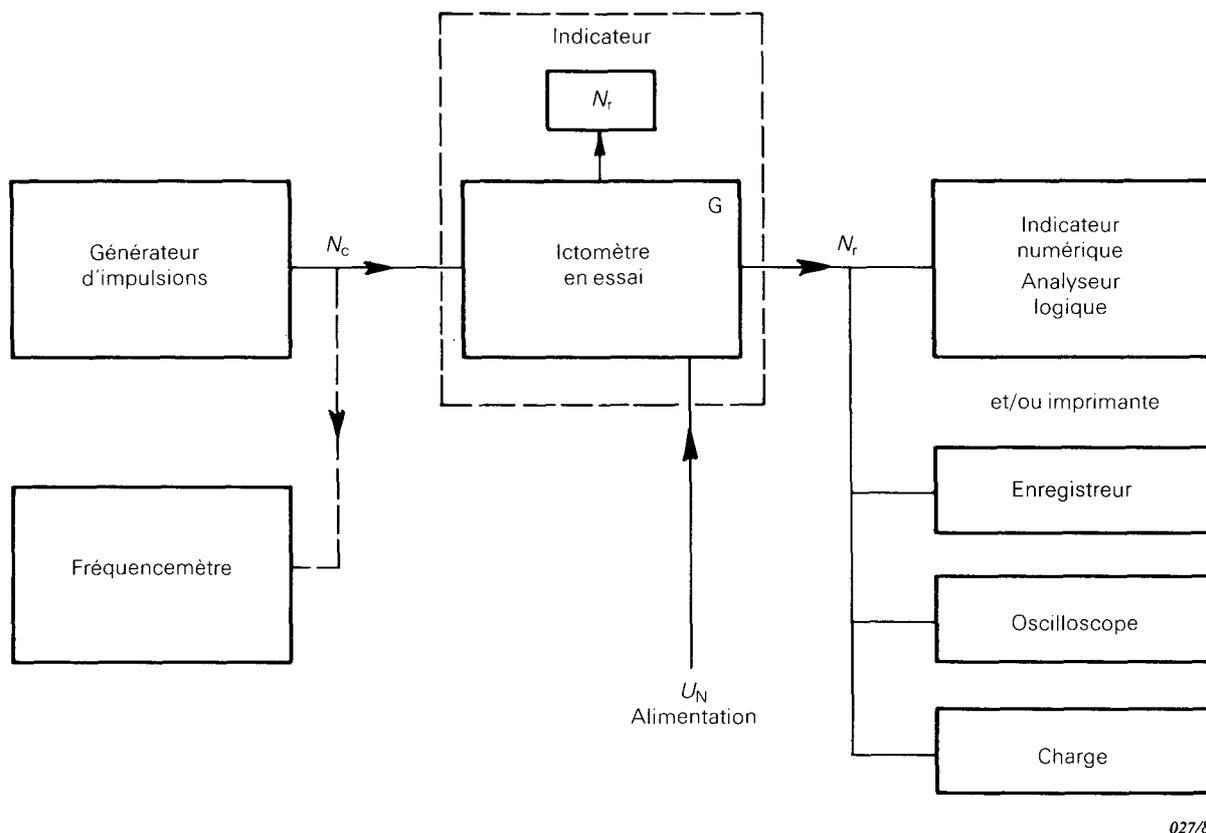


FIG. 3. — Disposition générale pour les essais.

La valeur conventionnellement vraie  $N_c$  du taux d'impulsions est obtenue de la façon suivante:

On branche à l'entrée du sous-ensemble ictomètre un générateur d'impulsions dont les caractéristiques doivent être appropriées aux caractéristiques d'entrée définies par le constructeur. Le taux d'impulsions fourni par un tel générateur représente la valeur conventionnellement vraie  $N_c$  du taux d'impulsions.

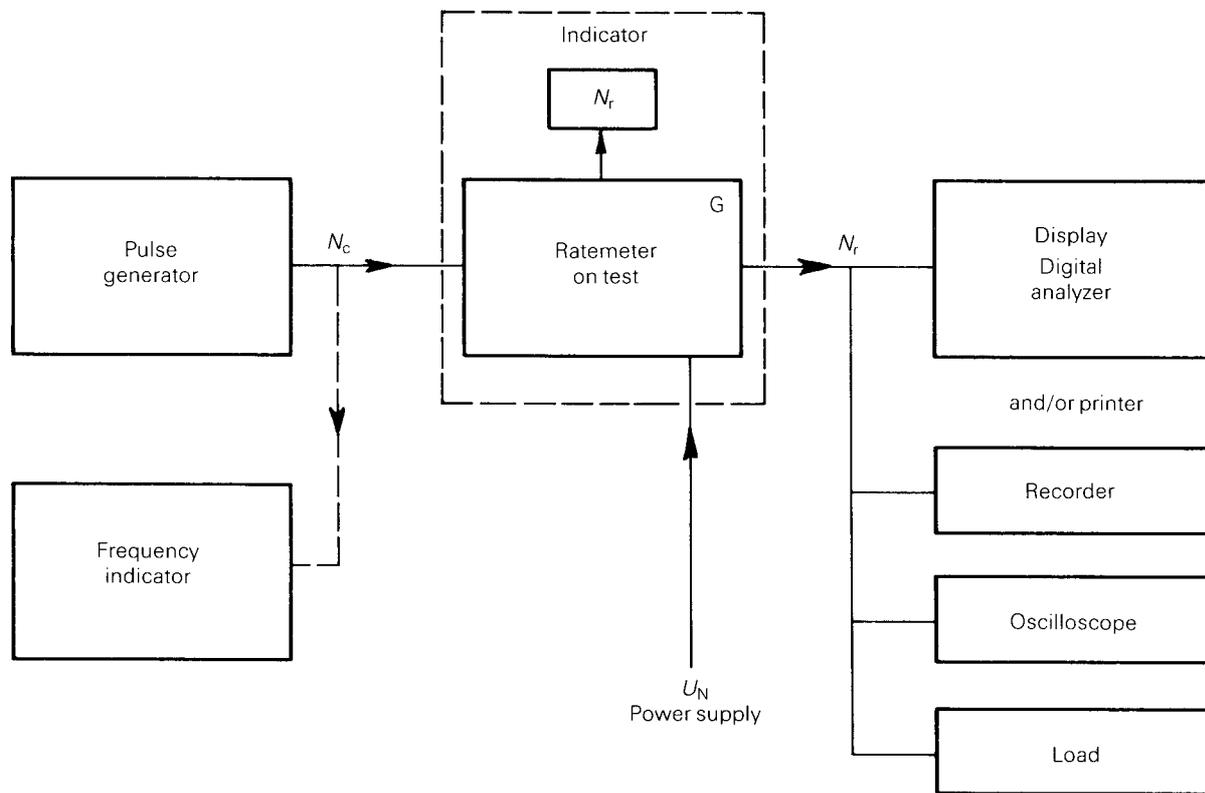
On peut lire  $N_c$  sur le générateur qui a été préalablement réglé et étalonné.

La grandeur mesurée  $N_r$  peut être lue sur l'indicateur et(ou) en sortie directe numérique de l'appareil, à l'aide d'un indicateur approprié.

Les circuits situés en aval de la sortie directe sont soit essayés séparément suivant les méthodes classiques, soit essayés globalement en même temps que le sous-ensemble ictomètre. S'ils comprennent un indicateur, son erreur de fonctionnement doit être indiquée par le constructeur de l'ictomètre.

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.

Furthermore, the actual pulse count rate may be monitored by means of a (sufficiently fast) frequency meter connected to the output of the (random) pulse generator:



027/85

FIG. 3. — General arrangement for tests.

The conventionally true value  $N_c$  of the pulse rate is obtained as follows:

A pulse generator is connected to the input of the ratemeter sub-assembly. The characteristics of this generator must be suited to the input characteristics stated by the manufacturer. The pulse rate produced by such a generator represents the conventionally true value  $N_c$  of the pulse rate.

$N_c$  can be read on the generator which has been previously set and calibrated.

The measured quantity  $N_r$  can be read on the indicator and/or at the direct digital output of the apparatus by means of an appropriate indicator.

The circuits following the direct output are either tested separately according to established methods or as a whole with the ratemeter sub-assembly. If they include an indicator, its operating error shall be stated by the manufacturer of the counting ratemeter.

## SECTION QUATRE — DÉCLENCHEURS À SEUIL

**11. Généralités**

Les déclencheurs à seuil sont des éléments bistables, avec ou sans automaintien, dont le changement d'état est entraîné par le dépassement d'un seuil réglable.

Pour les déclencheurs à seuil de courant, il s'agit:

- soit d'un seuil minimal: le déclenchement ayant lieu lorsque le courant devient inférieur à une valeur spécifiée,
- soit d'un seuil maximal: le déclenchement ayant lieu lorsque le courant devient supérieur à une valeur spécifiée.

Les déclencheurs à seuil:

- délivrent un signal logique dont l'état 0 ou 1, peut correspondre, au choix, à la position enclenchée ou à la position déclenchée,
- peuvent commander un relais électromagnétique.

Sauf spécification contraire, les caractéristiques des déclencheurs à seuil sont définies pour des tensions de seuil affichées correspondant à chacune des extrémités et au milieu de leur étendue de fonctionnement. La plage d'affichage correspond à la plage de mesure.

**12. Etats logiques**

Les états logiques à préciser pour un déclencheur à seuil correspondent aux valeurs en volts du signal logique dans chacun de ses états, enclenché et déclenché.

On fournira aussi, le cas échéant, la description des circuits de sortie du relais électromagnétique dans chacune de ses positions, repos et travail.

Le circuit déclencheur à seuil est alimenté par ses tensions normales d'alimentation et sa sortie est chargée, s'il y a lieu, par un relais électromagnétique ou un autre élément.

**13. Etendue de fonctionnement**

L'étendue de fonctionnement d'un déclencheur à seuil est définie par les limites de tension à l'intérieur desquelles l'erreur demeure inférieure à une valeur spécifiée.

L'étendue de fonctionnement d'un déclencheur est exprimée par ses valeurs limites. On indiquera l'erreur considérée.

Les niveaux de seuil étant fixés successivement aux valeurs extrêmes de l'étendue de fonctionnement, on vérifie le bon déclenchement de l'élément, avec ou sans mémoire, suivant le cas, en attaquant l'entrée avec un générateur de tension.

Le réglage de la valeur du seuil s'effectue avec un circuit de même nature que celui qui commandera le déclencheur dans la pratique.

Si des déclencheurs sont prévus pour fonctionner en étant commandés dans deux sens, ils seront essayés dans les deux sens, de manière à s'assurer de leur interchangeabilité dans tous les cas.

**14. Erreur**

- 14.1 L'erreur (classe) d'un déclencheur à seuil est définie par l'écart entre la valeur  $U_{\text{déc}}$  de la tension provoquant le déclenchement et la valeur  $U_{\text{aff}}$  de la tension affichée, cet écart étant rapporté à la valeur  $U_{\text{affM}}$  de la tension de déclenchement correspondant à l'extrémité supérieure de l'étendue de fonctionnement.

## SECTION FOUR — BIASED TRIPS

11. **General**

Biased trip circuits are bistable elements, with or without a latching facility, where the change of state is caused by the input signal passing beyond an adjustable threshold.

Current operated biased trips may have:

- a minimum threshold where triggering occurs when the current falls below a specified value,
- a maximum threshold, where triggering occurs when the current rises above a specified value.

Biased trips:

- deliver a logic signal where the 0 or 1 state can, by choice, correspond to the triggered or untriggered condition,
- can operate an electromagnetic relay.

Unless otherwise stated, the characteristics of biased trips are defined for indicated threshold voltages corresponding to each extremity and the middle of the operating range. The indicated limits shall correspond to the measured limits.

12. **Logic states**

The logic states are specified for a biased trip corresponding to the value in volts of the logic signal in each of its states triggered and untriggered.

If applicable, the output circuits of the electromagnetic relays are also specified in each position, rest or energized.

The biased trip is powered by normal power supplies and its output is loaded, if appropriate, by an electromagnetic relay or other element.

13. **Range of operation**

The range of operation of a biased trip is defined by the voltage limits between which the error remains less than a specified value.

It is expressed by these limit values. The error involved shall be stated.

With the threshold levels set successively to the extreme values of the operating range, the proper functioning of the element, with or without memory, is verified by applying a voltage generator to the input.

The threshold value is set with a circuit similar to that which controls the trip in practice.

If the trips are planned to operate from signals of two polarities, they shall be tested in both polarities in such a way that their interchangeability is assured in all cases.

14. **Error**

- 14.1 The error (class) of a biased trip is defined by the difference between the value  $U_{\text{trig}}$  of the voltage actually causing the triggering and the value  $U_{\text{ind}}$  of the voltage (nominally) indicated. This difference is related to the value  $U_{\text{ind M}}$  of the triggering voltage corresponding to the upper limit of the range of operation.



The error of a trip is expressed as a percentage by:

$$E = 100 \frac{U_{\text{trig}} - U_{\text{ind}}}{U_{\text{ind}} M}$$

It can be expressed by a curve of the form:

$$E = f(U_{\text{ind}}) \quad (\text{Linearity error, see Figure 4.})$$

a) *Trip elements with indication*

When the trip element has a scale graduated in trigger level, the voltage  $U_{\text{trig}}$  causing tripping at an indicated threshold  $U_{\text{ind}}$  is plotted.

b) *Trip alone*

The same test as before is applied but with the threshold voltage supplied from a calibrated voltage source and not by the indicator circuit incorporated in the apparatus.

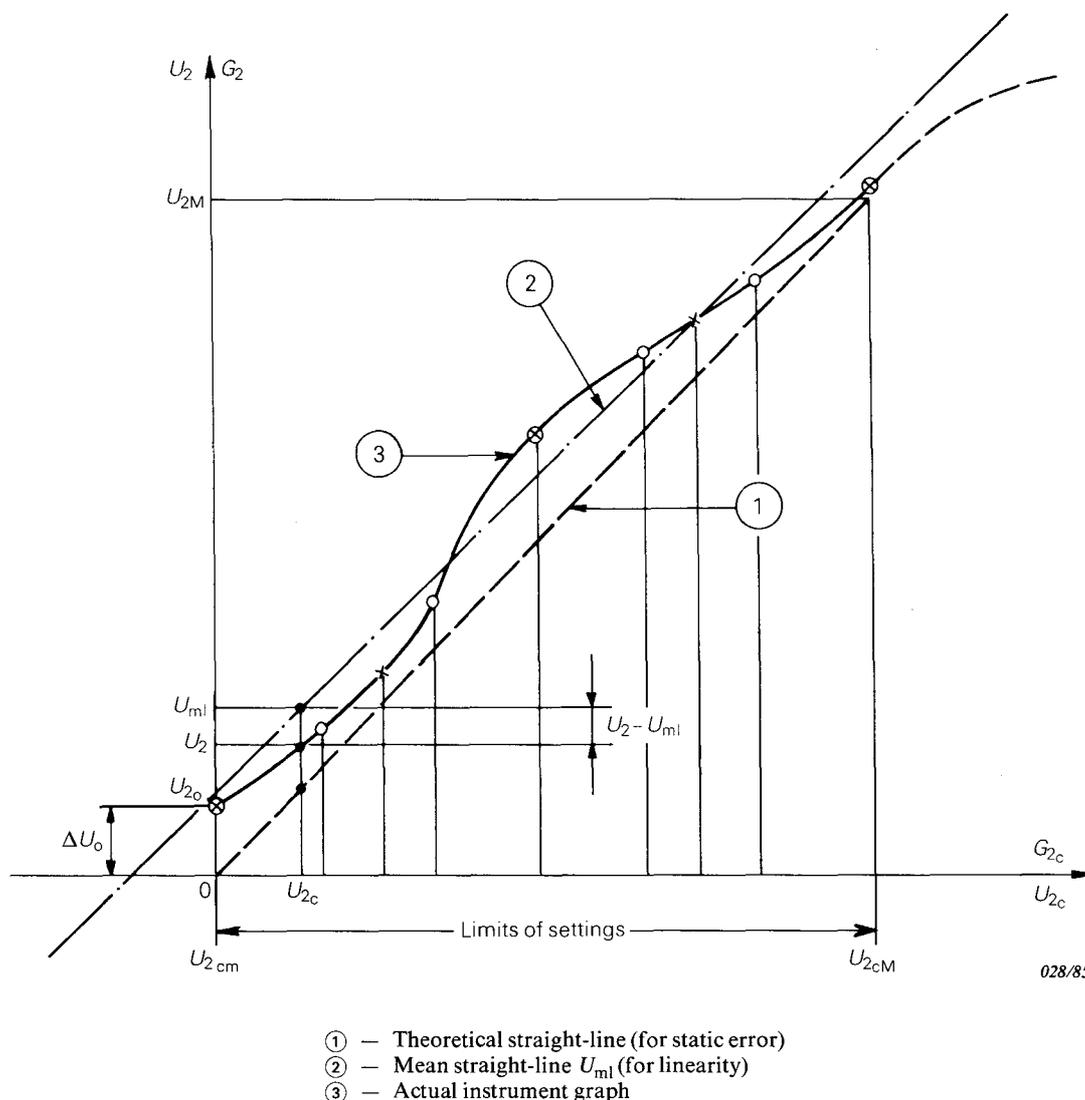


FIG. 4. — Measurement of the linearity of indication and static error.

#### 14.2 Classe de linéarité de l'affichage

- Pour l'étude de cette caractéristique de fonctionnement, on doit, par définition, tracer une droite de référence. Cette droite représente  $U_2 = f(U_{2c})$  en coordonnées linéaires. On effectue une série de mesures permettant de dresser le tableau de correspondance entre  $U_2$  et  $U_{2c}$ . On trace, suivant l'exemple représenté sur la figure 4, page 32, la courbe qui relie les points de mesure (courbe 3).
- On trace à l'aide d'une méthode mathématique, comme la méthode des moindres carrés ou la méthode des moyennes discontinues, la droite moyenne  $U_{dm}$  la plus voisine possible des points de mesure (droite 2).  $U_{dm}$  est la grandeur  $G_2$  sur la droite moyenne. La droite 1 est la droite théorique (droite passant par l'origine).

La classe de linéarité est définie par:

$$C_L = 100 \frac{|U_2 - U_{dm}|_M}{U_{2M}} \text{ (en \%)}$$

#### 14.3 Erreur statique

L'erreur statique est calculée à partir de la courbe de la figure 4 (droite 1). On indique la valeur maximale de:

$$E_{sta} = 100 \frac{U_2 - U_{2c}}{U_{2cM}} \text{ (en \%)}$$

#### 15. Temps de réponse

- a) Le temps de réponse  $t_r$  d'un déclencheur à seuil est défini par le temps mis par le signal logique de sortie pour changer d'état lorsqu'on injecte à l'entrée, à l'instant  $t = t_0$ , un échelon de tension d'amplitude égale à 110% de la valeur du seuil affichée  $U_{2N}$  (voir figure 5, page 36).

S'il y a lieu, on définit aussi un temps de réponse correspondant à l'ouverture ou à la fermeture d'un contact de travail ou de repos du relais électromagnétique.

Les temps de réponse s'expriment respectivement en microsecondes ou en millisecondes.

On indiquera, comme caractéristiques de l'élément, les temps de réponse pour la tension de seuil affichée correspondant au milieu de son étendue de fonctionnement.

- b) Le temps d'établissement  $t_e$  dans le cas où il y a rebondissement (relais), est le temps qui doit s'écouler après une variation brusque de la tension d'entrée  $U$  et le moment où l'on arrive pour la dernière fois à l'état final.

Le niveau de déclenchement étant réglé au milieu de l'étendue de fonctionnement, on applique à l'entrée du déclencheur un signal échelon correspondant à 110% de la valeur de déclenchement affichée. Dans cette procédure, il y a lieu de définir, pour chaque type de déclencheur à seuil, les caractéristiques du signal injecté en pratique.

A partir de l'instant d'application du signal d'entrée sur le déclencheur, on mesure le temps mis par le signal logique de sortie pour atteindre 90% de sa valeur finale pour la première fois ou le temps mis par le contact de relais pour s'ouvrir (ou se fermer, suivant le cas).

Si le déclencheur commande un relais, la mesure peut s'effectuer avec un chronomètre électronique dont le signal de démarrage est l'échelon du signal d'attaque du déclencheur et dont le signal d'arrêt est le courant même du relais.

Si le déclencheur fournit un signal logique de sortie, la mesure peut s'effectuer à l'aide d'un galvanomètre de rapidité suffisante ou, mieux, d'un oscilloscope déclenché par l'échelon du signal d'attaque du déclencheur à seuil, avec observation visuelle de l'écran ou, de préférence, photographie du signal logique de sortie.

### 14.2 Indication linearity class

- To study this characteristic of operation the reference straight-line shall by definition be plotted. This line represents  $U_2 = f(U_{2c})$  in linear co-ordinates.

A series of measurements are made permitting a table to be set up showing correspondence between  $U_2$  and  $U_{2c}$ . A curve, as in Figure 4, page 33, (curve 3) is then plotted connecting the measurement points.

- Using a mathematical method such as the method of least squares or the method of discontinuous means, the mean straight line  $U_{ml}$  is plotted as close as possible to the measurement points (line 2).  $U_{ml}$  is the quantity  $G_2$  on the mean straight line. Line 1 is the theoretical straight line (passing through the origin).

The linearity class is defined by:

$$C_L = 100 \frac{|U_2 - U_{ml}|_M}{U_{2M}} \text{ (in \%)}$$

### 14.3 Static error

The static error may be calculated starting from the curve (line 1) of Figure 4. The maximum value is obtained:

$$E_{sta} = 100 \frac{U_2 - U_{2c}}{U_{2cM}} \text{ (in \%)}$$

## 15. Response time

- The response time  $t_r$  of a biased trip is defined as the time taken for the logic output signal to change state when a voltage step of amplitude equal to 110% of the indicated threshold  $U_{2N}$  is injected into the input at the instant  $t = t_0$  (see Figure 5, page 37).

Where appropriate a response time may be defined as corresponding to the opening or closing of normally-closed and normally-open contacts of an electromagnetic relay.

The response time is expressed in microseconds or in milliseconds.

The response times for an indicated threshold voltage corresponding to the middle of the range of operation are shown as characteristic of the element.

- The settling time  $t_s$  in the case where there is bounce (relays) is the time which shall elapse after an abrupt change of input voltage  $U$  and the moment when the final state is reached for the last time.

With the triggering level set to the middle of its operating range, a step signal corresponding to 110% of the indicated trigger level is applied to the input of the trip. In this procedure there is need to define for each type of biased trip the characteristics of the signal injected in practice.

Starting from the instant of application of the input signal to the trip, the time is measured for the logic output signal to reach 90% of its final value for the first time or the time taken by the relay contact to open (or close, whichever is the case).

If the trip controls a relay, the measurement can be carried out with an electronic timer whose starting signal is the signal step driving the trip and whose stop signal is from the relay.

If the trip provides a logic output signal, the measurement can be carried out on a sufficiently fast acting galvanometer or better still on an oscilloscope triggered by the signal step which drives the trip with visual observation of the screen or, preferably, photography of the digital output signal.

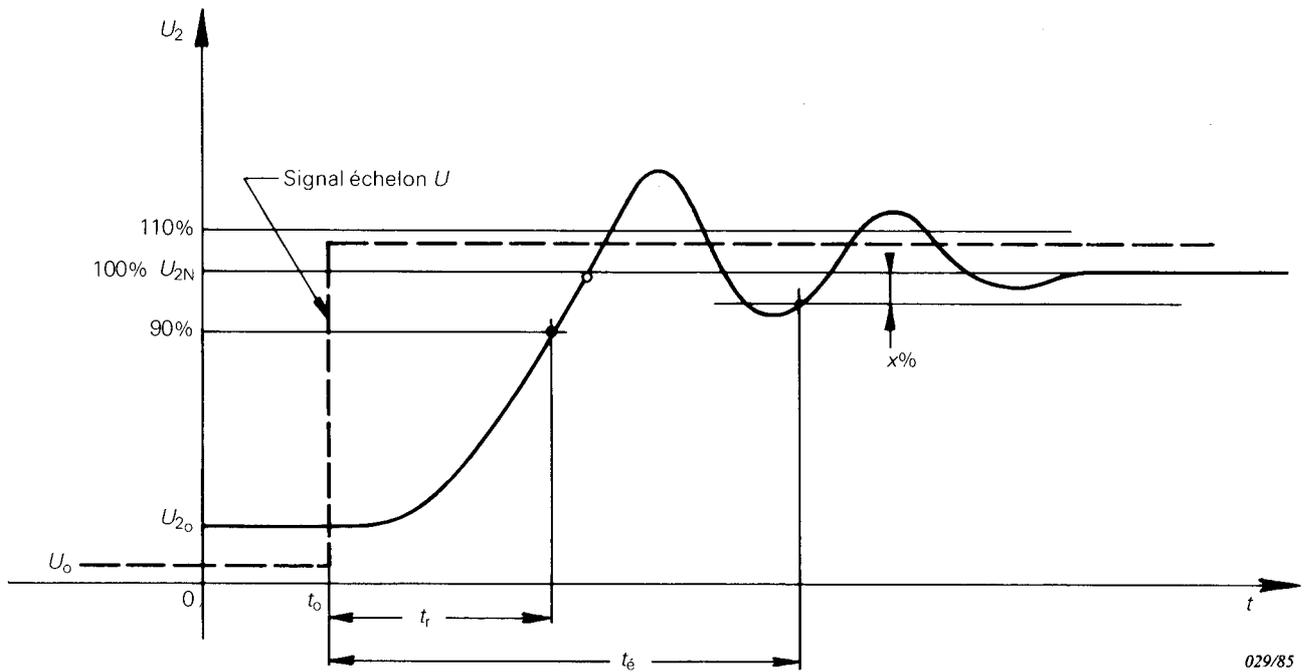


FIG. 5. — Temps de réponse.

16. **Hystérésis**

- L'hystérésis relative d'un déclencheur à seuil est définie par l'écart entre la valeur  $U_{d\acute{e}c}$  de la tension provoquant son déclenchement et la valeur  $U_{enc}$  de la tension provoquant son enclenchement, cet écart étant rapporté à la valeur  $U_{aff M}$  de la tension correspondant à l'extrémité supérieure de son étendue de fonctionnement.

L'hystérésis relative d'un déclencheur s'exprime en pourcentage par:

$$H = 100 \frac{U_{d\acute{e}c} - U_{enc}}{U_{aff M}}$$

- La tension d'hystérésis minimale est donnée par:

$$U_{d\acute{e}c} - U_{enc} \geq \frac{1}{2} U_{rés} = U_{dt}$$

où  $U_{rés}$  représente la tension correspondant au taux de comptage de résolution et  $U_{dt}$  la tension correspondant au seuil du détecteur (détection).

a) *Déclencheur à seuil avec automaintien*

On vérifie simplement que, une fois déclenché par dépassement du niveau affiché, le déclencheur ne revient plus à son état initial si on provoque une variation du signal d'entrée dans toute l'étendue de fonctionnement.

Le circuit de retour (à l'état initial) est actionné pendant que le niveau du signal d'entrée dépasse le seuil affiché.

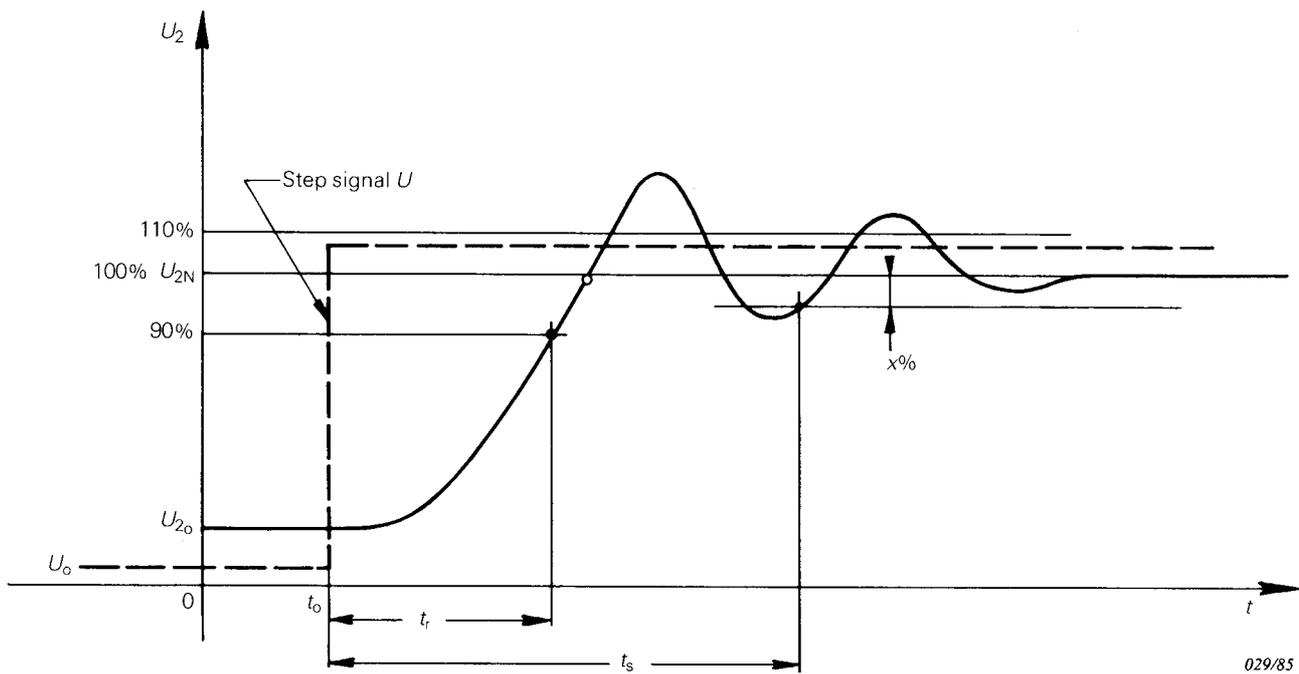


FIG. 5. — Response time.

## 16. Hysteresis

- The hysteresis of a biased trip is defined by the ratio of difference between the voltage  $U_{\text{trig}}$  causing triggering and the voltage  $U_{\text{reset}}$  at which the circuit is reset and the voltage  $U_{\text{ind M}}$  corresponding to the upper limit of its range of operation.

The relative hysteresis of a trip is expressed as a percentage by:

$$H = 100 \frac{U_{\text{trig}} - U_{\text{reset}}}{U_{\text{ind M}}}$$

- The minimum hysteresis voltage is given by:

$$U_{\text{trig}} - U_{\text{reset}} \geq \frac{1}{2} U_{\text{res}} = U_{\text{dt}}$$

where  $U_{\text{res}}$  represents the voltage corresponding to the counting rate resolution and  $U_{\text{dt}}$  the voltage corresponding to the detector (detection) threshold.

### a) Biased trip with latching facility

A simple check is made that once triggered by the indicator level being exceeded, the trip does not return to its initial state even when the input signal is varied over the whole of its operating range.

The reset circuit (for returning the trip to its initial state) is actuated while the input signal level exceeds the indicated threshold.

b) *Déclencheur sans automaintien*

On mesure, pour chacun des trois points convenus de l'étendue de fonctionnement du déclencheur, la valeur  $U_{\text{déc}}$  du signal de déclenchement et la valeur  $U_{\text{enc}}$  provoquant le retour à l'état enclenché.

17. **Dérive**

La dérive exclut les perturbations dues, de manière directe, à l'effet de température, même dynamique, et correspond uniquement à des phénomènes de vieillissement en cours de fonctionnement.

Les essais de dérive, qui commencent immédiatement après la durée de fonctionnement préalable, s'effectuent à température constante en relevant pendant un temps déterminé la valeur  $U_{\text{déc}}$  de la tension qui provoque le déclenchement.

La dérive d'un déclencheur à seuil est définie par l'écart maximal

$$\left| \Delta U_{\text{déc}} \right|_{\text{M}} = \left| U_{\text{déc } t_1} - U_{\text{déc } t_2} \right|_{\text{M}}$$

entre les valeurs de la tension de déclenchement, aux temps  $t_1$  et  $t_2$ , cet écart étant rapporté à la valeur  $U_{\text{aff M}}$  de la tension correspondant à l'extrémité de l'étendue de fonctionnement.

La mesure de la dérive d'un déclencheur à seuil s'effectue à une température ambiante de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (ou autre valeur spécifiée).

Elle commence après la durée de fonctionnement préalable à cette température, le déclencheur à seuil étant initialement à l'arrêt depuis au moins 24 h.

Elle s'effectue par une méthode d'opposition avec diviseur de tension à résistance de haute stabilité et pile étalon ou avec un voltmètre numérique.

Le seuil de déclenchement est réglé au milieu de l'étendue de fonctionnement.

a) *Procédé manuel*

On relève les valeurs  $U_{\text{déc}}$  du signal provoquant le déclenchement. On en déduit la dérive du déclencheur, comme indiqué précédemment, dont on trace la variation en fonction du temps.

b) *Procédé automatique*

On attaque l'entrée du déclencheur à seuil par un signal en dents de scie de croissance lente et dont le retour est commandé, au moment du déclenchement, par le signal de sortie.

Le lieu des extrémités du signal d'entrée représente l'évolution du signal provoquant le déclenchement en fonction du temps.

La dérive s'exprime en pourcentage (classe) par:

$$E_s = 100 \frac{\left| \Delta U_{\text{déc}} \right|_{\text{M}}}{U_{\text{aff M}}}$$

On précisera:

La dérive à long terme, correspondant à une durée d'essai de 10 jours (240 h),

La dérive à moyen terme, correspondant à une durée d'essai de 24 h ou de 7 h,

La dérive à court terme, correspondant à une durée d'essai de 1 h.

18. **Interaction entre déclencheurs**

L'interaction d'un déclencheur «A» sur un déclencheur «B» est définie par l'écart entre la valeur du seuil affiché sur «B»,  $U_{\text{aff B}}$  et la valeur du signal la moins voisine,  $U_c$  (moins vois.) pour laquelle le déclenchement de «A» suffit à provoquer le déclenchement de «B», cet écart étant rapporté à la valeur  $U_{\text{aff M}}$  de la tension correspondant à l'extrémité supérieure de l'étendue de fonctionnement.

b) *Trip without latching facility*

At each of three agreed points in the operating range of the trip, the value  $U_{\text{trig}}$  of the triggering signal and the value  $U_{\text{reset}}$  which causes a return to the reset state are measured.

## 17. Drift

Drift excludes disturbances due directly to temperature effects, even dynamic effects, and corresponds solely to ageing phenomena during operation.

Drift tests, which begin immediately after a period of preliminary operation, are carried out at constant temperature and determine during a given time the voltage values  $U_{\text{trig}}$  causing triggering.

The drift of a biased trip is defined by the maximum variation

$$|\Delta U_{\text{trig}}|_{\text{M}} = |U_{\text{trig } t_1} - U_{\text{trig } t_2}|_{\text{M}}$$

between the values of triggering voltage at times  $t_1$  and  $t_2$ , this variation being a proportion of the voltage  $U_{\text{ind M}}$  corresponding to the upper limit of the range of operation.

The measurement of the drift of a biased trip is carried out at an ambient temperature of  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (or other specified value).

It follows the period of preliminary operation at this temperature, the biased trip being initially in operation for at least 24 h.

It is carried out by an opposition method with, for example, a potential divider using high stability resistors and a standard cell or with a digital voltmeter.

The triggering threshold is set to the middle of the range of operation.

a) *Manual procedure*

The values  $U_{\text{trig}}$  of the signal causing triggering are recorded. As shown previously the trip drift can be deduced from them, the variation being plotted as a function of time.

b) *Automatic procedure*

The input of the biased trip is driven by a slowly rising saw tooth signal whose recovery is made to occur at the instant of triggering by the output signal.

The values at the upper extremities of the input signal represent the variations with time of the signal causing triggering.

The drift is expressed as a percentage (class) by:

$$E_s = 100 \frac{|\Delta U_{\text{trig}}|_{\text{M}}}{U_{\text{ind M}}}$$

The following may be specified:

Long-term drift corresponding to a test period of 10 days (240 h),

Medium-term drift corresponding to a test period of 24 h or 7 h,

Short-term drift corresponding to a test period of 1 h.

## 18. Interaction between trips

The interaction of trip "A" on trip "B" is defined by the difference between the threshold value indication on "B",  $U_{\text{ind B}}$ , and the signal value most separated from it,  $U_{\text{c(most sep.)}}$ , for which the triggering of "A" is sufficient to cause the triggering of "B", this difference being a proportion of the voltage  $U_{\text{ind M}}$  corresponding to the upper limit of the range of operation.

L'interaction entre déclencheurs s'exprime en pourcentage par:

$$E_{\text{interaction}} = 100 \frac{U_{\text{aff B}} - U_{\text{cA (moins vois.)}}}{U_{\text{aff M}}}$$

L'essai est effectué en chacun des trois points suivants de l'étendue de fonctionnement d'un déclencheur à seuil:

- au milieu,
- à chaque extrémité.

Cet essai n'est valable que pour un sous-ensemble complet donné.

Pour un déclencheur à seuil déterminé et pour chaque point de réglage indiqué ci-dessus, on note la valeur  $U_{\text{aff}}$  du seuil affiché et on recherche la valeur  $U_{\text{c}}$  du signal, la moins voisine de  $U_{\text{aff}}$ , pour laquelle le déclenchement des déclencheurs voisins provoque le déclenchement du déclencheur déterminé.

#### 19. Variations sous l'influence de la température

Les variations d'un déclencheur à seuil sont définies par l'écart entre les valeurs de la tension de déclenchement obtenues à deux températures spécifiées  $T_1$  et  $T_2$ , cet écart étant rapporté à la valeur de la tension correspondant à l'extrémité supérieure de l'étendue de fonctionnement  $U_{\text{aff M}}$ .

$$\Delta U_{\text{déc}} = U_{\text{déc } T_1} - U_{\text{déc } T_2}$$

L'erreur en température d'un déclencheur s'exprime en pourcentage par:

$$E_T = 100 \frac{\Delta U_{\text{déc}}}{U_{\text{aff M}}}$$

$\Delta U_{\text{déc}}$  étant l'écart entre les valeurs de la tension de déclenchement à 5 °C et 40 °C (ou autres valeurs spécifiées).

On mesure la variation de la tension de déclenchement du déclencheur à seuil pour deux valeurs, 5 °C et 40 °C de la température ambiante (ou autres valeurs spécifiées). En chacun de ces deux points, la température est stabilisée pendant au moins une demi-heure avant la mesure.

On distingue, d'une part, l'influence de la température sur les éléments «affichage et déclencheur», et d'autre part, sur le déclencheur seul, la tension de seuil provenant alors d'une source de tension étalonnée et non pas du circuit d'affichage incorporé à l'appareil.

#### 20. Variations sous l'influence de la tension du réseau

Le coefficient de tension réseau d'un déclencheur à seuil est défini par l'écart entre les valeurs de la tension de déclenchement lorsque la tension du réseau varie, cet écart étant rapporté à la valeur  $U_{\text{aff M}}$  de la tension correspondant à l'extrémité supérieure de l'étendue de fonctionnement. Il s'exprime en pourcentage par:

$$E_U = 100 \frac{\Delta U_{\text{déc}}}{U_{\text{aff M}}}$$

où:

$\Delta U_{\text{déc}}$  est l'écart entre les valeurs de la tension de déclenchement lorsque la tension du réseau varie de  $\pm 10\%$  de sa valeur nominale.

$$\Delta U_{\text{déc}} = U_{\text{déc } U_N(1,1)} - U_{\text{déc } U_N(0,9)}$$

The interaction between trips is expressed as a percentage by:

$$E_{\text{interaction}} = 100 \frac{U_{\text{ind B}} - U_{\text{cA (most sep.)}}}{U_{\text{ind M}}}$$

The test is carried out at each of the three following points in the range of operation of the biased trip:

- at the middle,
- at each extremity.

This test is only valid for a given complete sub-assembly.

Considering a specific biased trip, for each reading point shown above, the value  $U_{\text{ind}}$  of the indicated threshold is noted. The value  $U_{\text{c}}$  of the signal the most separated from  $U_{\text{ind}}$  for which the tripping of neighbouring trips causes tripping of the specific trip is noted.

### 19. Variations under the influence of temperature

The variations of a biased trip are defined by the difference between the values of the trigger voltage obtained at two specified temperatures  $T_1$  and  $T_2$ , this difference being a proportion of the value of the voltage  $U_{\text{ind M}}$  corresponding to the upper limit of the range of operation.

$$\Delta U_{\text{trig}} = U_{\text{trig } T_1} - U_{\text{trig } T_2}$$

The error due to temperature of a trip is expressed as a percentage by:

$$E_T = 100 \frac{\Delta U_{\text{trig}}}{U_{\text{ind M}}}$$

$\Delta U_{\text{trig}}$  being the difference between the trigger voltages at 5°C and 40°C (or other specified values).

The variation in trigger voltage of the biased trip is measured for two values 5°C and 40°C of the ambient temperature (or other specified values). At each of these points the temperature is stabilized for at least half an hour before the measurement.

The influence of temperature on the display trip elements should be distinguished from that on the trip alone where the threshold voltage is provided by a standard source of voltage and not by the display circuit incorporated in the apparatus.

### 20. Variations under the influence of mains voltage

The coefficient of mains voltage of a biased trip is defined by the difference between the values of the triggering voltage when the mains voltage varies, this difference being divided by the values  $U_{\text{ind M}}$  of the voltage corresponding to the upper limit of the range of operation. It is expressed as a percentage by:

$$E_U = 100 \frac{\Delta U_{\text{trig}}}{U_{\text{ind M}}}$$

where:

$\Delta U_{\text{trig}}$  is the difference between the triggering voltage values when the mains voltage varies from its nominal value by  $\pm 10\%$ .

$$\Delta U_{\text{trig}} = U_{\text{trig } U_N(1.1)} - U_{\text{trig } U_N(0.9)}$$

– *Déclencheur incorporé dans un sous-ensemble*

On s'intéresse dans ce cas à l'effet global dû à une variation de tension du réseau sur les alimentations du sous-ensemble.

On utilise le même procédé de mesure que pour la dérive, mais en faisant varier la tension du réseau.

– *Influence des tensions des alimentations*

On évalue un coefficient identique au précédent, mais en faisant varier chacune des tensions des alimentations du sous-ensemble de  $-1\%$  à  $+1\%$  de leur valeur nominale.

## 21. Variations sous l'influence de la fréquence du réseau

La caractéristique est similaire à celle du paragraphe précédent, mais on fait varier la fréquence du réseau entre des limites spécifiées.

$$E_f = 100 \frac{\Delta U_{\text{déc}}}{U_{\text{aff M}}}$$

On utilise la même méthode d'essai que pour la dérive, mais on fait varier la fréquence du réseau de  $\pm 5\%$  autour de sa valeur nominale.

$$\Delta U_{\text{déc}} = U_{\text{déc}} f_N (1 + 5\%) - U_{\text{déc}} f_N (1 - 5\%)$$

## 22. Variations sous l'influence de la charge

- L'impédance de sortie  $Z_2$  doit être telle que les spécifications relatives à la précision soient tenues pour toutes les valeurs du courant de charge ne dépassant pas une valeur spécifiée.
- La capacité maximale qu'il est possible de brancher à la sortie doit être précisée.
- On fait varier la charge dans des limites spécifiées et l'on obtient en pourcentage (voir aussi figure 6, page 44):

$$E_{\text{ch}} = 100 \frac{\Delta U_{\text{déc}}}{U_{\text{aff M}}}$$

Le courant maximal de charge s'exprime en mA par:  $I_{\text{ch M}}$

- On peut également indiquer l'amplitude des fluctuations du signal de sortie, en pourcentage comme suit:

$$F = 100 \frac{\Delta U_2}{U_{\text{aff M}}}$$

- D'autres caractéristiques de sortie spécifiques peuvent aussi être indiquées suivant les cas particuliers à préciser.

On utilise la même méthode d'essai que pour la dérive, mais pour des signaux de sortie correspondant aux extrémités de l'étendue de fonctionnement du déclencheur. On fait varier la charge de  $0\%$  à  $100\%$  de sa valeur spécifiée, ou suivant les cas particuliers, d'une valeur donnée.

Les variations peuvent être indiquées comme précédemment. On peut également donner, suivant les cas, la charge maximale, la capacité extérieure maximale, le courant de charge maximal, l'impédance de charge maximale, le pouvoir de coupure du relais, les surtensions, les fluctuations, etc.

– *Trip incorporated in a sub-assembly*

In this case the overall effect is measured of a variation of mains voltage on the power supply of the sub-assembly.

The same measurement procedure is used as for drift but the mains voltage is varied.

– *Influence of power supply voltages*

A coefficient identical to the preceding one is evaluated but for each one the sub-assembly power supply voltages is varied by  $-1\%$  to  $+1\%$  of their nominal values.

## 21. Variations under the influence of mains frequency

The characteristic is similar to that of the preceding clause but the frequency is varied between specified limits.

$$E_f = 100 \frac{\Delta U_{\text{trig}}}{U_{\text{ind M}}}$$

The same test method is used as for drift but the mains frequency is varied  $\pm 5\%$  around its nominal value.

$$\Delta U_{\text{trig}} = U_{\text{trig}} f_N (1 + 5\%) - U_{\text{trig}} f_N (1 - 5\%)$$

## 22. Variations under the influence of load

- The output impedance  $Z_2$  shall be such that the specifications concerning precision should hold for all values of load current not exceeding a specified value.
- The maximum capacitance which can be connected to the output shall be specified.
- The load is varied within specified limits and is given as a percentage as follows (see also Figure 6, page 45):

$$E_l = 100 \frac{\Delta U_{\text{trig}}}{U_{\text{ind M}}}$$

The maximum load current is expressed in mA by:  $I_{1M}$

- Similarly the amplitude of the fluctuation in output signal may be shown as a percentage as follows:

$$F = 100 \frac{\Delta U_2}{U_{\text{ind M}}}$$

- Other specific output characteristics can also be shown according to the particular cases to be specified.

The same test method is used as for drift, but for output signals corresponding to the limits of the operating range of the trip. The load is varied from 0% to 100% of its specified value or the value appropriate to a particular case.

The variations can be shown as previously. Similarly, according to the particular case, maximum load, maximum external capacity, maximum load current, maximum load impedance, power to close a relay, voltage changes, fluctuations, etc. can be given.

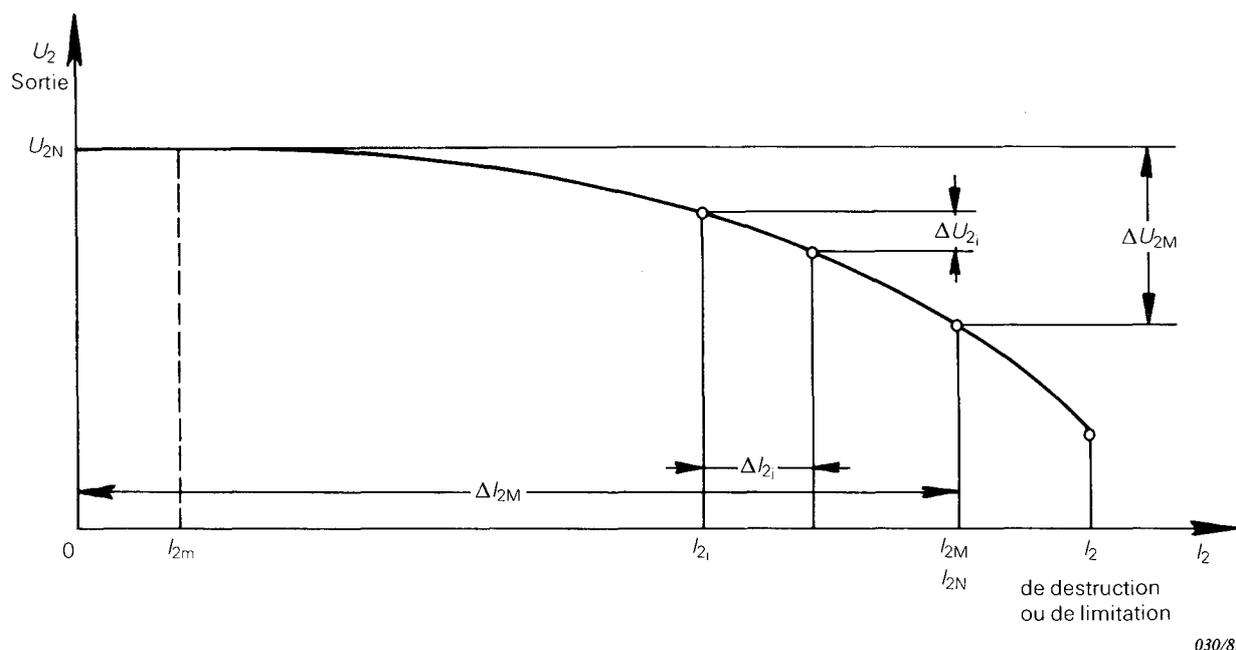


FIG. 6. — Variations en fonction de la charge.

SECTION CINQ — ALIMENTATIONS HAUTE TENSION POUR DÉTECTEURS <sup>1)</sup>

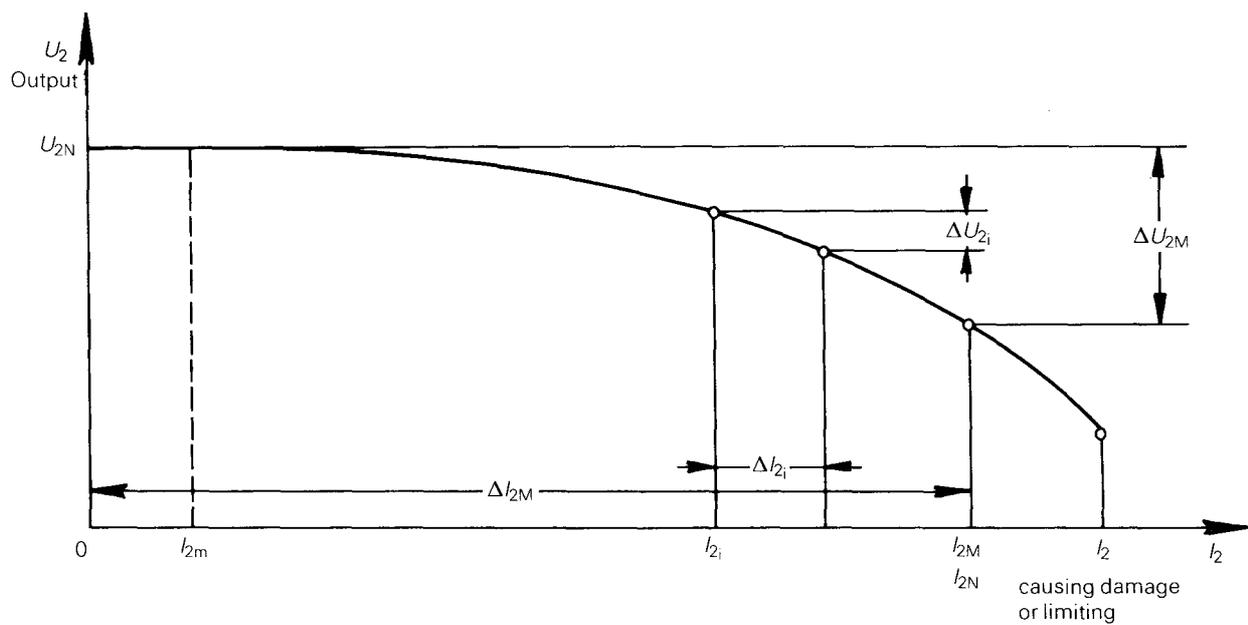
23. Généralités

Les caractéristiques et les méthodes de mesure générales des alimentations stabilisées s'appliquent aux alimentations particulières comme indiqué à la figure 7, page 48 (voir aussi les Publications 430, 443, 462 et 515 de la CEI).

24. Alimentation pour chambre d'ionisation à bore (compensée, non compensée, multiple)

- L'alimentation pour chambre d'ionisation compensée fournit une haute tension positive et une haute tension négative. Les tensions peuvent être fixes ou réglables. Les caractéristiques indiquées s'appliquent à chacune d'elles (+HT et -HT).
- Sauf indication contraire, les caractéristiques d'une alimentation fournissant une haute tension réglable sont définies pour la valeur maximale de sa tension de sortie. On indique +HT et/ou -HT avec la précision d'affichage. Pour les alimentations à convertisseur, il faut noter la tension minimale que peut fournir l'alimentation à pleine charge (tensions de décrochage et de raccrochage).
- Points particuliers pour alimentations doubles:
  - Une alimentation double fournit deux tensions +HT et -HT symétriques avec un réglage commun dans le cas des chambres d'ionisation à compensation fixe symétrique.
  - Pour les chambres à compensation réglable ou à compensation fixe asymétrique, l'alimentation comporte, soit deux réglages indépendants, soit un réglage commun avec un réglage complémentaire pour la tension de compensation.
  - On indique l'interaction entre les deux hautes tensions lors du réglage de l'une d'elles, s'il y a lieu.

<sup>1)</sup> Alimentations basse tension: voir la Publication 443 de la CEI.



030/85

FIG. 6. — Variations as a function of load.

SECTION FIVE — HIGH-VOLTAGE POWER SUPPLIES FOR DETECTORS<sup>1)</sup>

## 23. General

The characteristics and general measurement methods for stabilized power supplies apply to particular supplies as shown in Figure 7, page 49 (see also IEC Publications 430, 443, 462 and 515).

24. Power supply for boron ionization chambers  
(compensated, non-compensated, multiple)

- The power supply for the compensated ionization chambers provides a high voltage positive and a high voltage negative. The voltages can be fixed or adjustable. The stated characteristics apply to each (+HV and -HV).
- Unless otherwise stated, the characteristics of a power supply providing an adjustable high voltage are specified for the maximum value of the output voltage. +HV and/or -HV are stated with their reading accuracy. For converter power supplies, the minimum voltage for the provision of power at full load shall be noted (voltages on load and off load).
- Particular points for double power supplies:
  - A double power supply provides two symmetrical voltages +HV and -HV with a common adjustment in the case of fixed symmetrical compensated ionization chambers.
  - For chambers with adjustable compensation or fixed asymmetrical compensation, the supply comprises either two independent adjustments or a common adjustment with a complementary adjustment for the compensation voltage.
  - Where necessary the interaction between the two high voltages when one is adjusted should be stated.

<sup>1)</sup> Low voltage power supplies: See IEC Publication 443.

- L'alimentation pour chambre d'ionisation non compensée fournit une seule tension positive ou négative, réglable ou non.
- L'alimentation pour chambre multiple est du même type que la précédente mais, en général, elle peut fournir un débit plus important.
- Pour les alimentations doubles, à deux réglages ou à deux polarités, l'une ne doit pas perturber l'autre, plus que dans les limites d'un facteur spécifié.

Une attention particulière doit être apportée dans la vérification de la tenue aux micro-claquages en sortie, tenue au court-circuit en sortie, réinjection des parasites créés éventuellement par la conversion basse tension — haute tension.

#### 25. Alimentation pour chambre à fission

- Les chambres à fission comme les chambres d'ionisation à bore ont leur point de fonctionnement situé sur une partie plate de la courbe d'intensité en fonction de la tension.
- L'alimentation pour chambre à fission a sensiblement les mêmes caractéristiques que l'alimentation pour chambre d'ionisation à bore non compensée. On distingue le fonctionnement en impulsions et le fonctionnement en courant.

#### 26. Alimentation pour tubes-compteurs à BF<sub>3</sub>, à dépôt de B<sub>10</sub> ou à He<sub>3</sub>

- L'alimentation pour un tube-compteur proportionnel ne nécessite qu'une seule tension réglable.
- Elle doit, en général, fournir une tension plus élevée que l'alimentation pour chambre à fission, mais avec un débit plus faible. La stabilisation doit être de meilleure qualité.

#### 27. Alimentation pour tubes-compteurs de Geiger-Müller

Ces alimentations sont caractérisées par leur simplicité de réalisation et doivent être vérifiées suivant les procédures définies dans les articles généraux.

Les alimentations pour tubes-compteurs de Geiger-Müller sont également caractérisées par des tensions continues délivrées variant de quelques centaines de volts à 2 000 V environ, à faible débit (<10 µA) et à stabilité moins sévère (10<sup>-2</sup>).

#### 28. Alimentation pour photomultiplicateurs (ou photoscintillateurs)

Ces alimentations pour photomultiplicateurs sont caractérisées par des tensions continues délivrées, variant de quelques centaines de volts à 3 000 V environ.

On distingue:

- les alimentations à faible débit (<1 mA), et
- les alimentations à fort débit, destinées à un groupe de photomultiplicateurs.

Les vérifications les plus importantes portent sur la qualité de la régulation de tension relative au réseau. En effet, la tension appliquée à un photomultiplicateur influence très fortement son gain (variation en  $U^\alpha$  avec  $\alpha$  de l'ordre de 7 à 10).

Par contre, la régulation relative au courant moyen débité est de moindre importance.

On vérifie également la tenue aux micro-claquages et en microphonie.

#### 29. Alimentation pour semicteurs

Les contraintes liées à l'utilisation des détecteurs semiconducteurs sont différentes de celles qui sont liées à l'utilisation des photomultiplicateurs (débit faible, stabilité beaucoup moins sévère, 10<sup>-2</sup> au lieu de 10<sup>-4</sup>, etc.).

- The power supply for a non-compensated ionization chamber provides a single voltage positive or negative, adjustable or non-adjustable.
- The power supply for a multiple chamber is of the same type as the preceding but generally it can supply a heavier current.
- For double power supplies, with two adjustments or with two polarities the one must not disturb the other by more than a specified factor.

Special care shall be taken in checking for the effects of micro-breakdown and short circuit at the output and the injection of parasites, possibly created by the LV to HV conversion.

**25. Power supply for fission chambers**

- Fission chambers such as boron ionization chambers have their working point set on a flat part of the intensity-voltage curve.
- Power supplies for fission chambers have essentially the same characteristics as those for non-compensated boron ionization chambers. A distinction is made between pulse working and current working.

**26. Power supply for BF<sub>3</sub>, B<sub>10</sub> coated or He<sub>3</sub> counter tubes**

- The power supply for a proportional counter requires only one adjustable voltage.
- It shall generally provide a higher voltage than the supply for a fission chamber but with a lower current. Stabilization shall be of better quality.

**27. Power supply for Geiger-Müller counter tubes**

The power supplies are characterized by their design simplicity and shall be checked following the procedures specified in the general clauses.

The power supplies for Geiger-Müller counter tubes are also characterized by continuous voltages supplied varying from several hundred volts to about 2 000 V, to weak flow (<10 µA) and less hard stability (10<sup>-2</sup>).

**28. Power supply for photomultipliers (or scintillation counters)**

Power supplies for photomultipliers are characterized by direct voltage outputs varying from several hundred volts to around 3 000 V.

A distinction is made between:

- low current power supplies (< 1 mA), and
- high current power supplies intended for a group of photomultipliers.

The most important checks relate to the quality of the regulation of voltage with respect to the mains. In fact the voltage applied to a photomultiplier very strongly affects its gain (it varies as  $U^\alpha$  with  $\alpha$  of the order of 7 to 10).

On the other hand, the regulation with respect to the mean current flow is of less importance.

The extent of micro-breakdown pulses and microphony should be checked.

**29. Power supply for semiconductor detectors**

The constraints placed upon the use of semiconductor detectors are different from those placed upon the use of photomultipliers (low current, much less severe stability, 10<sup>-2</sup> instead of 10<sup>-4</sup>, etc.).

On vérifie en particulier l'établissement progressif de la tension, et le réglage de la tension limite.

**30. Alimentation pour chambres d'ionisation  $\gamma$  diverses**  
(et  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $X$ , à gaz, à circulation, double ...)

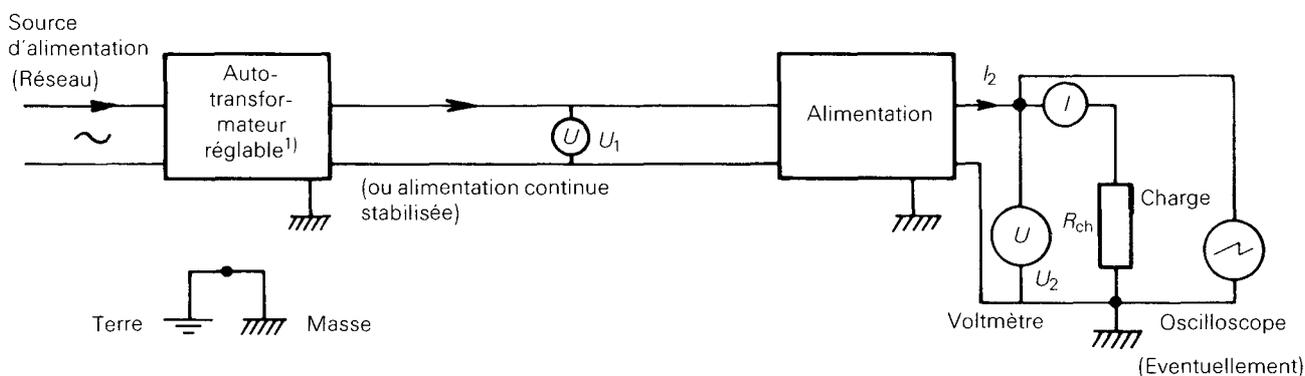
On procède comme à l'article 24 précédent.

— *Contrôle de la tension de sortie*

Cette vérification s'effectue avec un voltmètre numérique ou avec un enregistreur analogique en utilisant la méthode dite de contre-tension (écart entre la tension de sortie ou une fraction connue de la tension de sortie et une tension de référence).

— La mesure de la tension de sortie et de la plage de réglage, en charge, s'effectue sur un voltmètre d'une précision meilleure que celle de la tension à mesurer.

Le dispositif général d'essai peut être représenté par le schéma suivant:



1) Autotransformateur à faible impédance de sortie (courant d'appel faible).

031/85

FIG. 7. — Dispositif général d'essai.

SECTION SIX — ÉLÉMENT À DOUBLE CONSTANTE DE TEMPS

**31. Généralités**

— Dans un certain nombre de mesures d'activité avec un icromètre analogique, un bon compromis «précision-rapidité» n'est pas toujours possible. En particulier, si le taux de comptage est faible, une précision statistique de 2% à 3% est obtenue avec une constante de temps de mesure de plusieurs dizaines de secondes alors que l'on peut souhaiter des temps de réponse aux variations de niveau de quelques secondes seulement.

On peut améliorer notablement ce compromis grâce à un circuit qui commute automatiquement la constante de temps de mesure à une valeur plus faible (deux fois par exemple) lors de l'apparition d'un phénomène transitoire, puis la rétablit à sa valeur longue en régime stable.

— *Temps de réponse après une perturbation*

Pour certaines mesures (échantillonnages d'activités par exemple), le temps au bout duquel l'information est obtenue avec une précision déterminée est une caractéristique importante.

In particular, checks are made of the progressive build-up of the voltage and the setting of the voltage limit.

### 30. Power supply for miscellaneous $\gamma$ ionization chambers

(and  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $X$ , gas-flow, circulation, double, . . .)

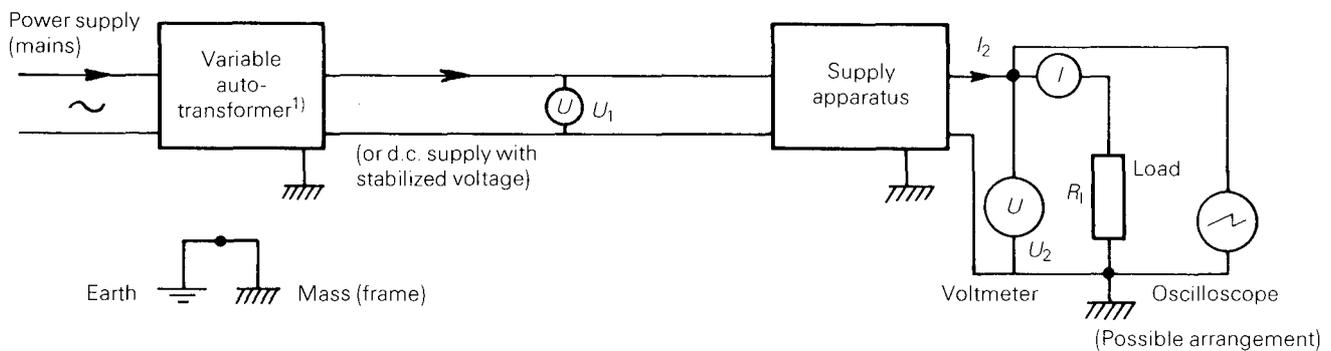
Proceed as in Clause 24.

#### — Checking the output voltage

This check is carried out with a digital voltmeter or with an analogue recorder using a “backing-off” method (measurement of the deviation between the output voltage or a known fraction of the output voltage and a reference voltage).

— The measurement of the output voltage and the range of adjustment, on load, is carried out on a voltmeter with precision better than that of the voltage to be measured.

The general arrangement for test can be represented by the following diagram:



<sup>1)</sup> Low output impedance auto-transformer (low-current demand)

031/85

FIG. 7. — General arrangement for test.

## SECTION SIX — DOUBLE TIME-CONSTANT ELEMENT

### 31. General

— In a certain number of activity measurements with an analogue ratemeter, a good compromise between accuracy and speed is not always possible. In particular, if the counting rate is low, a statistical accuracy of 2% to 3% requires a measuring time constant of several tens of seconds at a time when it is desirable that the response time to changes of level should not exceed several seconds.

One can significantly improve this compromise by means of a circuit which automatically switches the measuring time constant to a lower value (e.g. by a factor of two) when a transient phenomenon occurs and then re-establishes the long time constant in the stable region.

#### — Response time after a change

For certain measurements (e.g. active samples) an important characteristic is the time needed for the information to be obtained with a defined accuracy.

Afin de mieux situer les ordres de grandeur de ce temps de réponse, le même calcul peut être effectué pour un icromètre à double constante de temps, pour un icromètre à simple constante de temps et pour un icromètre numérique.

Les trois cas suivants seront examinés:

- Comptage en régime aléatoire stationnaire (ou dans les conditions de régime aléatoire stationnaire).
- Comptage pour un changement échelon du taux d'impulsions (à l'entrée), (ou du taux d'impulsions d'entrée).
- Comptage en régime aléatoire transitoire (de durée  $t$ ) pour un changement de rampe tronquée du taux d'impulsions d'entrée.

a) *Expressions mathématiques*

- *En régime aléatoire stationnaire<sup>1)</sup>*

Avec l'estimation de l'écart type  $\sigma$ , l'écart type relatif est donné par:

$$\sigma_n = \frac{1}{\sqrt{NT}} \quad \text{en numérique}$$

$$\sigma_a = \frac{1}{\sqrt{2N\theta}} \quad \text{en analogique}$$

où:

$N$  = le taux de comptage en coups par seconde ( $c \cdot s^{-1}$ )

$T$  = le temps de mesure en secondes (s), et

$\theta$  = la constante de temps de mesure en secondes (s)

Le nombre  $n$  d'écarts types  $\sigma$  définit la dispersion moyenne de la mesure (loi de Gauss).

- Si  $n = 1$ ,      68% des mesures ont une erreur       $\leq \pm \sigma$ ,
- si  $n = 2$ ,      95,5% des mesures ont une erreur       $\leq \pm 2\sigma$ ,
- si  $n = 3$ ,      99,7% des mesures ont une erreur       $\leq \pm 3\sigma$ , etc.

- *En régime aléatoire transitoire*

A l'apparition d'un échelon du taux d'impulsions (à l'entrée), la valeur moyenne instantanée de la tension de sortie d'un icromètre analogique est donnée par:

$$y = Y [1 - e^{-t/\theta}]$$

$Y$  = le niveau atteint à l'équilibre.

Pour  $t = 2\theta$ ,  $y = 0,86 Y$ ;

pour  $t = 3\theta$ ,  $y = 0,95 Y$ ;

pour  $t = 4\theta$ ,  $y = 0,98 Y$ ; etc.

Dans ce cas, l'écart type est donné par la relation (voir annexe B, équation 8):

$$\sigma_{Y,t} = \sqrt{\frac{Y}{2\theta} (1 - e^{-2t/\theta})}$$

Pour le cas où le comptage est précédé d'un régime transitoire, on suppose, pour permettre la mise en équation, une variation linéaire pendant la durée  $\tau$ ; après cet instant le comptage est stable (par exemple une variation des impulsions d'entrée en rampe tronquée).

<sup>1)</sup> Voir la Publication 739 de la CEI.

To obtain better orders of magnitude for this response time, the same calculation can be made for a ratemeter with a double time constant, for a ratemeter with a single time constant and for a digital ratemeter.

The following three cases will be examined:

- Counting in the random stationary state (or in random steady-state conditions).
- Counting for a step change in the pulse rate (at the input), (or in the input pulse rate).
- Counting in random transient conditions (of duration  $t$ ) for a truncated ramp change in the input pulse rate.

a) *Mathematical expressions*

- *In random steady-state conditions<sup>1)</sup>*

By estimation of the standard deviation with  $\sigma$ , the relative standard deviation is expressed by:

$$\sigma_n = \frac{1}{\sqrt{NT}} \quad \text{digital}$$

$$\sigma_a = \frac{1}{\sqrt{2N\theta}} \quad \text{analogue}$$

where:

$N$  = counting rate in counts per second ( $\text{c} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$T$  = counting time in seconds (s), and

$\theta$  = time measuring constant in seconds (s)

The number  $n$  of standard deviations  $\sigma$  defines the average dispersion of the measurement (law of Gauss).

If  $n = 1$ , 68% of measurements have an error  $\leq \pm \sigma$ ,

if  $n = 2$ , 95.5% of measurements have an error  $\leq \pm 2\sigma$ ,

if  $n = 3$ , 99.7% of measurements have an error  $\leq \pm 3\sigma$ , etc.

- *In random transient conditions*

At the appearance of a step change of pulse rate (at the input) the mean instantaneous value of the output voltage of an analogue ratemeter is given by:

$$y = Y [1 - e^{-t/\theta}]$$

$Y$  = the level attained at equilibrium.

For  $t = 2\theta$ ,  $y = 0.86 Y$ ;

for  $t = 3\theta$ ,  $y = 0.95 Y$ ;

for  $t = 4\theta$ ,  $y = 0.98 Y$ ; etc.

In this case the standard deviation is given by the relation (see Appendix B, equation 8):

$$\sigma_{Y,t} = \sqrt{\frac{Y}{2\theta} (1 - e^{-2t/\theta})}$$

For the case where the count is preceded by a transient region, a linear change of duration  $\tau$  followed immediately by a stable count (i.e. a truncated ramp input pulse variation) is assumed in order to permit its expression as an equation.

<sup>1)</sup> See IEC Publication 739.

La réponse d'un ictomètre analogique à une rampe tronquée de pente  $k$  est (valeur moyenne instantanée)

$$y = k\theta \left[ \frac{t}{\theta} - 1 + e^{-t/\theta} \right]$$

— A l'instant  $\tau$  nous avons  $t = \tau$ ,  $k = \frac{Y}{\tau}$  et

$$y_A = Y \frac{\theta}{\tau} \left[ \frac{\tau}{\theta} - 1 + e^{-\tau/\theta} \right] \quad (\text{annexe B, équation 12})$$

Dans ce cas l'écart type est donné par la relation (annexe B, équation 13):

$$\sigma_{N_{r,A}} = \sqrt{\frac{Y}{2\theta} \left[ 1 - \frac{\theta}{2\tau} (1 - e^{-2\tau/\theta}) \right]}$$

Note. — Les cas  $y = k\theta \left( \frac{t}{\theta} - 1 + e^{-t/\theta} \right)$  et  $y = Y(1 - e^{-t/\theta})$  peuvent être traités ensemble, en étudiant la réponse d'un ictomètre analogique à une rampe tronquée de pente  $k$  et de durée  $\tau$  (annexe B).

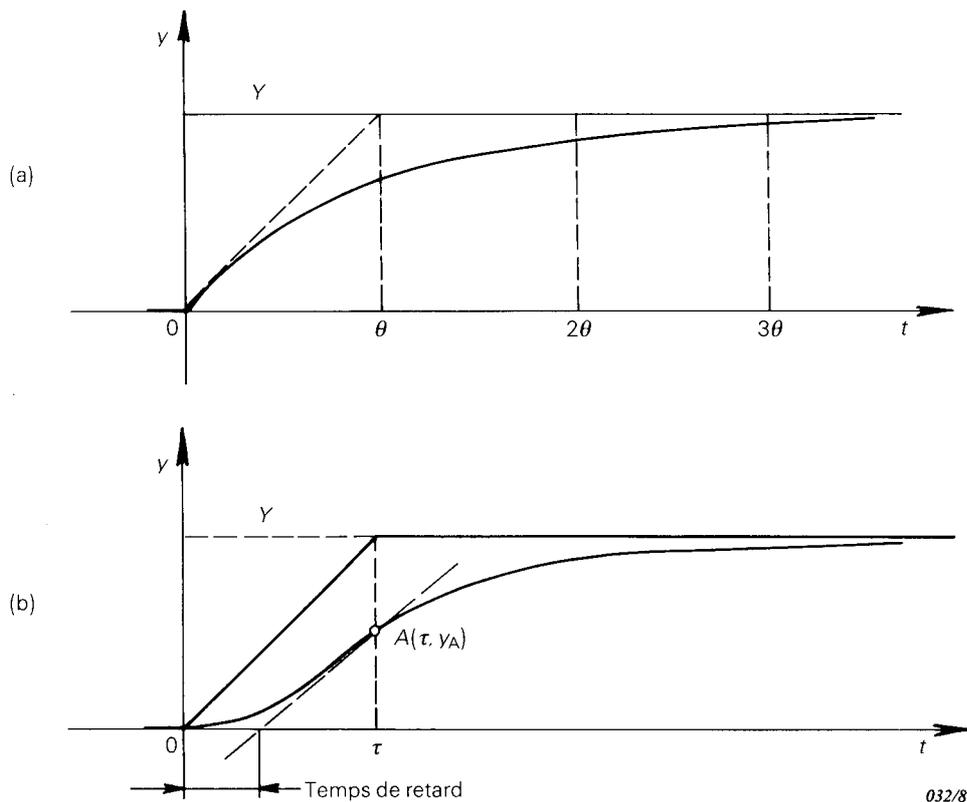


FIG. 8. — Exemple de signaux d'entrée et de sortie pour:

- a) Un changement échelon du taux d'impulsions d'entrée.
- b) Une variation en rampe tronquée du taux d'impulsions d'entrée.

The response of an analogue ratemeter to a truncated ramp of slope  $k$  is (average instantaneous value)

$$y = k\theta \left[ \frac{t}{\theta} - 1 + e^{-t/\theta} \right]$$

— At the instant  $\tau$  we have  $t = \tau$ ,  $k = \frac{Y}{\tau}$  and

$$y_A = Y \frac{\theta}{\tau} \left[ \frac{\tau}{\theta} - 1 + e^{-\tau/\theta} \right] \quad (\text{Appendix B, equation 12})$$

In this case, the standard deviation is given by the relation (Appendix B, equation 13):

$$\sigma_{N_{r,A}} = \sqrt{\frac{Y}{2\theta} \left[ 1 - \frac{\theta}{2\tau} (1 - e^{-2\tau/\theta}) \right]}$$

*Note.* — The cases  $y = k\theta \left( \frac{t}{\theta} - 1 + e^{-t/\theta} \right)$  and  $y = Y(1 - e^{-t/\theta})$  can be treated together, by studying the response of an analogue ratemeter to a truncated ramp of slope  $k$  and duration  $\tau$  (Appendix B).

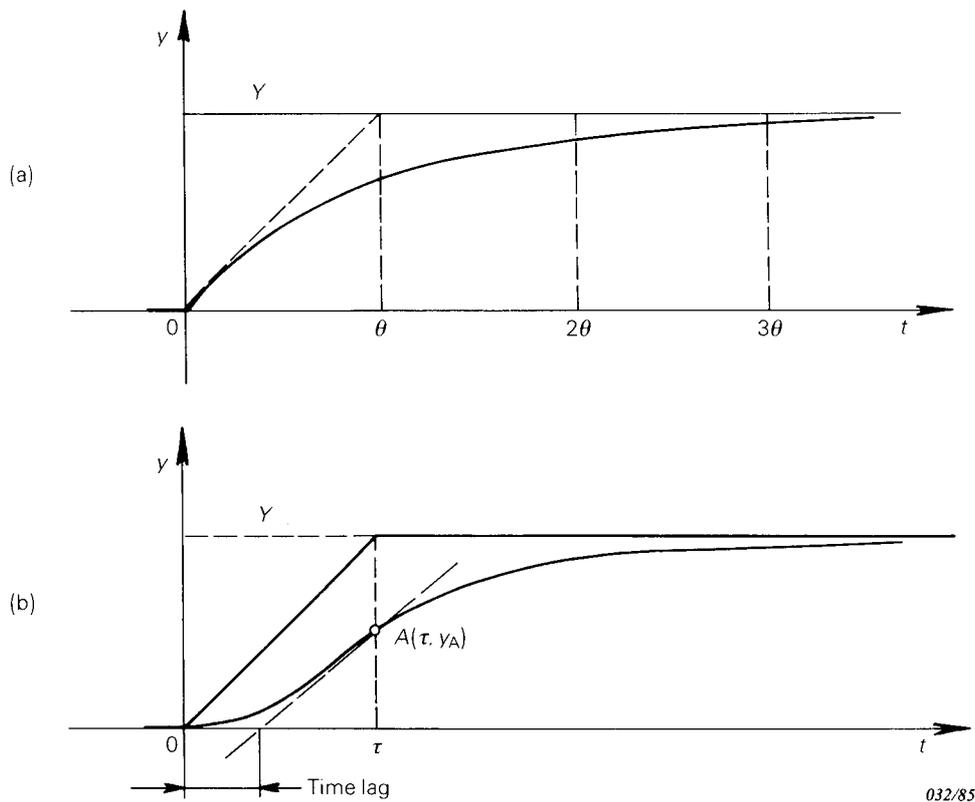


FIG. 8. — Example of input and output signals for:  
 a) A step change in the pulse rate (at the input).  
 b) A truncated ramp variation in the input pulse rate.

A partir de l'instant  $\tau$  (point  $A$ ), le signal de sortie suit la loi précédente mais avec l'ordonnée initiale  $Y_A$ .

b) *Valeurs numériques*

Les temps de comptage  $T$ , la constante de temps de mesure  $\theta_1$  et la constante de temps d'intégration  $\theta_2$  sont choisies telles que  $T = 2\theta_1$  ou  $T = 2\theta_2$ , afin d'avoir la même erreur statistique moyenne en régime établi. Seule la valeur  $\theta_1 = 1$  s a été considérée. Pour des comptages inférieurs à  $100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$ , une valeur plus grande est préférable; les calculs ci-après ont été effectués pour un taux de comptage moyen de  $100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$ . Une seule valeur de  $\tau$  a également été utilisée:  $\tau = 10$  s. La zone de commutation  $S$  est de  $\pm 5\%$  pour  $\theta_2 = 10$  s et de  $\pm 10\%$  pour  $\theta_1 = 5$  s.

c) *Exemple de calcul*

Taux de comptage de  $100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$  précédé d'un transitoire de durée  $\tau$ , avec un ictomètre à double constante de temps  $\theta$ .

$$\begin{aligned} N &= 100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1} \\ \theta_1 &= 1 \text{ s} \\ \theta_2 &= 10 \text{ s} \\ S &= 5\% \end{aligned}$$

— Erreur statistique moyenne relative à l'équilibre:

$$1 \sigma = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 100}} = 0,0225 = 2,25\%$$

— Ordonnée  $y_A$  à l'instant  $\tau$ :

$$y_A = \frac{10}{1} \left[ \frac{1}{10} - 1 + e^{-1/10} \right] \approx 90\% \text{ de } N$$

— Temps de montée à la commutation ( $100 - S = 95\%$ ):

$$\begin{aligned} \text{Pour avoir } y = 90\% \text{ } Y, t &= 2,3 \theta_1, \text{ et} \\ y = 95\% \text{ } Y, t &= 3,0 \theta_1. \end{aligned}$$

Au moyen de cette différence, on obtient le résultat ci-dessous:

$$t = (3 - 2,3) \theta_1 = 0,7 \text{ s}$$

— Temps pour atteindre l'équilibre à moins de  $1 \sigma$ , soit  $\approx 98\%$ . De même, les constantes sont obtenues en calculant le temps entre  $y = 95\% \text{ } Y$  et  $y = 98\% \text{ } Y$ .

$$t = (4 - 3) \theta_2 = 10 \text{ s}$$

— Temps de réponse total après l'instant  $\tau$ :

$$t_r = 0,7 + 10 = 10,7 \text{ s}$$

— Dans cet exemple, on peut donc «lire» le résultat de la mesure à partir de la onzième seconde après l'instant  $\tau$ , avec une erreur statistique moyenne d'environ 2%.

From the instant  $\tau$  (point *A*) the output signal follows the preceding law but with the initial ordinate  $Y_A$ .

*b) Numerical values*

The counting period  $T$ , the measuring time constant  $\theta_1$  and the integration time constant  $\theta_2$  are chosen such that  $T = 2\theta_1$  or  $T = 2\theta_2$  in order to have the same statistical error in the established conditions. Only the value  $\theta_1 = 1$  s has been considered. For counting rates less than  $100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$  a greater value is preferable; the following calculations have been made for a mean counting rate of  $100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$ . Also a single value of  $\tau$  is used:  $\tau = 10$  s. The switching zone  $S$  is  $\pm 5\%$  for  $\theta_2 = 10$  s and  $\pm 10\%$  for  $\theta_1 = 5$  s.

*c) Example of calculation*

Counting rate of  $100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1}$  preceding a transient of duration  $\tau$ , with a double time constant  $\theta$  ratemeter.

$$\begin{aligned} N &= 100 \text{ c} \cdot \text{s}^{-1} \\ \theta_1 &= 1 \text{ s} \\ \theta_2 &= 10 \text{ s} \\ S &= 5\% \end{aligned}$$

— Mean statistical error relative to equilibrium:

$$1 \sigma = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 100}} = 0.0225 = 2.25\%$$

— Ordinate  $y_A$  at the instant  $\tau$ :

$$y_A = \frac{10}{1} \left[ \frac{1}{10} - 1 + e^{-1/10} \right] \approx 90\% \text{ of } N$$

— Rise time to switch-over ( $100 - S = 95\%$ ):

$$\begin{aligned} \text{To reach } y = 90\% \text{ } Y, t = 2.3 \theta_1, \text{ and} \\ y = 95\% \text{ } Y, t = 3.0 \theta_1. \end{aligned}$$

By means of this difference, the above result is obtained as:

$$t = (3 - 2.3) \theta_1 = 0.7 \text{ s}$$

— Time to attain equilibrium at least to  $1 \sigma$ , say  $\approx 98\%$ . In the same way, the constants are attained by calculating the time between  $y = 95\% \text{ } Y$  and  $y = 98\% \text{ } Y$ .

$$t = (4 - 3) \theta_2 = 10 \text{ s}$$

— Total response time after the instant  $\tau$ :

$$t_r = 0.7 + 10 = 10.7 \text{ s}$$

— In this example, one can therefore “read” the result of the measurement after the 11th second from the instant  $\tau$  with a mean statistical error in the region of 2%.

## 32. Essais

### 32.1 Contrôle du zéro

Un voltmètre est connecté en sortie de l'élément et on relie l'entrée au commun électronique.

La valeur du zéro est alors mesurée sur toutes les gammes (en millivolts).

### 32.2 Fluctuations crête à crête

Placer le commutateur sur une position spécifiée de constante de temps de mesure. Relier l'entrée au commun électronique.

Mesurer l'amplitude crête à crête des fluctuations à l'aide d'un oscilloscope connecté à la sortie de l'élément (en millivolts).

### 32.3 Sortie enregistreur

- Potentiométrique.
- Galvanométrique (unifiée ou non).

Placer les commutateurs et régler les potentiomètres «enregistreurs» de l'élément de façon convenable.

Vérifier que la valeur de la tension en sortie enregistreur se trouve dans la plage indiquée sur la notice technique (en millivolts).

Vérifier que le circuit limiteur travaille pour la tension ou le courant maximal à la sortie de l'ictomètre analogique, correspondant à  $N_T = 10 N_{TM}$ , où  $N_{TM}$  est le taux de comptage maximal pour la gamme de mesure.

### 32.4 Précision des temps de réponse

Connecter un générateur de tension à l'entrée de l'élément.

Relever les temps de réponse pour toutes les positions du commutateur de gamme de temps de réponse.

Le principe de mesure consiste à injecter un échelon de tension et à mesurer le temps mis par la tension de sortie pour passer d'une valeur à une autre valeur spécifiée ( $t_r$ ).

Par exemple, avec un échelon de 0 V à 10 V, on aurait:

- 0 V à 9,7 V pour les gammes simples ( $\theta = 1$  s, 3 s, 10 s et 30 s,  $t_r = 4\theta$ ).
- 0 V à 9,07 V pour les gammes doubles ( $\theta_1$  ou  $\theta_2 = 1$  s ou 10 s, 3 s ou 30 s,  $t_r = \theta_2$ ).

Ainsi, les tensions 9,7 V et 9,07 V ont été choisies pour des raisons pratiques d'essais.

Pour 10 s et 0 V - 10 V on obtient:

- 9,7 V à  $4\theta$  (40 s) en gamme simple, et
- 9,7 V à la constante de temps la plus longue  $\theta_2$  (10 s) en gamme double.

*Notes 1.* — Pour les temps de mesure courts, la mesure peut être effectuée à l'aide d'un oscilloscope branché sur la sortie de l'élément. Par contre, pour les temps longs, il est préférable de brancher un voltmètre numérique sur la sortie de l'élément et d'effectuer la mesure à l'aide d'un chronomètre.

On vérifie manuellement et avec soin que le passage d'une constante de temps de mesure à l'autre, dans tous les cas s'effectue correctement dans les deux sens. Il convient que le temps  $t_r$  soit compris dans les limites minimales et maximales spécifiées.

2. — Pour un changement échelon dans le taux d'impulsions d'entrée, le temps de réponse d'un ictomètre analogique peut être calculé par une relation analytique (voir annexe C).
3. — Voir la Publication 650 de la CEI.

- a) Pour les ictomètres linéaires, le temps de réponse doit être indiqué pour chaque calibre.
- b) Pour les ictomètres logarithmiques, le temps de réponse doit être indiqué pour chaque puissance de 10 du taux d'impulsions.

## 32. Tests

### 32.1 Zero check

A voltmeter is connected to the output and the input is connected to the zero volt (earth) line.

The zero value is then measured on all scales (in millivolts).

### 32.2 Peak-to-peak fluctuations

Place the switch-over device on a position of specified measuring time constant. Connect the input to the zero volt (earth) line.

Measure the peak-to-peak amplitude of the fluctuations by means of an oscilloscope connected to the output of the element (in millivolts).

### 32.3 Recorder output

- Potentiometric.
- Galvanometric (unified or not unified).

Place the switches and set the "recorder" potentiometers of the element in a convenient fashion.

Check that the voltage at the recorder output is within the limits stated on the technical instructions (in millivolts).

Check that the limiting circuit works for the maximum voltage or current to the output analogue ratemeter, corresponding to  $N_r = 10 N_{rM}$ , where  $N_{rM}$  is the maximum counting rate for the measured range.

### 32.4 Accuracy of the time constants

Connect a voltage generator to the input of the element.

Note the response times for all positions of the device for switching response time scales.

The measurement principle consists of injecting a voltage step and measuring the time taken for the output voltage to pass from one value to another specified value ( $t_r$ ).

For example with a step of 0 V to 10 V one would have:

- 0 V to 9.7 V for single scales ( $\theta = 1$  s, 3 s, 10 s and 30 s,  $t_r = 4\theta$ ).
- 0 V to 9.07 V for double scales ( $\theta_1$  or  $\theta_2 = 1$  s or 10 s, 3 or 30 s,  $t_r = \theta_2$ ).

Hereby the voltages 9.7 V and 9.07 V have been chosen for practical reasons while performing tests.

For 10 s and 0 V - 10 V it is:

- 9.7 V for  $4\theta$  (40 s) for single scales, and
- 9.7 V for the largest time constant  $\theta_2$  (10 s) for double scales.

*Notes 1.* — For short measuring times, the measurement can be carried out with the aid of an oscilloscope connected to the output of the element. On the other hand, for long times it is preferable to connect to the output of the element a digital voltmeter and to carry out the measurement with the aid of a chronometer.

A careful manual check is made that the measuring time constant changes correctly from one value to another in all cases and in both senses. The time  $t_r$  should be within specified minimum and maximum limits.

2. — For a step change in the input pulse rate the response time for an analogue ratemeter can be calculated by an analytical relation (see Appendix C).
3. — See IEC Publication 650.

a) For linear ratemeters, the response time shall be stated for each switch position (range).

b) For logarithmic ratemeters, the response time shall be stated for each decade of pulse rate.

- c) L'appareil peut comporter plusieurs constantes de temps de mesure commutables.
- d) Le temps de réponse peut aussi être déterminé pour 86,5% de la valeur finale, correspondant au double de la constante de temps de l'appareil.

## SECTION SEPT — ISOLATEUR GALVANIQUE ANALOGIQUE

### 33. Généralités (voir figure 9, page 60)

L'isolement galvanique, d'une valeur de plusieurs mégohms, permet de protéger les circuits de contrôle et de sécurité des réacteurs nucléaires contre les perturbations issues des circuits extérieurs, telles que parasites ou court-circuits, susceptibles d'être provoqués par les enregistreurs, moteurs, régulateurs, relais, etc.

Les réglages éventuels du zéro et du gain de l'élément fonctionnel sont effectués suivant les instructions du constructeur. L'élément d'isolement galvanique est essayé soit dans l'ensemble d'ictométrie, soit séparément. Dans ce cas, on l'alimente suivant les instructions du constructeur. Pour les essais, on se rapprochera de ceux qui sont effectués sur les déclencheurs à seuil (section quatre) ou des amplificateurs pour courant continu (voir Publication 527 de la CEI).

L'amplificateur d'isolement galvanique est un organe de sortie permettant la retransmission isolée d'un signal analogique sous la forme:

$$G_2 = KG_1 + G_{2_0}$$

Pour réaliser sa mission, l'isolateur galvanique transforme la grandeur d'entrée  $G_1$  en un signal d'amplitude égal à  $KG_1$ . Ce signal est traité. Le nouveau signal recueilli est envoyé dans un organe de sortie qui restitue la grandeur de sortie  $G_2$ .

L'isolement galvanique est ainsi réalisé par l'unité de traitement (transformateur, hacheur, couplage optoélectronique, etc.).

#### 33.1 Caractéristiques d'entrée

Caractéristiques liées à la grandeur d'entrée.

##### 33.1.1 Grandeur d'entrée

Cette grandeur d'entrée doit être une tension ou une intensité continue ou alternative.

##### 33.1.2 Etendue de fonctionnement

Elle est définie par les limites de la valeur de la grandeur d'entrée pour lesquelles la caractéristique de transfert

$$G_2 = KG_1 + G_{2_0}$$

est réalisée dans les limites d'erreur spécifiée.

##### 33.1.3 Impédance d'entrée

Rapport entre la tension appliquée et le courant absorbé entre les deux bornes d'entrée.

##### 33.1.4 Tension de mode commun

C'est la tension maximale que l'on peut appliquer entre les deux bornes d'entrée et le 0 V d'entrée.

- c) The instrument may have several switched measuring time constants.
- d) The response time may also be determined for 86.5% of the final value which corresponds to double the time constant.

## SECTION SEVEN — ANALOGUE ELECTRICAL ISOLATOR

### 33. General (see Figure 9, page 61)

Electrical isolation of several megohms value permits the protection of control and safety circuits of nuclear reactors against disturbances coming from external circuits, such as interference or short circuits capable of being induced by recorders, motors, regulators, relays, etc.

The setting of zero and gain of the functional element are carried out as necessary according to the manufacturer's instructions. The electrical isolation element may be tested better in a ratemeter system or separately. In this case, the power supply is as specified in the manufacturer's instructions. For testing, the approach will be based upon biased trigger circuits (Section Four) or d.c. amplifiers (see IEC Publication 527).

The electrical isolation amplifier is an output device permitting the isolated retransmission of an analogue signal of the form:

$$G_2 = KG_1 + G_{2_0}$$

To carry out its appointed task, the electrical isolator converts the input signal  $G_1$  into a signal of amplitude  $KG_1$ . This signal is treated. The new signal appearing is fed to an output device which restores the output quantity to  $G_2$ .

The electrical isolation is thus achieved by means of the treatment unit (transformer, chopper, optocoupling devices, etc.).

#### 33.1 *Input characteristics*

Characteristics connected with the input quantity.

##### 33.1.1 *Input quantity*

This input quantity shall be a continuous or alternating voltage or current.

##### 33.1.2 *Range of operation*

This is defined by the limits of the input quantity value for which the transfer characteristic

$$G_2 = KG_1 + G_{2_0}$$

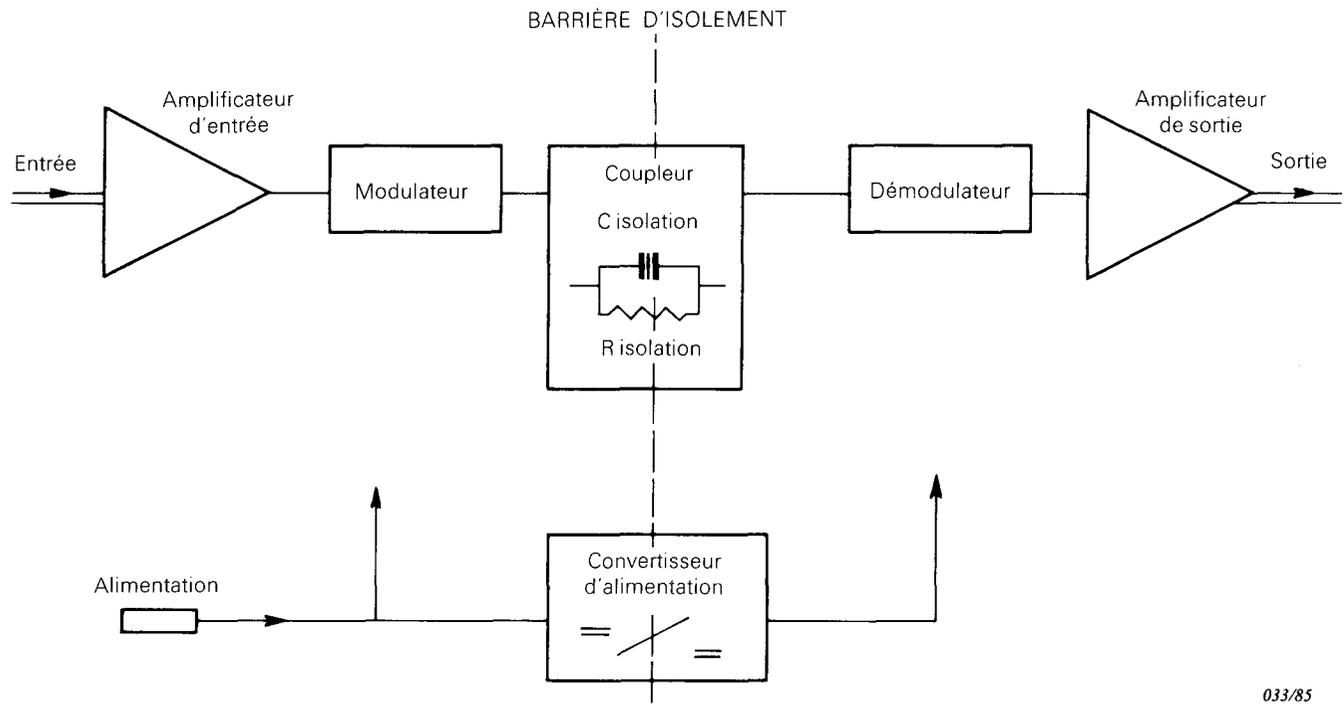
is obtained within specified error limits.

##### 33.1.3 *Input impedance*

Ratio between the voltage applied and the current taken between the two input terminals.

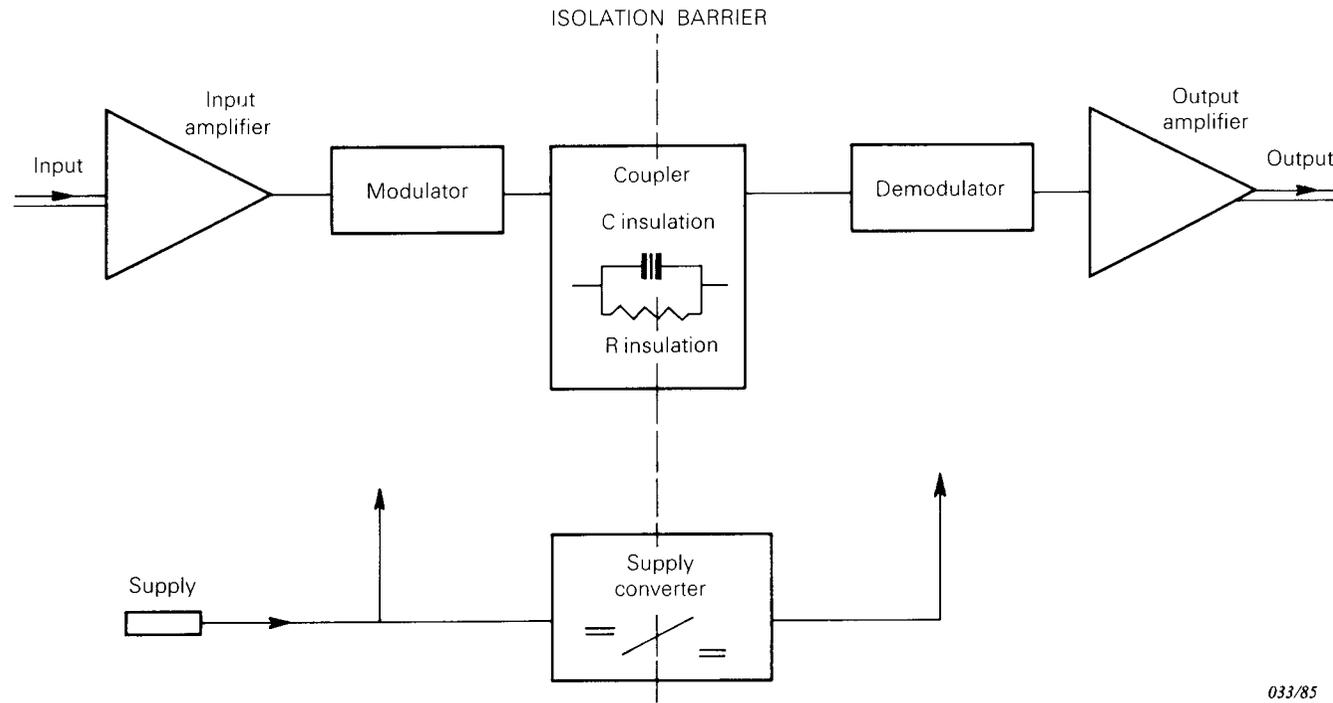
##### 33.1.4 *Common-mode voltage*

This is the maximum voltage that can be applied between the two input terminals and the 0 V input.



033/85

FIG. 9. — Exemple, bloc-diagramme d'un isolateur galvanique.



033/85

FIG. 9. — Example, diagram of an electrical isolator.

### 33.2 *Caractéristiques de sortie*

Caractéristiques liées à la grandeur de sortie.

#### 33.2.1 *Grandeur de sortie*

Elle peut être une tension ou un courant, continu(e) ou alternatif(ve), unidirectionnel(le) ou s'étalant de part et d'autre du zéro.

#### 33.2.2 *Charge admissible en sortie*

Lorsque la grandeur de sortie est donnée par une source de tension ( $R_o \rightarrow 0$ ), le constructeur indiquera l'impédance de charge maximale que l'on peut admettre en sortie sans que l'erreur dépasse des limites indiquées.

Lorsque la grandeur de sortie est donnée par une source de courant ( $R_o \rightarrow \infty$ ), la charge est limitée à une valeur maximale (fonction de la tension possible aux bornes de l'amplificateur de sortie). Cette valeur sera indiquée par le constructeur.

Par exemple, pour une sortie en courant de 4 mA à 20 mA, l'impédance doit en général être limitée à 600  $\Omega$  (soit 12 V en sortie de l'appareil).

### 33.3 *Caractéristiques de fonctionnement (de transfert)*

Caractéristiques liées à la relation entre la grandeur d'entrée et la grandeur de sortie ( $G_1, G_2$ ).

#### 33.3.1 *Caractéristique de transfert*

Indique la relation entre l'entrée et la sortie de l'appareil

$$G_2 = KG_1 + G_{2o}$$

où:

$K$  est la constante spécifique de l'appareil.

#### 33.3.2 *Précision de transfert*

a) *Erreur relative* rapportée à la grandeur de sortie de référence:

$$e_{\text{rel}} = \frac{G_2 - G_{2c}}{G_{2c}}$$

où:

$G_{2c}$  est la grandeur de sortie conventionnellement vraie, calculée à partir de  $G_1$  et  $K$ .

b) *Erreur absolue* rapportée à l'étendue de mesure:

$$e_{\text{abs}} = \frac{(G_2 - G_{2c})_{\text{max}}}{G_{2\text{max}} - G_{2\text{min}}}$$

où:

$(G_2 - G_{2c})_{\text{max}}$  représente la différence maximale entre les quantités de sortie calculées et mesurées sur la pleine gamme de la grandeur de sortie et  $G_{2\text{max}} - G_{2\text{min}}$  représente la gamme nominale de la grandeur de sortie (par exemple 20 V).

#### 33.3.3 *Fréquence maximale*

La réponse en fréquence est caractérisée par:

- la fréquence de coupure  $f_c$ ,
- la pente d'atténuation  $p$ ,
- la forme de la courbe représentant  $G_2 = f(f)$ .

#### 33.3.4 *Isolement galvanique*

L'isolement galvanique est caractérisé par:

### 33.2 Output characteristics

Characteristics connected with the output quantity.

#### 33.2.1 Output quantity

This can be a continuous or alternating, unidirectional or bipolar voltage or current.

#### 33.2.2 Allowable output load

When the output quantity is given by a voltage source ( $R_o \rightarrow 0$ ), the manufacturer will state the impedance of the maximum load permitted at the output so that the error does not exceed specified limits.

When the output quantity is given by a current source ( $R_o \rightarrow \infty$ ), the load is limited to a maximum value (a function of the voltage possible at the output terminals of the amplifier). This value will be stated by the manufacturer.

For example, for an output current of 4 mA to 20 mA the impedance shall generally be limited to 600  $\Omega$  (assuming 12 V at the output of the apparatus).

### 33.3 Functional characteristics (transfer)

Characteristics connected with the relation between the input and output quantities ( $G_1$ ,  $G_2$ ).

#### 33.3.1 Transfer characteristic

Shows the relation between input and output of the apparatus

$$G_2 = KG_1 + G_{2o}$$

where:

$K$  is the constant specific to the apparatus.

#### 33.3.2 Transfer accuracy

a) *Relative error* in relation to the reference output quantity:

$$e_{\text{rel}} = \frac{G_2 - G_{2c}}{G_{2c}}$$

where:

$G_{2c}$  represents the conventionally true output quantity calculated from  $G_1$  and  $K$ .

b) *Absolute error* in relation to effective range:

$$e_{\text{abs}} = \frac{(G_2 - G_{2c})_{\text{max}}}{G_{2\text{max}} - G_{2\text{min}}}$$

where:

$(G_2 - G_{2c})_{\text{max}}$  means the maximum difference between measured and calculated output quantity over the full range of the output quantity and  $G_{2\text{max}} - G_{2\text{min}}$  means the nominal range of the output quantity (e.g. 20 V).

#### 33.3.3 Maximum frequency

The frequency response is characterized by:

- the cut-off frequency  $f_c$ ,
- the attenuation slope  $a$ ,
- the shape of the curve representing  $G_2 = f(f)$ .

#### 33.3.4 Electrical isolation

Electrical isolation is characterized by:

- la rigidité diélectrique, valeur maximale que peut supporter l'appareil entre l'entrée et la sortie sans perturbation de ses caractéristiques;
- la résistance et la capacité d'isolement sous une tension donnée entre le 0 V d'entrée et le 0 V de sortie;
- le courant de fuite d'isolement provoqué par une tension donnée entre le 0 V d'entrée et le 0 V de sortie.

Tension d'isolement: c'est la tension maximale qui peut être appliquée entre le 0 V d'entrée et le 0 V de sortie sans qu'il en résulte de claquages.

### 33.4 *Caractéristiques d'environnement* (valables aussi pour les autres sous-ensembles)

Implantation mécanique, raccordements, alimentations, domaine d'utilisation.

#### 33.4.1 *Caractéristiques mécaniques*

- encombrement, poids,
- éléments permettant l'implantation dans un ensemble.

#### 33.4.2 *Raccordements électriques*

- raccordements à l'entrée,
- raccordements à la sortie,
- raccordements des alimentations,
- blindages et mises à la terre éventuels.

#### 33.4.3 *Ambiance*

Le constructeur indiquera les conditions normales de fonctionnement:

- température,
- degré hygrométrique.

#### 33.4.4 *Alimentation*

Le constructeur indiquera les sources nécessaires au fonctionnement de l'amplificateur d'isolement galvanique:

- tension continue ou alternative,
- puissance,
- stabilité,
- isolement galvanique des grandeurs d'entrée et de sortie par rapport à l'alimentation.

Les caractéristiques de la grandeur de sortie et les caractéristiques de transfert seront vérifiées en fonction des variations d'alimentation dans les plages indiquées ci-dessus.

### 33.5 *Caractéristiques particulières*

Accessibilité, contrôles, réglages, aptitude aux tests, fiabilité, sûreté, etc.

#### 33.5.1 *Réglages*

Le constructeur indiquera dans cette rubrique si des réglages de la caractéristique de transfert sont nécessaires et quels sont les moyens mis à disposition pour effectuer ces réglages.

#### 33.5.2 *Visualisation de la grandeur de sortie*

Le constructeur indiquera si un organe de visualisation (voltmètre, ampèremètre) est mis à disposition sur l'organe d'isolement galvanique.

- the dielectric strength, the maximum voltage which can be carried by the apparatus between input and output without affecting its characteristics;
- the insulation resistance and insulation capacitance at a given voltage between the 0 V input and the 0 V output;
- the insulation leakage current caused by a given voltage between the 0 V input and the 0 V output.

Insulation voltage: this is the maximum voltage that can be applied between the 0 V input and the 0 V output without resulting in breakdown.

### 33.4 *Environmental characteristics* (also valid for other sub-assemblies)

Mechanical mounting, interconnections, power supplies, field of use.

#### 33.4.1 *Mechanical characteristics*

- dimensions, weight,
- elements permitting mounting in a system.

#### 33.4.2 *Electrical connections*

- connections to the input,
- connections to the output,
- power supply connections,
- screening and earthing where appropriate.

#### 33.4.3 *Ambient conditions*

The manufacturer should give the normal operating conditions:

- temperature,
- air humidity.

#### 33.4.4 *Power supplies*

The manufacturer should state the supplies necessary for operation of the electrical isolation amplifier:

- direct or alternating voltage,
- power,
- stability,
- electrical isolation of the input and output with respect to the power supply.

The output quantity characteristics and the transfer characteristics should be checked as functions of the power supply variations within the limits shown above.

### 33.5 *Special characteristics*

Accessibility, controls, calibration, fitness tests, reliability, safety, etc.

#### 33.5.1 *Settings*

Under this heading the manufacturer should state if the setting of the transfer characteristic is necessary and what means are provided to carry it out.

#### 33.5.2 *Display of the output quantity*

The manufacturer should state if a display device (voltmeter, ammeter) is provided on the electrical isolation unit.

### 33.5.3 Dispositions particulières

Le constructeur indiquera si des dispositifs particuliers permettent le contrôle ou le réglage de l'organe d'isolement galvanique.

Il indiquera également si des dispositifs permettent de détecter le bon fonctionnement de l'organe d'isolement galvanique et si un dispositif d'essais existe.

Il indiquera, en outre, les données de fiabilité de son matériel.

*Note.* — A titre indicatif, on peut, pour les caractéristiques d'entrée, de sortie, de transfert, consulter la Publication 527 de la CEI, dont l'isolement galvanique n'est qu'un exemple.

### 34. Tension d'entrée

On envoie à l'entrée une tension continue variable dans le domaine acceptable par l'élément, et l'on mesure la tension de sortie. On vérifie que la tension d'entrée et la polarité admissible sont bien celles qui sont indiquées ( $\pm U_1$ ).

L'étendue de fonctionnement  $U_{1\min}$  à  $U_{1\max}$  est notée.

L'impédance d'entrée est ensuite calculée ( $Z_1$  en  $k\Omega$ ), et la tension de mode commun  $U_{mc}$  est mesurée.

### 35. Isolement

On vérifie ensuite l'isolement de l'entrée.

— L'entrée doit tenir une tension spécifiée (par exemple tension d'essai d'entrée de 500 V) ou une rigidité diélectrique spécifiée.

— On mesure l'isolement galvanique d'entrée (résistance d'isolement  $R_{iso\ 1-2}$  en  $M\Omega$ ) entre:

- le 0 V «amont» et le 0 V «aval»,
- le 0 V «amont» et la masse métallique,
- le 0 V «aval» et la masse métallique.

### 36. Tension de sortie

De même on vérifie la polarité et le domaine de la tension de sortie ( $\pm U_r$ ), ainsi que le courant maximal de sortie ( $I_r$ ). A l'aide d'une charge variable, on fait débiter le courant de sortie maximal indiqué par le constructeur, et l'on vérifie que l'élément fonctionne correctement. L'impédance de sortie ( $Z_r$  en  $k\Omega$ ) et la charge admissible en sortie sont également indiquées.

La tension de décalage en sortie doit permettre d'ajuster le zéro convenablement.

### 37. Bruit

On vérifie à l'oscilloscope la valeur (en millivolts) de l'ondulation et du bruit (avec et sans pics de commutation éventuels).

### 38. Sortie enregistreur

Un enregistreur est connecté à la sortie «enregistreur» éventuelle, pour revérifier son bon fonctionnement et faciliter les diverses mesures d'essais de l'élément.

On vérifie la valeur de la tension et le bon fonctionnement de la sortie enregistreur (en millivolts), en appliquant à l'entrée de l'élément une tension spécifiée.

### 39. Réglage du zéro

Court-circuiter les deux entrées de l'élément. Brancher un voltmètre numérique à la sortie. Régler la tension de sortie à 0 après s'être assuré de la présence d'une plage de réglage de part et d'autre.

### 33.5.3 *Special provisions*

The manufacturer should state if special equipment is needed to monitor or calibrate the electrical isolation unit.

He should also state if the equipment provides for checking the proper functioning of the electrical isolation unit and if a test unit exists.

He should give in addition reliability data of the components.

*Note.* — For input, output and transfer characteristics refer for guidance to IEC Publication 527, in which the electrical insulation is only an example.

### 34. **Input voltage**

A continuous variable input voltage in the acceptable range of the element is applied and the output voltage is measured. A check is made that the input voltage and the allowable polarity are clearly stated ( $\pm U_I$ ).

The range of operation  $U_{I\min}$  to  $U_{I\max}$  is noted.

The input impedance is then calculated ( $Z_I$  in  $k\Omega$ ) and the common-mode voltage  $U_{cm}$  is measured.

### 35. **Insulation**

The input insulation is then checked.

- The input shall withstand a specified voltage (for example an input test voltage of 500 V) or maintain a specified dielectric strength.
- The electrical insulation of the input ( $R_{ins\ 1-2}$  in  $M\Omega$  insulation resistance) is measured between:
  - the 0 V input and the 0 V output,
  - the 0 V input and the metal frame (earth),
  - the 0 V output and the metal frame (earth).

### 36. **Output voltage**

In the same way, a check is made of the polarity and range of output voltage ( $\pm U_r$ ) and thus the maximum output current ( $I_r$ ). With the aid of a variable load, the maximum output current specified by the manufacturer can be delivered and the correct operation of the element checked. Similarly the output impedance ( $Z_r$  in  $k\Omega$ ) and the allowable output load are shown.

The zero shift voltage at the output shall permit a suitable zero adjustment.

### 37. **Noise**

A check is made with an oscilloscope of the value (in millivolts) of the ripple and the noise (with and without the commutation peaks as applicable).

### 38. **Recorder output**

A recorder is connected to the "recorder" output (where applicable) to check its proper functioning and facilitate the various test measurements on the element.

The value of the voltage (in millivolts) and the proper functioning of recorder output are checked by applying a specified voltage to the input of the element.

### 39. **Zero setting**

Short-circuit the two inputs of the element. Connect a digital voltmeter to the output. Set the output voltage to zero after ensuring the presence of a range of adjustment on both sides of zero.

Indiquer la plage (en millivolts).

On mesure également la variation, en fonction de la température, du zéro ( $\Delta U_r$  en mV) de +5°C à +40°C et l'on indique le coefficient de température en pourcentage:

$$K_T = 100 \frac{\Delta U_r}{U_{2M}} \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}$$

On peut également mesurer la dérive, la variation en fonction du réseau, de la fréquence et de la charge. On procède comme pour les déclencheurs (voir section quatre, articles 17, 20, 21 et 22).

#### 40. Réglage du gain

Injecter à l'entrée de l'élément une tension continue (de 1 V) à l'aide d'un générateur. Vérifier alors la plage de réglage du gain, c'est-à-dire que la tension de sortie, que l'on mesure avec un voltmètre numérique, doit évoluer dans des limites définies (0,9 V et 11 V) à l'aide des potentiomètres. Régler alors l'élément en gain unité pour la tension de sortie spécifiée (10 V).

On indique diverses valeurs à la sortie (en volts) pour diverses valeurs à l'entrée. La valeur du gain  $G$  peut aussi être indiquée. S'il est réglable, on indique sa plage de réglage.

#### 41. Erreur de linéarité

L'erreur de mesure et l'erreur de linéarité sont mesurées et indiquées comme à l'article 14 relatif aux déclencheurs. Pour plus de détails, voir le paragraphe 5.12 de la Publication 650 de la CEI. On indique la caractéristique de transfert (constante  $K$ ) et la précision de transfert (erreur relative  $e_{rel}$ ) (voir paragraphe 33.3.2 de cette publication).

#### 42. Temps de réponse (voir figure 5, page 70)

Le temps de réponse à la montée et à la descente (en millisecondes) est mesuré (voir article 15 et les paragraphes 5.5, 5.6 et 5.7 de la Publication 650 de la CEI). On vérifie qu'il n'y a pas d'inversion de phase entre entrée et sortie.

On étudie également la réponse en fréquence  $G_2 = f(f)$  et, à l'aide de la courbe, on indique la fréquence de coupure  $f_c$  et la pente d'atténuation  $p$ .

Note the range (in millivolts).

Similarly, the variation of zero ( $\Delta U_r$  in mV) as a function of temperature from +5°C to +40°C is measured. The temperature coefficient as a percentage is stated:

$$K_T = 100 \frac{\Delta U_r}{U_{2M}} \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}$$

Similarly drift, variations with mains voltage, frequency and load may be measured. The procedure is as for trigger circuits (see Section Four, Clauses 17, 20, 21 and 22).

#### 40. Gain setting

With the aid of a d.c. power unit apply a direct voltage (1 V) to the input of the element. Then check the range of adjustment of the gain, i.e., that the output voltage as measured with a digital voltmeter can be varied between defined limits (0.9 V and 11 V) with the aid of potentiometers. Then set the gain of the element to unity for the specified output voltage (10 V).

Various values at the output (in volts) are stated for various values at the input. The gain  $G$  may also be stated. If the gain is adjustable, its range of adjustment is stated.

#### 41. Linearity error

The measurement and linearity errors are measured and expressed as in Clause 14 on trigger circuits. For more details see Sub-clause 5.12 of IEC Publication 650. The transfer characteristic (constant  $K$ ) and the transfer accuracy (relative error  $e_{rel}$ ) are also stated (see Sub-clause 33.3.2 of this publication).

#### 42. Response time (see Figure 5, page 71).

The response time for rise and fall (in milliseconds) is measured (see Clause 15, and Sub-clauses 5.5, 5.6, 5.7 of IEC Publication 650). A check is made that there is no phase inversion between input and output.

Similarly the frequency response  $G_2 = f(f)$  is obtained and with the aid of this curve the cut-off frequency  $f_c$  and the attenuation slope  $a$  are stated.

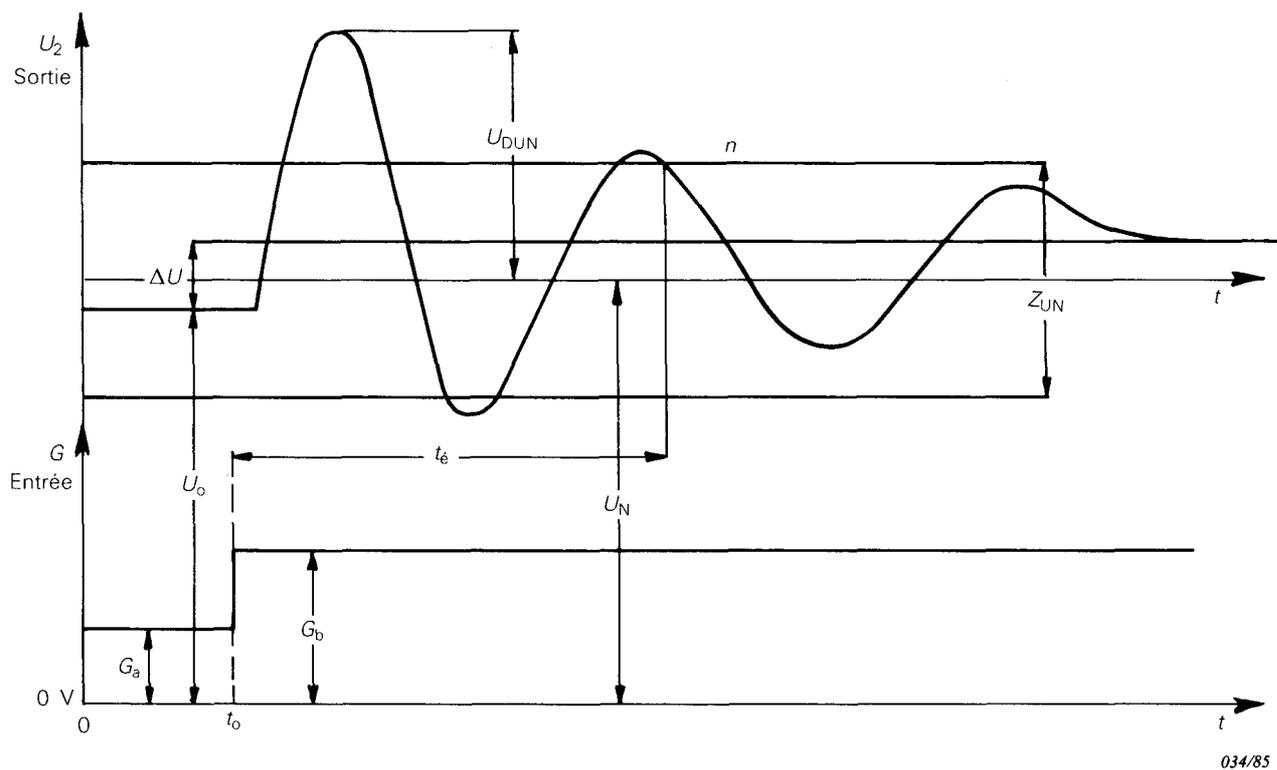


FIG. 10. — Modification brusque du signal à l'entrée entraînant des phénomènes transitoires sur la grandeur de sortie (canal des erreurs de fonctionnement centré sur la valeur nominale).

*Explication des notations utilisées dans la figure*

- $U_2$  = amplitude de la grandeur de sortie
- $t$  = temps
- $\Delta U$  = variation statique
- $U_N$  = valeur nominale de la grandeur de sortie
- $U_{DUN}$  = amplitude de dépassement, rapportée à la valeur nominale  $U_N$
- $t_e$  = temps d'établissement
- $G$  = grandeur d'influence
- $U_o$  = valeur initiale de la grandeur de sortie, préalablement aux phénomènes transitoires
- $Z_{UN}$  = zone des erreurs de fonctionnement centrée sur  $U_N$
- $G_a, G_b$  = grandeur d'influence avant et après la modification brusque qui influence la grandeur de sortie
- $t_o$  = instant de la modification
- $n$  = nombre de dépassements

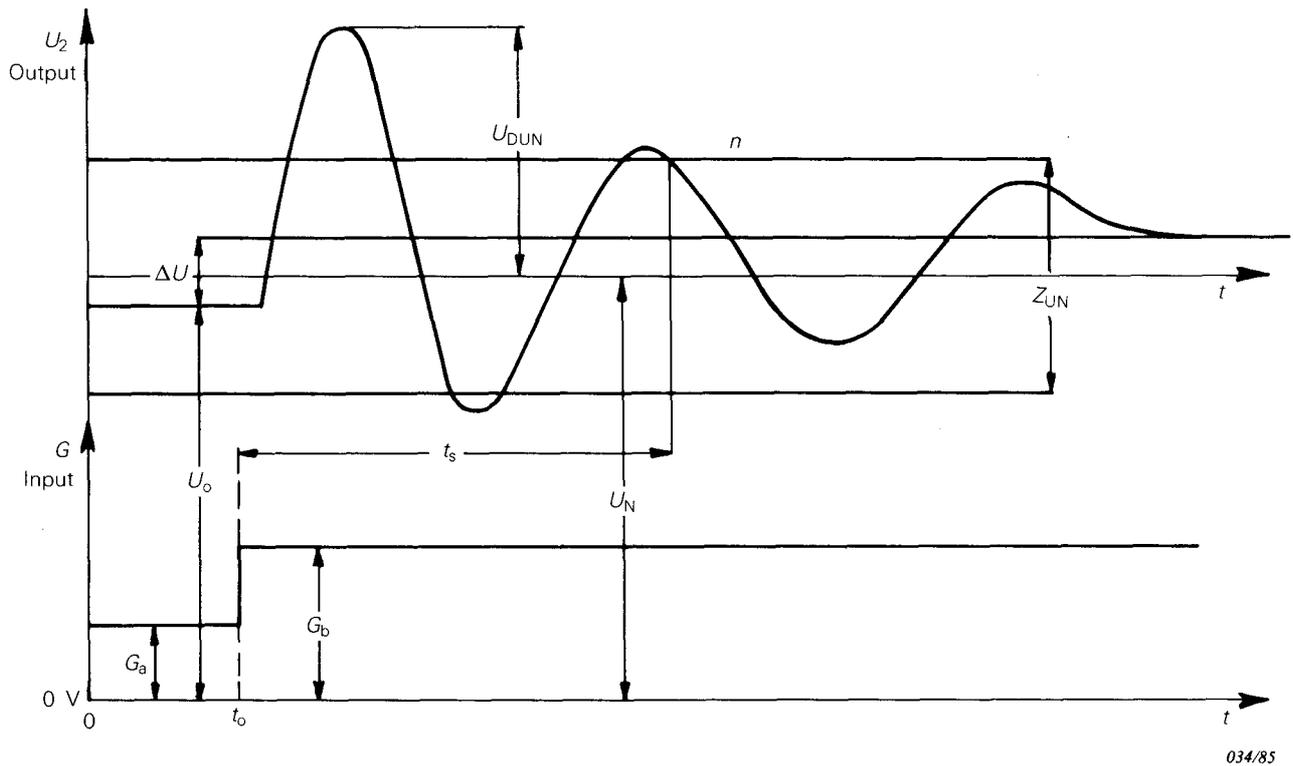


FIG. 10. — Step signal change causing output signal transient (band of operating errors centred on the nominal value).

*Explanation of symbols used in the figure*

$U_2$  = output amplitude

$t$  = time

$\Delta U$  = steady-state variation

$U_N$  = nominal output value

$U_{DUN}$  = overshoot amplitude with respect to nominal value  $U_N$

$t_s$  = settling time

$G$  = influence quantity

$U_o$  = initial value of output quantity, existing prior to step change

$Z_{UN}$  = operating error band, centred about  $U_N$

$G_a, G_b$  = influence quantity or influencing characteristic before and after step change respectively, which affects the output value

$t_o$  = time of step

$n$  = number of overshoots

**43. Taux de réjection**

**43.1 Taux de réjection en mode commun**

Court-circuiter les deux bornes d'entrée de l'élément et appliquer une tension entre ces deux entrées et le 0 V d'entrée. Le facteur de réjection en mode commun est le quotient de la tension de sortie mesurée et la tension d'entrée appliquée. Il sera mesuré pour un signal continu et pour un signal alternatif.

**43.2 Taux de réjection d'isolement**

Court-circuiter les deux bornes d'entrée de l'élément et appliquer entre ces deux entrées et le 0 V de sortie une tension alternative (de 500 V, valeur efficace) obtenue à l'aide d'un transformateur élévateur. En branchant un oscilloscope sur la sortie, on relèvera la tension crête à crête apparaissant entre la sortie et le 0 V.

Par exemple,  $U_r$  crête pour 80 dB est obtenue:

- a) avec une alimentation flottante sur l'amplificateur d'entrée,
  - b) avec une alimentation flottante sur l'amplificateur de sortie.
- (ou taux de réjection  $R_{r\acute{e}j}$  en décibels, à 50 Hz et 500 V par exemple).

On vérifie également la tension continue maximale entre l'entrée et la sortie  $(U_1 - U_2)_{\max}$  en volts.

**44. Divers**

On indique, et l'on vérifie, la (ou les) valeur(s) des tensions d'alimentation alternatives ou continues stabilisées. La consommation est mesurée dans le cas normal d'utilisation et éventuellement dans le cas le plus défavorable.

Il est alors nécessaire de vérifier s'il y a des réserves quant à l'utilisation de l'élément.

Dans le cas d'emploi d'un convertisseur, la fréquence de fonctionnement ( $f$  en kilohertz) est indiquée.

On vérifie que l'élément d'isolement galvanique s'intègre bien dans l'ensemble d'ictométrie, et qu'il réponde bien aux caractéristiques indiquées dans les instructions du constructeur.

Enfin, les caractéristiques d'environnement et les caractéristiques particulières indiquées à l'article 33 sont examinées.

**SECTION HUIT — CIRCUITS AUXILIAIRES**

**45. Tensions d'étalonnage (ou fréquences d'étalonnage)**

Ces circuits éventuels sont destinés à l'étalonnage et au réglage de l'appareil. Ils comprennent notamment un générateur de signaux d'étalonnage et un circuit de réglage du zéro (tarage).

Les essais sont conduits comme pour l'ictomètre. On traite les signaux de fréquence d'étalonnage comme des impulsions issues d'un générateur d'impulsions normal. On peut effectuer les mêmes essais que ceux qui sont indiqués pour l'ictomètre (en fréquence ou en tension).

Il en est de même pour le réglage du zéro.

Les signaux d'étalonnage sont injectés à l'entrée de l'appareil sous la forme de signaux déterminés. Ils permettent le réglage initial de l'appareil.

**43. Rejection factor****43.1 Common mode rejection factor**

Short-circuit the two input terminals of the element and apply a voltage between these two inputs and the 0 V input. The common mode rejection factor is the ratio of the measured output voltage and the applied input voltage. It should be measured for a d.c. signal and an a.c. signal.

**43.2 Insulation mode rejection factor**

Short-circuit the two input terminals of the element and apply between these two inputs and the 0 V output an alternating voltage (500 V, r.m.s.) obtained by means of a step-up transformer. By connecting an oscilloscope to the output, the peak-to-peak voltage appearing between the output and the 0 V line is noted.

For example,  $U_r$  peak-to-peak for 80 dB is obtained:

- a) with power supply floating on the amplifier input,
  - b) with power supply floating on the amplifier output.
- (or rejection factor  $R_{rej}$  in decibels at 50 Hz and 500 V for example).

Similarly the maximum direct voltage between input and output  $(U_1 - U_2)_{max}$  is verified in volts.

**44. Miscellaneous**

The alternating voltages and stabilized direct voltages of the power supply are noted and verified. The power consumption is measured for normal use and where appropriate in the worst case.

It is necessary to note if there are any reservations as to the use of the element.

In the case where a converter is employed, the operating frequency ( $f$  in kilohertz) is stated.

A verification is made that the electrical isolation element is integrated properly into the ratemeter system and that it responds according to the characteristics stated in the manufacturer's instructions.

Finally the environmental and the special characteristics referred to in Clause 33 are examined.

## SECTION EIGHT — AUXILIARY CIRCUITS

**45. Calibration voltages (or calibration frequencies)**

These circuits, when used, are intended for the calibration and the setting of the instrument. They comprise a calibration signal generator and a zero setting circuit (calibration).

Tests are made in the same way as for the ratemeter. Calibration frequency signals are processed like pulses of a normal generator. The same tests as those indicated for the ratemeter may be carried out (by frequency or by voltage).

The same applies to zero setting.

Calibration signals are provided at the instrument input in the form of specified signals. They permit the "setting-up" of the instrument.

#### 45.1 Erreur sur les tensions d'étalonnage

Les tensions d'étalonnage sont données avec une erreur en pourcentage:

$$E = 100 \frac{U_r - U_N}{U_N}$$

où:

$U_N$  est la tension d'étalonnage nominale, et

$U_r$  est la tension mesurée (ou  $N_r$  et  $N_N$ )

#### 45.2 Variation des tensions d'étalonnage avec la température

On indique, en particulier, la variation relative moyenne par degré Celsius:

$$\alpha_{1-2} = \frac{U_2 - U_1}{U_N} \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}$$

#### 45.3 Stabilité

Les variations en fonction du temps sont vérifiées de la même façon que pour l'ictomètre.

#### 46. Réglage du zéro de l'appareil

Il permet de rattraper des variations de tension. On détermine la plage de réglage du zéro, qui est définie par l'amplitude des variations de tension qu'il est possible de rattraper.

Les variations du zéro en fonction de la température et du temps sont vérifiées comme pour les tensions d'étalonnage.

#### 47. Contrôle du bon fonctionnement

Des circuits éventuels permettent de contrôler le bon fonctionnement de l'appareil. Le signal provenant de ces circuits doit être appliqué le plus en amont possible dans l'appareil et peut être réglable.

Le bon fonctionnement de ces circuits doit aussi être vérifié.

#### 48. Fonctions annexes

Les ictomètres utilisés en instrumentation nucléaire assurent fréquemment des fonctions annexes.

Par exemple, les vérifications ci-après peuvent être effectuées après accord entre les parties:

- 1) Valeur de la haute tension fournie pour la polarisation d'un détecteur. Fluctuations de cette valeur (une stabilité insuffisante de celle-ci peut rendre plus mauvaises certaines qualités de fonctionnement de l'appareil) (voir section cinq).
- 2) Valeurs des différentes basses tensions fournies (voir Publication 443 de la CEI).
- 3) Niveaux de fonctionnement des déclencheurs à seuil incorporés (voir section quatre).
- 4) Lorsqu'un amplificateur assure d'autres fonctions annexes, telles que la sortie en courant, la sortie en puissance, la sortie enregistreur, etc., les erreurs des circuits et appareils situés en aval de ces sorties sont supposées connues et ne sont pas traitées dans la présente norme.
- 5) Amplification de courants continus (voir Publication 527 de la CEI).

#### 45.1 Calibration voltage error

Calibration voltages are given with an error in per cent:

$$E = 100 \frac{U_r - U_N}{U_N}$$

where:

$U_N$  is the rated calibration voltage and

$U_r$  is the measured voltage (or  $N_r$  and  $N_N$ )

#### 45.2 Calibration voltage variation with temperature

The mean relative variation per degree Celsius is indicated especially:

$$\alpha_{1-2} = \frac{U_2 - U_1}{U_N} \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}$$

#### 45.3 Stability

Variations as a function of time are verified as for the ratemeter.

#### 46. Instrument zero setting

This permits compensation for voltage variations. The zero setting range is determined by the voltage variations for which it is necessary to compensate.

The zero variations as a function of temperature and time are verified as for the calibration voltages.

#### 47. Proper functioning check

Where fitted, appropriate circuits make it possible to check the proper functioning of the ratemeter. The signal from these circuits shall be applied as near as possible to the instrument input and may be adjustable.

The proper functioning of these circuits themselves shall also be verified.

#### 48. Associated functions

The ratemeters used in nuclear instrumentation frequently provide associated functions.

It is possible for instance to carry out the following check, after agreement between the parties:

- 1) High voltage supplied for detector bias. Fluctuations of this voltage (insufficient stability degrades some performance qualities of the instrument) (see Section Five).
- 2) Values of the different low voltages supplied (see IEC Publication 443).
- 3) Operating levels of integrated threshold trigger circuits (see Section Four).
- 4) When an amplifier provides other associated functions, such as a current output, a power output, a recorder output, etc., the errors in the circuits and instruments fed by these outputs are assumed to be known and are not considered in this standard.
- 5) D.C. amplifier (see IEC Publication 527).

## SECTION NEUF — ESSAIS AUX PERTURBATIONS ET PROTECTION

**49. Sensibilité aux perturbations électromagnétiques****49.1** *Transparence aux fréquences élevées*

Une bonne appréciation de la sensibilité d'un appareil aux perturbations électromagnétiques est la mesure de sa transparence. C'est son aptitude à laisser passer une perturbation entre une entrée et une sortie quelconques. La transparence aux fréquences élevées est la plus significative.

L'appareil est placé entre deux réseaux fictifs.\* L'un d'eux est utilisé pour injecter un signal inférieur à 1 V et de fréquence comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz du côté de l'alimentation. L'autre est utilisé pour la mesure. La transparence est donnée en décibels par le rapport de la tension injectée à la tension recueillie en sortie.

49.2 D'autres méthodes, applicables à l'appareil *in situ* et fondées sur les recommandations du C.I.S.P.R., sont à l'étude.

49.3 Une autre méthode, souvent plus significative, consiste à appliquer d'une part des perturbations simulant les perturbations du réseau et, d'autre part, des perturbations simulant les autres formes de perturbations rencontrées dans les installations (perturbations rayonnées, différence de potentiel entre terres et masses, etc.).

La méthode d'essai consiste à injecter à l'entrée, sur le blindage du sous-ensemble (masse du connecteur d'entrée) divers courants sinusoïdaux ou impulsionnels. Le niveau de sortie en fonction des perturbations à l'entrée est alors mesuré (voir figure 11, page 78).

**50. Production de perturbations**

Le même montage que celui qui a été utilisé à l'article précédent permet de mesurer les tensions perturbatrices injectées par l'appareil dans le réseau d'alimentation d'une part, et dans les circuits d'utilisation d'autre part.

Les résultats peuvent être représentés sous la forme de courbes des tensions perturbatrices produites en fonction de la fréquence.

**51. Mesures de protection**

On vérifie que la borne «masse» est bien reliée à la «masse métallique» de l'appareil, et, éventuellement, que les autres bornes «masse» et «terre» remplissent bien leurs fonctions.

On effectue les essais diélectriques classiques et la mesure des résistances d'isolement.

On vérifie également que les précautions éventuelles indiquées par le constructeur et contenues dans les documents relatifs à la protection des travailleurs contre les dangers électriques sont respectées. (Il convient de prendre en considération les règles de protection nationales.)

\* Tels que les circuits définis dans l'annexe E de la Publication C.I.S.P.R. 16.

## SECTION NINE — INTERFERENCE TESTS AND PROTECTION

**49. Electromagnetic noise susceptibility****49.1 H.F. transparency**

A reasonable evaluation of the susceptibility of an instrument to electromagnetic noise may be obtained from the measurement of its transparency. This is a measure of its tendency to allow a disturbance to pass between any input and output. The H.F. transparency is the most significant factor.

The instrument is placed between two artificial networks.\* One is used for injecting a signal of less than 1 V with a frequency between 0.15 MHz and 30 MHz onto the power supply. The other is used for the measurement. The transparency is given in decibels as the ratio between the injected voltage and the voltage obtained at the output.

49.2 Other methods based on C.I.S.P.R. recommendations and applicable to the instrument when *in situ* are under consideration.

49.3 Another method, often of more significance, consists of applying both perturbations simulating mains-borne interference and those simulating other noise encountered in installations (radiated noise, potential difference between earths and frames, etc.).

The test method consists of injecting at the input, on the shielding of the sub-assembly (input connector frame connection) various sinusoidal or pulse currents. The output level is measured as a function of the input disturbance (see Figure 11, page 79).

**50. Interference production**

The same arrangement as used in the previous clause allows the measurement of interference voltages injected by the instrument into the supply mains and into any circuit which utilizes the output of the instrument.

The results may be given in the form of graphs displaying interference voltages as a function of frequency.

**51. Protection measures**

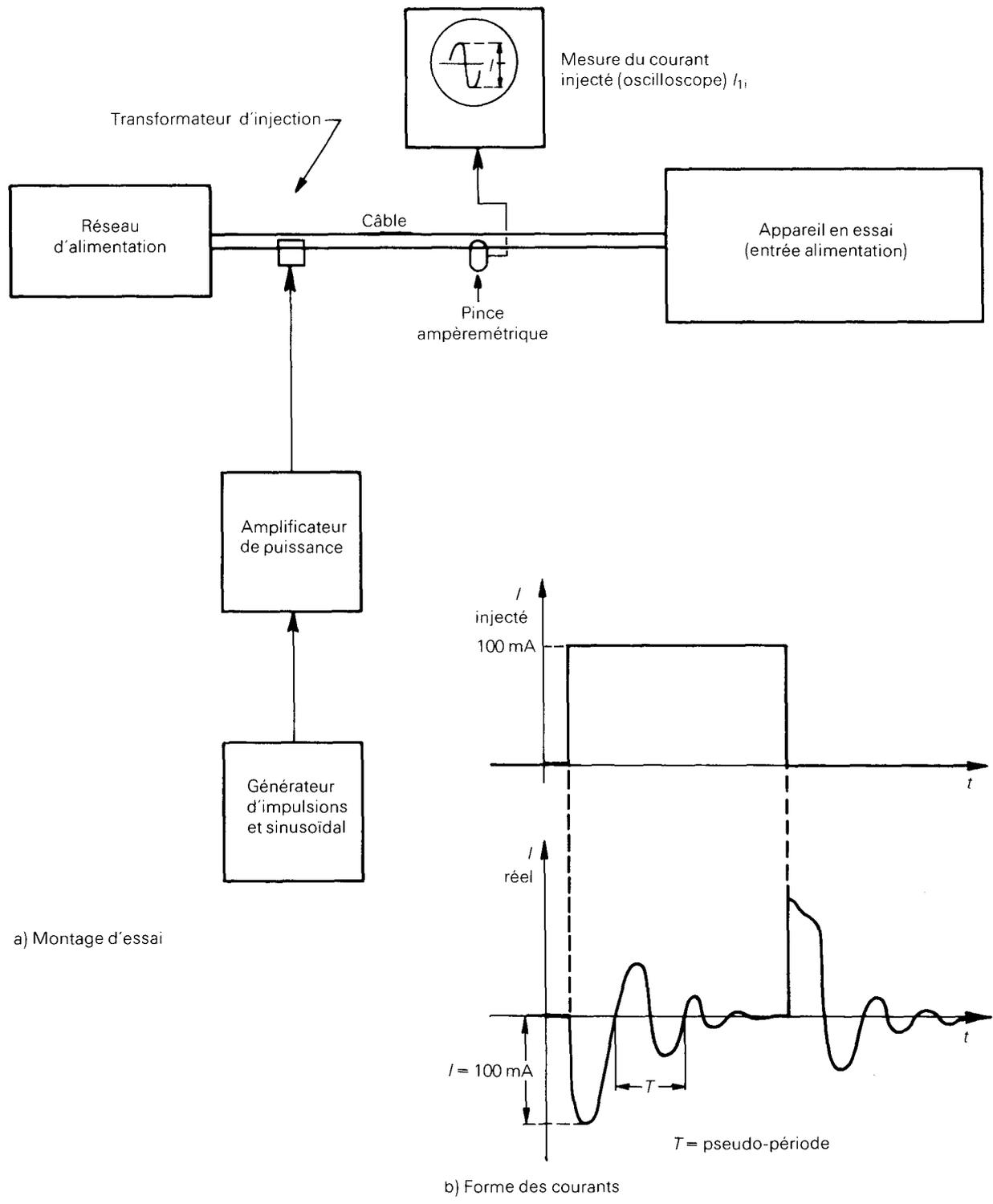
A check should be made that the connector body terminal is properly connected to the "metallic mass" (frame) of the instrument and, where appropriate, that other "mass" (frame) and "earth" terminals fulfil their function.

The classical dielectric tests are made and the insulation resistances are measured.

It should also be verified that appropriate precautions are taken as indicated by the manufacturer and by documents related to protection of workers against electrical risks. (The national protection rules should be taken into consideration.)

---

\* Such as the networks defined in Appendix E of C.I.S.P.R. Publication 16.

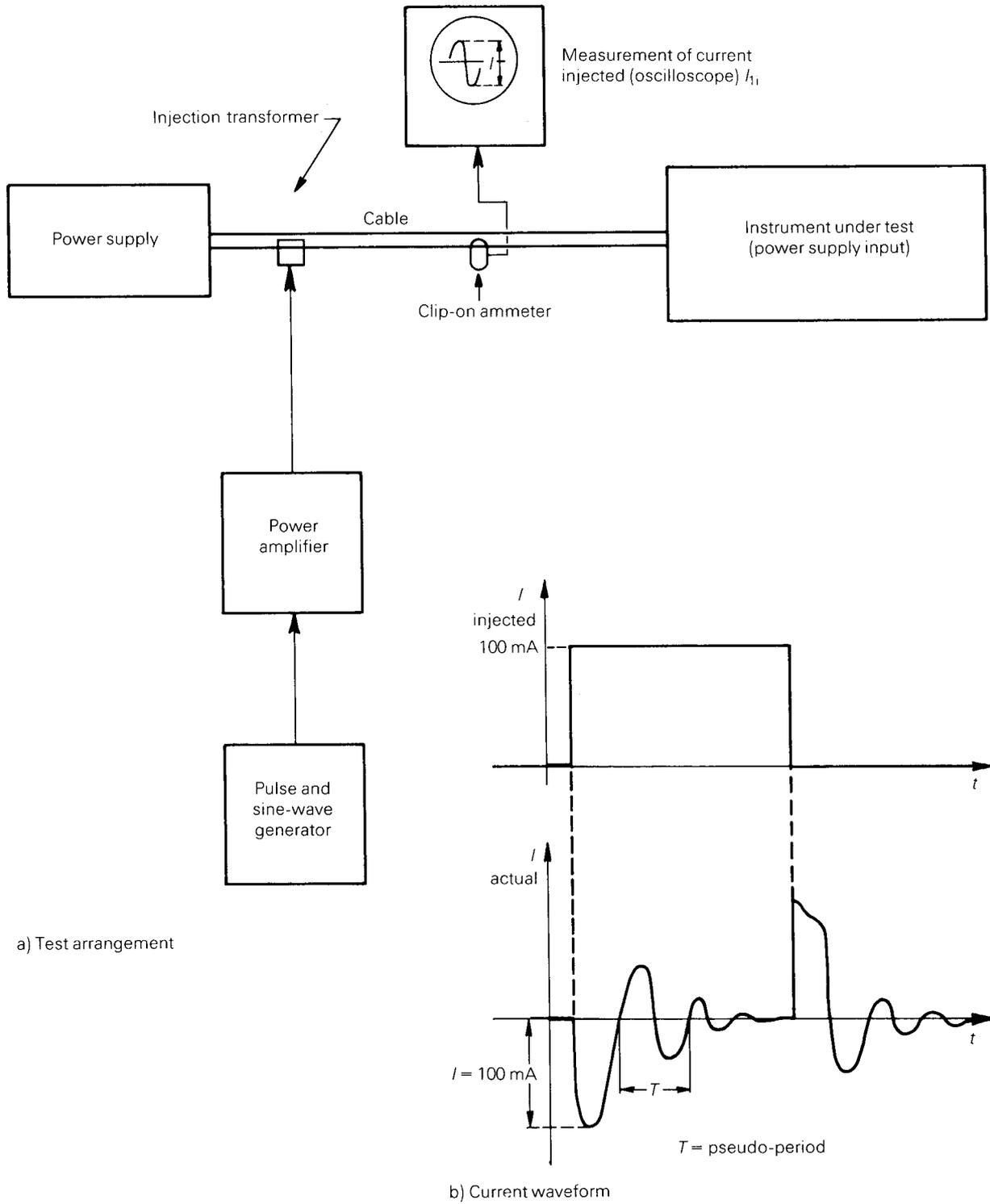


a) Montage d'essai

b) Forme des courants

FIG. 11. — Montage pour l'essai de tenue aux perturbations.

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



a) Test arrangement

b) Current waveform

035/85

FIG. 11. — Arrangement for testing the effect of interference.

### 51.1 Tenue aux perturbations électromagnétiques sur le réseau d'alimentation

L'ensemble est essayé pour déterminer sa capacité à résister à des perturbations de petites puissances, correspondant à un courant injecté perturbateur  $I_{1i}$  (voir figure 11, page 78).

L'effet de cette perturbation sur l'appareil en essai se caractérise par des courants circulant sur les conducteurs ou sur les gaines des câbles d'alimentation.

Une façon simple et reproductible pour simuler ces courants perturbateurs consiste à utiliser un transformateur dont le circuit magnétique est un tore en ferrite. Le câble en essai passe dans le tore et constitue le secondaire. Le primaire, formé de quelques spires enroulées sur le tore, est attaqué par un générateur d'impulsions ou sinusoïdal. L'impédance de la boucle dans laquelle on injecte n'est pas modifiée et ce couplage lâche permet au courant de s'établir suivant le régime propre au circuit en essais.

Les courants que l'on injecte dans les câbles doivent être adaptés en forme et en amplitude aux caractéristiques de l'installation dont on veut vérifier l'immunité aux perturbations.

Cet essai permet de vérifier que l'équipement répond aux conditions imposées à l'appareil.

Pour cet essai, on utilise un générateur d'impulsions et un générateur sinusoïdal couplé au réseau d'entrée de l'appareil par l'intermédiaire d'un transformateur ou d'un tore d'injection. L'essai est effectué sur un seul conducteur du câble d'alimentation et l'on indique la valeur du courant  $I_{1i}$  qui produit un niveau de perturbations spécifié sur la sortie de l'appareil en essai. On utilise une pince ampèremétrique ou un transformateur d'injections monté en série sur un conducteur du câble d'alimentation.

### 51.2 Susceptibilité à une décharge électrostatique

Les appareils sont soumis à l'essai afin de déterminer leur susceptibilité à une décharge électrique. La tension d'essai  $U_e$  est indiquée en kilovolts (voir figure 12).

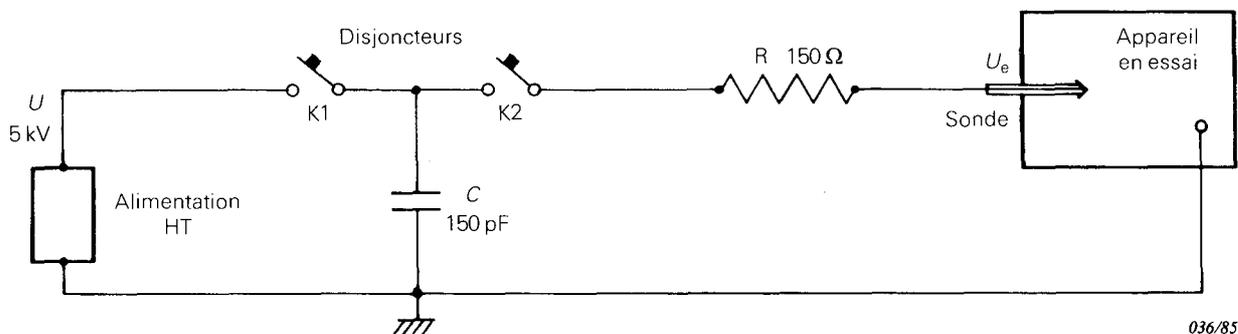


FIG. 12. — Mesure de la susceptibilité à une décharge électrostatique.

On applique une tension sur une capacité de 150 pF. On la décharge à travers un conducteur d'une résistance de 150 Ω. La capacité montée dans la sonde est déchargée dans l'appareil à un point quelconque accessible à l'opérateur. Aucun dommage et aucune perte irréversible de caractéristiques ne sont permis dans un quelconque mode opératoire. La valeur  $U_e$  de la tension d'essai doit être spécifiée (5 kV par exemple).

### 51.1 *Effect of electromagnetic noise on the power supply*

The system is checked to determine its capacity to resist low power interference corresponding to an injected interference current  $I_{1i}$  (see Figure 11, page 79).

The effect of this noise on the instrument under test is characterized by currents circulating on the conductors or the sheaths of power supply cables.

A simple and reproducible method for simulating interference currents uses a transformer having a ferrite torus core. The cable on test passes within the torus and forms the secondary. The primary which is formed of several turns wound on the torus is driven by a pulse or sine wave generator. The impedance of the injection loop is not modified and the loose coupling permits the current to build up under the normal conditions of the circuit under test.

The currents injected into cables shall be of shape and amplitude appropriate to the characteristics of the installation whose interference immunity is being checked.

This test allows a check to be made that the equipment responds to the conditions imposed on the instrument.

For this test, a pulse generator and a sine wave generator are coupled to the input circuit of the instrument by means of a transformer or an injection torus. The test is made on a single conductor of the power supply cable and the current value  $I_{1i}$  is indicated which produces a specified level of interference on the output of the instrument under test. A clip-on ammeter is used or an injection transformer mounted in series with a conductor of the power supply cable.

### 51.2 *Susceptibility to electrostatic discharge*

Instruments are tested to determine their susceptibility to electric discharge. The test voltage  $U_t$  (see Figure 12) is shown in kilovolts.

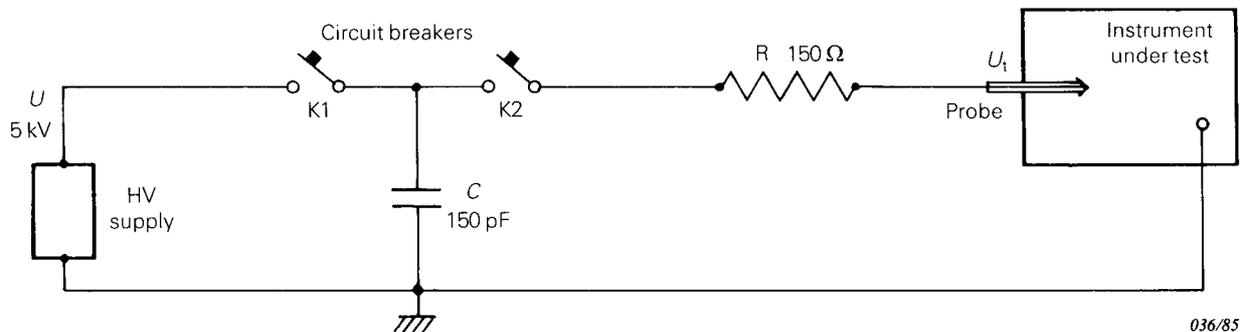


FIG. 12. — Measurement of susceptibility to electrostatic discharge.

A voltage is applied to a capacitance of 150 pF. It is discharged through a conductor of resistance 150 Ω. The capacitance mounted in the probe is discharged in the apparatus at any point accessible to the operator. No damage or irreversible loss of characteristics is permitted in any operating mode. The value of the test voltage  $U_t$  shall be specified (e.g. 5 kV).

### 51.3 Tenue lors du passage en réseau secours

Il y a lieu de vérifier le courant maximal d'appel de l'alimentation de l'ensemble à la mise sous tension et sa durée. Ce courant doit, dans toute la mesure possible, être réduit au minimum, particulièrement dans le cas d'alimentation continue par batterie ou d'alimentation par onduleur. Le niveau maximal doit être défini pour chaque ensemble (voir figure 13, page 84).

L'essai précis est établi avec le constructeur.

#### 51.3.1 Courant d'appel

Du point de vue de l'installateur électrique ou de l'architecte industriel, qui se trouve confronté au problème de la spécification des onduleurs de mesure, deux points sont importants:

- capacité de fonctionnement pendant les coupures du réseau, et
- démarrage des alimentations.

La première de ces deux caractéristiques permet de savoir comment se comporte l'ensemble lorsque se produit un court-circuit au départ et lors du rétablissement de la tension.

La seconde caractéristique permet de calibrer l'onduleur pour pouvoir faire démarrer tel ou tel dispositif utilisateur.

*Exemple:* Un ensemble consomme environ 1,1 kVA en fonctionnement normal, mais le rapport  $I_D/I_N$ , intensité de démarrage/intensité nominale, est de 12. Il faudra donc un onduleur capable de fournir une pointe de puissance de 13,2 kVA si l'on veut faire démarrer l'ensemble sans difficulté.

Le courant maximal d'appel  $I_D$  et sa durée  $t_D$  sont mesurés lors de la mise sous tension. La méthode de mesure précise est établie en accord avec le constructeur.

#### 51.3.2 Rapport intensité de démarrage/intensité nominale à l'entrée

La caractéristique  $I_D/I_N$ , intensité de démarrage/intensité nominale à l'entrée de l'ensemble, permet de calibrer la source d'alimentation de secours, de manière à permettre le démarrage dans des conditions normales, tant pour l'alimentation que pour la source (onduleur ou groupe électrogène par exemple).

Le rapport est maximal lorsque la tension appliquée à l'alimentation est à sa valeur maximale, soit au sommet de la première demi-période (voir figure 14, page 84). En effet, ce point ( $t'_1$ ,  $t'_2$ ,  $t'_3$ , etc.) correspond au maximum de la tension alternative, donc au courant magnétisant maximal du transformateur et au maximum de conduction de la diode de redressement. Le cumul des deux permet de déterminer le rapport  $I_D/I_N$  maximal.

Ces deux valeurs sont mesurées par la méthode suivante (voir figure 13):

### 51.3 *Effect during switch-over to stand-by supply*

It is desirable to check the maximum current demand from the system power supply when the voltage is applied and also its duration. This current shall in every possible way be reduced to a minimum, particularly in the case of d.c. supplies from a battery or inverter. The maximum level is defined for each system (see Figure 13, page 85).

The precise test is established with the manufacturer.

#### 51.3.1 *Current demanded*

From the point of view of electrical installer or industrial architect who may be confronted with specifying measurement inverters, two points are important:

- capacity for working during cut-off of mains supplies,
- the start-up of the power supply.

The first of these characteristics provides information on how the system behaves in the case of a short circuit, when it commences, and when the voltage is re-established.

The second characteristic permits calibration of the inverter in order to start up some kind of using device.

*Example:* A system consumes about 1.1 kVA for its normal operation but the ratio  $I_S/I_N$ , starting current/nominal current is 12. It will be necessary to have an inverter capable of supplying a peak power of 13.2 kVA if the system is to be started up without difficulty.

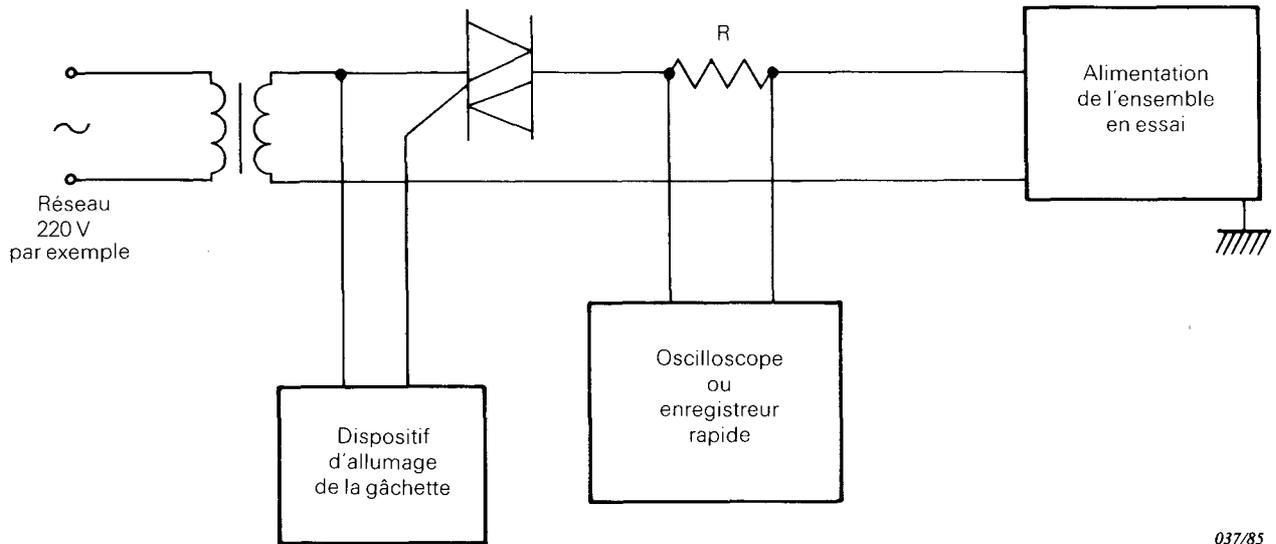
The maximum value of the current demanded  $I_S$  and its duration  $t_S$  is measured when the voltage is applied. The precise method of measurement is agreed upon with the manufacturer.

#### 51.3.2 *Ratio of starting and nominal currents at the input*

The characteristic  $I_S/I_N$ , starting current/nominal current at the input of the system, permits calibration of the stand-by power supply in a way which permits start-up in normal conditions, as much for the power supply as for the power source (e.g. inverter or generator set).

This is a maximum when the voltage applied to the power unit is at its maximum value, for example at the peak of the first half cycle (see Figure 14, page 85). In fact this point ( $t'_1$ ,  $t'_2$ ,  $t'_3$ , etc.) corresponds to the maximum of the alternating voltage and therefore to the maximum magnetizing current of the transformer and the maximum conduction of the rectifying diode. The combination of the two permits the determination of the ratio  $I_S/I_N$  maximum.

These two values are measured by the following method (see Figure 13):

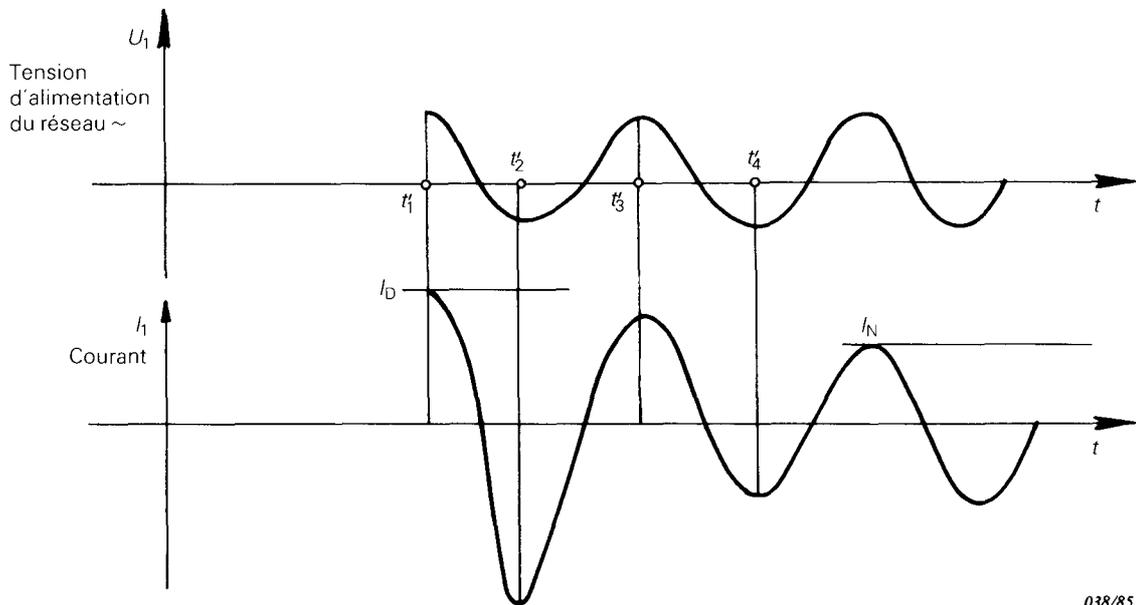


037/85

FIG. 13. — Mesure de  $I_D/I_N$ .

L'ensemble est alimenté à travers un triac ou un thyristor. On mesure le courant absorbé à l'oscilloscope ou à l'enregistreur rapide aux bornes de la résistance R.

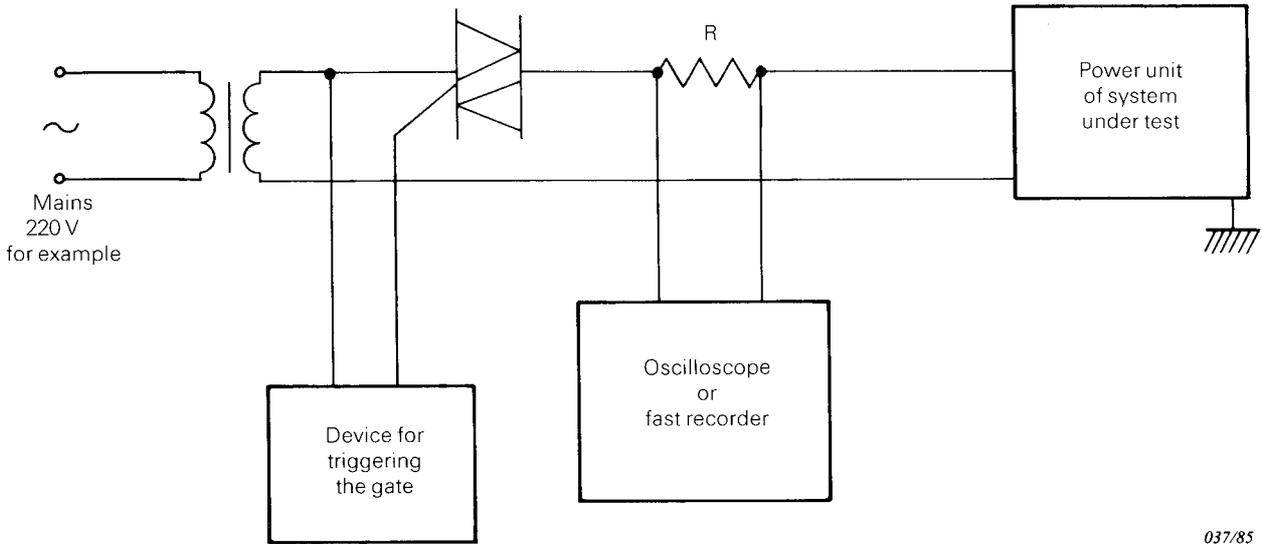
L'allumage de la gâchette se fait en coïncidence avec le maximum de la tension.



038/85

La mesure de  $I_D$  et de  $I_N$  se fait directement sur le graphique relevé.

FIG. 14. — Calcul de  $I_D/I_N$ .

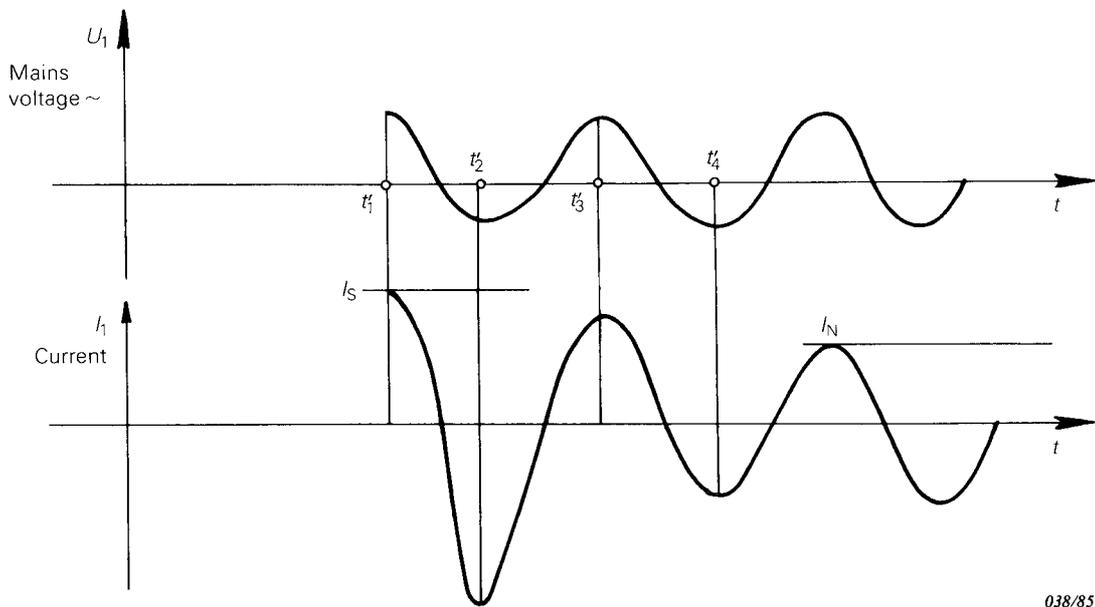


037/85

FIG. 13. — Measurement of  $I_S/I_N$ .

The system is supplied via a triac or a thyristor. The current is measured with an oscilloscope or a fast recorder at the resistance R.

The triggering of the gate is made to coincide with the maximum voltage.



038/85

Measurements of  $I_S$  and  $I_N$  are made directly from the graph shown.

FIG. 14. — Calculation of  $I_S/I_N$ .

#### 51.4 Tenue aux microcoupures

La capacité d'alimenter pendant les coupures du réseau alternatif permet de savoir comment se comporte l'alimentation et l'ensemble complet durant la coupure et lors du rétablissement de la tension.

Si l'appareil doit fournir l'énergie spécifiée malgré les microcoupures d'alimentation (cas d'alimentation d'un microprocesseur), la tenue des tensions de sortie doit être vérifiée en effectuant des microcoupures de durée calibrée.

Dans le cas d'alimentation par le réseau alternatif, les microcoupures sont effectuées en tenant compte de la phase de la sinusoïde réseau. Une recherche de point critique doit être effectuée, celui-ci dépendant du mode de fonctionnement de l'alimentation.

Le niveau de perturbations admissible en sortie de l'ensemble est défini en accord avec le constructeur.

##### 51.4.1 Microcoupures admissibles

On indique le temps de coupure maximal  $\Delta t$  du réseau, pendant lequel l'alimentation reste dans les limites spécifiées. L'essai est effectué à l'aide d'un générateur de microcoupures, simulant un réseau perturbé. La figure 15 donne un exemple de variations instantanées.

##### 51.4.2 Capacité de tenue aux microcoupures

L'appareil est alimenté à travers un dispositif permettant d'effectuer des coupures du réseau de durée et de phase déterminées.

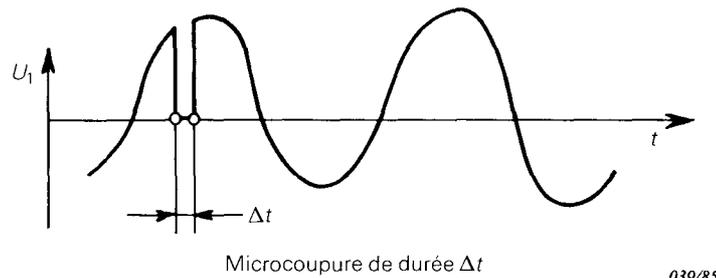


FIG. 15. — Exemple d'une microcoupure.

La grandeur de sortie est contrôlée à l'aide d'un voltmètre, d'un enregistreur, d'un oscilloscope ou de tout autre appareil approprié. On fait croître la durée de la microcoupure jusqu'à l'apparition d'une perturbation en sortie de l'appareil, en effectuant systématiquement un balayage en phase.

## SECTION DIX — ESSAIS CLIMATIQUES, MÉCANIQUES ET PHYSIQUES

### 52. Essais climatiques et mécaniques

Dans le cas où on les estime nécessaires, ces essais doivent être effectués en conformité avec la Publication 68 de la CEI.

On peut effectuer un essai de fonctionnement sous haute température dans les conditions indiquées à l'article 11 de la Publication 68-2-2 de la CEI: Essais B: Chaleur sèche, avec une température de  $+55 \pm 3^\circ\text{C}$  et une durée d'exposition de 500 h, la tension de sortie étant réglée

$$\text{à } \frac{U_{c \max}}{2} \text{ ou } \frac{N_{c \max}}{2}.$$

#### 51.4 *Effect of micro-breaks*

The capacity for providing power during breaks in the alternating mains supply provides knowledge on how the power supply for the complete system behaves during the break and when voltage is re-established.

If the apparatus must supply the specified energy notwithstanding short duration breaks (micro-breaks) in the power supply (case of power supply to a microprocessor) the effect on output voltages shall be checked when micro-breaks of calibrated duration occur.

In the case of a power supply from alternating mains, the micro-breaks are produced taking into account the phase of the mains sine wave. A search for the critical point shall be made, this being dependent on the mode of operation of the power supply.

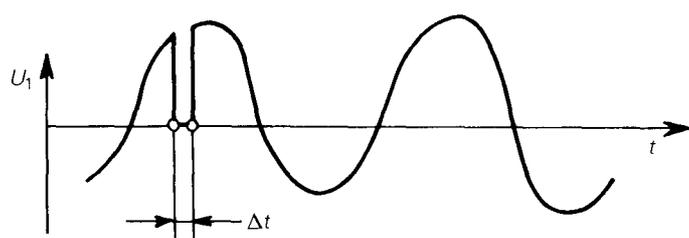
The level of interference admissible at the system output is defined as agreed upon with the manufacturer.

##### 51.4.1 *Admissible micro-breaks*

The maximum mains break time  $\Delta t$  is stated for which the supply remains within specified limits. The test is made by means of a generator of micro-breaks simulating a disturbance on the mains. See an example of instantaneous variations in Figure 15.

##### 51.4.2 *Capacity for response to micro-breaks*

The apparatus is powered via a device permitting the production of breaks in the mains supply of defined duration and phase.



Micro-break of duration  $\Delta t$

039/85

FIG. 15. — Example of a micro-break.

The output quantity is monitored by a voltmeter, a recorder, an oscilloscope or other appropriate apparatus. The duration of the micro-break is increased until there is a disturbance at the output of the apparatus whilst a systematic sweep of phase is carried out.

## SECTION TEN — ENVIRONMENTAL AND PHYSICAL TESTS

### 52. **Environmental testing procedures**

When these tests are considered to be necessary, they shall be performed in accordance with IEC Publication 68.

The high-temperature test in the conditions indicated in Clause 11 of IEC Publication 68-2-2: Tests B: Dry Heat, may be performed at a temperature of  $+55 \pm 3^\circ\text{C}$  and an exposure duration of 500 h with the output voltage set at  $\frac{U_{c\max}}{2}$  or  $\frac{N_{c\max}}{2}$ .

L'appareil doit avoir retrouvé ses qualités de fonctionnement en moins de 30 min lorsqu'il est ramené dans les conditions nominales de fonctionnement.

On peut vérifier également la réponse de l'appareil en fonctionnement à de légers chocs tout autour de son boîtier (microphonie, microclaquages, etc.).

**53. Essai qualitatif avec une source radioactive**

Pour vérifier globalement le bon fonctionnement de l'appareil, de sa liaison au détecteur et de ses accessoires éventuels, on l'alimente par les impulsions fournies par une chambre d'ionisation de caractéristiques connues, soumise à un débit de fluence connu, émis par une source radioactive.

Par ailleurs on mesure ou on calcule la valeur du taux d'impulsions de la chambre d'ionisation et on la compare à celle qui est indiquée par l'appareil. Ces deux valeurs doivent être identiques, à la précision des calculs et de l'appareil près. Cet essai est particulièrement intéressant lorsqu'on souhaite comparer rapidement plusieurs appareils entre eux.

Cet essai s'effectue après accord entre les parties.

SECTION ONZE — FIABILITÉ ET MAINTENABILITÉ

**54. Fiabilité**

Lorsque la durée totale des essais effectués est suffisante, il est possible de calculer la valeur de la MTBF (moyenne des temps de bon fonctionnement) estimée à partir des temps de bon fonctionnement observés, pendant l'ensemble des essais exécutés dans le domaine nominal d'utilisation.

Lorsqu'on indique une valeur de MTBF estimée, il faut préciser à quel essai et à quel niveau de confiance elle se rapporte.

Dans certains cas, on peut indiquer une valeur globale de la MTBF estimée, correspondant au total de la durée des essais sous haute température et de la durée des autres essais. Mais on est obligé de l'annoncer comme s'appliquant aux conditions habituelles de fonctionnement, et cette valeur est donc forcément pessimiste.

**55. Déverminage**

Opération consistant à faire fonctionner les appareils pour découvrir et éliminer les éléments qui présentent des défaillances précoces.

Les défauts de jeunesse seront présumés avoir été éliminés au cours du déverminage, de telle sorte que les défaillances constatées en cours d'essai puissent normalement être prises en considération dans le critère de décision.

Le déverminage, opération de fabrication, sera laissé à l'appréciation du constructeur.

Celui-ci pourra avoir intérêt à soumettre les équipements aux mêmes contraintes que celles du niveau d'essai spécifié. Le cas échéant, il tiendra à la disposition du client le compte rendu de cette opération.

Les essais de fiabilité ont pour objet de vérifier que les clauses de fiabilité sont satisfaites et, éventuellement, de mettre en œuvre divers procédés d'amélioration de la fiabilité observée.

Les résultats obtenus donnent une évaluation (plus ou moins approchée selon les conditions d'essai) de la fiabilité qu'atteindra l'équipement en exploitation (distribution exponentielle).

The instrument shall have recovered its performance characteristics in less than 30 min after return to the rated operating conditions.

The response of the instrument, when in operation, to small mechanical shocks on its case may also be verified (microphony, micro-breakdown, etc.).

### 53. **Qualitative test with a radioactive source**

In order to verify as a whole the proper functioning of the instrument, its connections to the detector and possible accessories, the instrument input pulse rate is provided by an ionization chamber of known characteristics submitted to a known fluence rate emitted by a radioactive source.

The pulse rate of the ionization chamber is measured or calculated and compared with the instrument indication. These values shall correspond within the accuracy of the instrument and the calculation. This test is particularly useful when it is desired to make quick comparisons between several instruments.

This test is performed by agreement between the parties.

## SECTION ELEVEN – RELIABILITY AND MAINTAINABILITY

### 54. **Reliability**

When the total duration of the tests is sufficient, it is possible to calculate the assessed MTBF (mean time between failures) from the times between failures observed, during all the tests performed in the rated range of use.

When an assessed MTBF value is stated, it is necessary to specify the test and the confidence level to which it is related.

In some cases it is possible to state a total value of the assessed MTBF corresponding to the total duration of the tests at high temperature and of the other tests. But it is necessary to present this value as applying to usual rated conditions, which is inevitably pessimistic.

### 55. **Burn-in**

The process whereby devices are operated to discover and eliminate those units which will be subject to early failure.

The early failures are assumed to have been eliminated during burn-in so that the failures observed during the test can normally be taken into account in the decision criterion.

Burn-in, which is part of the manufacturing process, will be left to the discretion of the manufacturer.

It might be desirable to subject the equipment to the same constraints as those of specified test level. If necessary, the report of this operation will be made available to the customer.

Reliability tests aim to check that the reliability criteria are fulfilled and possibly to put into effect various processes for improving the observed reliability.

Results obtained give an estimate (more or less approximate according to the test conditions) of the reliability the equipment will reach in use (exponential distribution).

**56. Maintenabilité**

Il peut être intéressant de vérifier les indications données par le constructeur relatives à la maintenabilité de l'appareil (essais d'acceptation, dépannage, maintenance, notice d'instructions, disponibilité, etc.).

**56. Maintainability**

It may be useful to verify the information given by the manufacturer related to the instrument maintenance (acceptance tests, emergency repairs, maintenance instruction manual, availability, etc.).



## ANNEXE A

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

<i>l</i>	= entrée
2, <i>r</i>	= sortie, relevé, lu ( <i>l</i> )
<i>o</i>	= initial
abs	= absolu
aff	= affiché, indiqué
$\beta$	= limite de la distorsion de l'enveloppe
BT	= basse tension
<i>c</i>	= conventionnellement vrai, constant, coup, coupure
c.c.	= crête à crête
$c \cdot s^{-1}$	= coups par seconde
<i>C</i>	= capacité, classe
<i>c/c</i>	= court-circuit
<i>ch</i>	= charge
<i>D</i>	= démarrage, dépassement
déc	= déclenché, déclenchement
<i>dm</i>	= droite moyenne
$\Delta$	= écart, variation
<i>E, e</i>	= erreur, exposition, essai
<i>E<sub>dyn</sub></i>	= erreur dynamique
<i>E<sub>sta</sub></i>	= erreur statique
enc	= enclenché, enclenchement
<i>f</i>	= fréquence, fonction
<i>F</i>	= amplitude des fluctuations
<i>G</i>	= gain, grandeur
<i>H</i>	= hystérésis, humidité
HF	= haute fréquence
HT	= haute tension
<i>i</i>	= interne, quelconque, injecté
<i>I</i>	= intensité, courant
<i>I<sub>ch</sub></i>	= courant de charge de sortie
<i>I<sub>f</sub></i>	= intensité de sortie relevée ( <i>lu</i> ), courant de sortie
iso	= isolement
<i>j</i>	= justesse
<i>k, K</i>	= coefficient
<i>K<sub>T</sub></i>	= coefficient de température
<i>L</i>	= linéarité
<i>M, max</i>	= maximal

## APPENDIX A

## LIST OF ABBREVIATIONS

<i>i</i>	= input
<i>2, r</i>	= output, read, pick up
<i>o</i>	= initial
<i>a</i>	= attenuation slope
abs	= absolute
$\beta$	= limit of envelope distortion
<i>c</i>	= conventionally true, count, constant, cut off
<i>C</i>	= capacitance, class
$c \cdot s^{-1}$	= counts per second
<i>D</i>	= overshoot
$\Delta$	= deviation, variation
<i>E, e</i>	= error, exposure
$E_{dyn}$	= dynamic error
$E_{sta}$	= static error
<i>f</i>	= frequency, function
<i>F</i>	= fluctuations amplitude
<i>G</i>	= gain, quantity
<i>H</i>	= hysteresis, humidity
HF	= high frequency
HV	= high voltage supply
<i>i</i>	= internal, any, injected
<i>I</i>	= intensity, current
$I_1$	= output load current
$I_r$	= output read intensity, output current
ind	= indicated
ins	= insulation
<i>k, K</i>	= coefficient
$K_T$	= temperature coefficient
<i>l</i>	= load
<i>L</i>	= linearity
LV	= low voltage supply
<i>m, min</i>	= minimum, mean
<i>M, max.</i>	= maximum
mean, $\bar{m}$	= mean
<i>ml</i>	= mean straight line
<i>n</i>	= number of counts (pulses), number $N = n/t$ , number of decades
<i>N</i>	= nominal, normal rated, output counting rate, input pulse rate

$m, \min$	= minimal, moyen
moy, $\bar{m}$	= moyen
$n$	= nombre de coups (impulsions), nombre $N = n/t$ , nombre de puissances de 10
$N$	= nominal, normal, taux de comptage de sortie, taux d'impulsions d'entrée
$N_c$	= taux d'impulsions conventionnellement vrai
$N_N$	= taux de comptage nominal
$N_r$	= taux de comptage relevé, lu, à la sortie
$p$	= pente d'atténuation
$P$	= probabilité, puissance, pression
$r$	= réponse, relevé, lu
$R$	= résistance
RAZ	= remise à zéro
réj	= réjection
rel	= relatif
$s$	= stabilité, écart type
$S$	= zone, bande
sat	= saturation
stab	= stabilisé
$\sigma$	= écart type, variance
$t$	= temps, tarage (réglage)
$\tau$	= temps de résolution
$T$	= température, temps de comptage, durée
$t(e = t \cdot s)$	= nombre entier lié à la probabilité $P$
$t_e$	= temps d'établissement
$t_{ée}$	= effets du temps d'établissement
$t_r$	= temps de réponse duration
$t_{réc}$	= temps de récupération
$t_{sta}$	= temps de stabilisation
$\theta$	= constante de temps, temps, MTBF
$U$	= tension, tension du réseau
$U_c$	= tension d'entrée conventionnellement vraie
$U_e$	= tension d'essai
$U_r$	= tension de sortie lue (relevée)
$v$	= valeur, variable, indication
$Z$	= impédance, zone
=	= continu (c.c.)
~	= alternatif (c.a., alt., a)
0 V	= zéro volt

$N_c$	= conventionally true pulse rate
$N_N$	= nominal counting rate
$N_r$	= counting rate read at the output
reset	= operated, energize, reset
p.p.	= peak to peak
$P$	= probability, power, pressure
$r$	= response, read
$R$	= resistance
rej	= rejection
rel	= relative
reset	= reset
RTZ, reset	= reset to zero
$s$	= stability, standard deviation
$s$	= total systematic error
$S$	= zone, range
$S$	= starting
S/C	= short circuit
sat	= saturation
stab	= stabilized
$\sigma$	= mean square deviation, variance
$t$	= time, calibration, test
$t(e = t \cdot s)$	= whole number corresponding to a probability $P$
$T$	= temperature, counting time, duration
$t_r$	= response time
$t_{rec}$	= restoration time, recovery time
$t_s$	= settling time
$t_{se}$	= settling time effects
$t_{sta}$	= stabilization time
trig	= trigger, triggering, de-energize
$\tau$	= resolving time
$\theta$	= time constant, time, MTBF
$U$	= voltage, line voltage, mains
$U_c$	= input conventionally true voltage
$U_r$	= output read voltage
$U_t$	= test voltage
$v$	= value, variable, indication
$Z$	= impedance, band
=	= direct (d.c.)
~	= alternating (a.c.)
0 V	= zero volt

## ANNEXE B

### PERTE DE LA RÉPONSE D'UN INTÉGRATEUR POUR UN TAUX D'IMPULSIONS D'ENTRÉE VARIABLE DANS LE TEMPS (figure B1, page 100)

#### a) Changement par un échelon d'entrée (figure B1 a), page 100)

$$\begin{aligned} - \text{ fonction d'entrée: } t_m < 0, N_o &= N_i & (1) \\ \text{écart type d'entrée: } t_m < 0, \sigma_{N_o} &= \sqrt{N_i/2\theta} & (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ fonction d'entrée: } t_m \geq 0, N_{tm} &= N_i + N_s & (3) \\ \text{écart type d'entrée: } t_m \geq 0, \sigma_{N_{tm}} &= \sqrt{(N_i + N_s)/2\theta} & (4) \end{aligned}$$

où:

$N_i$  est le taux de comptage d'entrée

$N_s$  est le taux de comptage échelon

$t_m$  est le moment auquel on fait la mesure

$$- \text{ fonction de sortie: } t_m \geq 0, N_{otm} = N_i + N_s (1 - e^{-t_m/\theta}) \quad (5)$$

$$\text{écart type de sortie: } \sigma_{N_{otm}} = \sigma_{N_o} \sqrt{1 + \frac{N_s}{N_i} (1 - e^{-2t_m/\theta})} \quad (6)$$

- Pour le cas particulier où  $N_i = 0$ , on obtient:

$$\bullet \text{ fonction de sortie: } N_{otm} = N_s (1 - e^{-t_m/\theta}) \quad (7)$$

$$\bullet \text{ écart type de sortie: } \sigma_{N_{otm}} = \sqrt{\frac{N_s}{2\theta} (1 - e^{-2t_m/\theta})} \quad (8)$$

#### b) Changement par une rampe à l'entrée (figure B1 b), page 100)

$$\begin{aligned} - \text{ fonction d'entrée: } t_m < 0, N_o &= N_i \\ \text{écart type d'entrée: } t_m < 0, \sigma_{N_o} &= \sqrt{N_i/2\theta} \\ - \text{ fonction d'entrée: } 0 < t_m \leq t_n, N_{tm} &= N_i + Lt_m \end{aligned} \quad (9)$$

où:

$L$  est l'accélération du comptage

$$- \text{ fonction de sortie: } N_{otm} = N_i + Lt_m \left[ 1 - \frac{\theta}{t_m} (1 - e^{-t_m/\theta}) \right] \quad (10)$$

$$\text{écart type de sortie: } \sigma_{N_{otm}} = \sigma_{N_o} \sqrt{1 + \frac{Lt_m}{N_i} \left[ 1 - \frac{\theta}{2t_m} (1 - e^{-2t_m/\theta}) \right]} \quad (11)$$

## APPENDIX B

LOSSY INTEGRATOR RESPONSE FOR TIME VARIABLE INPUT PULSE RATE  
(Figure B1, page 101)

## a) Step input change (Figure B1 a), page 101)

$$\begin{aligned} - \text{input function: } t_m < 0, N_o &= N_i & (1) \\ \text{input standard deviation: } t_m < 0, \sigma_{N_o} &= \sqrt{N_i/2\theta} & (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{input function: } t_m \geq 0, N_{t_m} &= N_i + N_s & (3) \\ \text{input standard deviation: } t_m \geq 0, \sigma_{N_{t_m}} &= \sqrt{(N_i + N_s)/2\theta} & (4) \end{aligned}$$

where:

$N_i$  is the input counting rate

$N_s$  is the step counting rate

$t_m$  is the time at which the measurement is made

$$- \text{output function: } t_m \geq 0, N_{otm} = N_i + N_s(1 - e^{-t_m/\theta}) \quad (5)$$

$$\text{output standard deviation: } \sigma_{N_{otm}} = \sigma_{N_o} \sqrt{1 + \frac{N_s}{N_i} (1 - e^{-2t_m/\theta})} \quad (6)$$

- For the particular case  $N_i = 0$ , this gives:

$$\bullet \text{ output function: } N_{otm} = N_s(1 - e^{-t_m/\theta}) \quad (7)$$

$$\bullet \text{ output standard deviation: } \sigma_{N_{otm}} = \sqrt{\frac{N_s}{2\theta} (1 - e^{-2t_m/\theta})} \quad (8)$$

## b) Ramp input change (Figure B1 b), page 101)

$$\begin{aligned} - \text{input function: } t_m < 0, N_o &= N_i \\ \text{input standard deviation: } t_m < 0, \sigma_{N_o} &= \sqrt{N_i/2\theta} \\ - \text{input function: } 0 < t_m \leq t_n, N_{t_m} &= N_i + Lt_m & (9) \end{aligned}$$

where:

$L$  is the counting acceleration

$$- \text{output function: } N_{otm} = N_i + Lt_m \left[ 1 - \frac{\theta}{t_m} (1 - e^{-t_m/\theta}) \right] \quad (10)$$

$$\text{output standard deviation: } \sigma_{N_{otm}} = \sigma_{N_o} \sqrt{1 + \frac{Lt_m}{N_i} \left[ 1 - \frac{\theta}{2t_m} (1 - e^{-2t_m/\theta}) \right]} \quad (11)$$

— Pour le cas particulier où  $N_i = 0$ ,  $t_m = t_n$ , on obtient:

● fonction de sortie:  $N_{otn} = Lt_n \left[ 1 - \frac{\theta}{t_n} \left( 1 - e^{-t_n/\theta} \right) \right]$  (12)

● écart type de sortie:  $\sigma_{N_{otm}} = \sqrt{\frac{Lt_n}{2\theta} \left[ 1 - \frac{\theta}{2t_n} \left( 1 - e^{-2t_n/\theta} \right) \right]}$  (13)

— Pour  $t_m > t_n$ :

● fonction de sortie:  $N_{otm} = N_i + Lt_n \left[ 1 - \frac{\theta}{t_n} e^{-(t_m - t_n)/\theta} \left( 1 - e^{-t_m/\theta} \right) \right]$  (14)

● écart type de sortie:  $\sigma_{N_{otm}} = \sigma_{N_o} \sqrt{1 + \frac{Lt_n}{N_i} \left[ 1 - \frac{\theta}{2t_n} e^{-(t_m - t_n)/\theta} \left( 1 - e^{-2t_m/\theta} \right) \right]}$  (15)

c) *Changement par une rampe tronquée* (figure B1 c), page 100)

A  $0 < t_m \leq t_n$ , la fonction de sortie est donnée par l'équation (10) et l'écart type de sortie par l'équation (11).

— Pour  $t_m > t_n$ :

● fonction de sortie:

$$N_{otm} = N_i + Lt_m \left[ 1 - \frac{\theta}{t_m} \left( 1 - e^{-t_m/\theta} \right) \right] + \left\{ N_i - Lt_m \left[ 1 - \frac{\theta}{t_m} \left( 1 - e^{-t_m/\theta} \right) \right] \right\} \times \left[ 1 - e^{-(t_m - t_n)/\theta} \right]$$
 (16)

● écart type de sortie:  $\sigma_{N_{otm}} = \sigma_{N_o} \sqrt{1 + \frac{N_s}{N_i} \left( 1 - e^{-2t_m/\theta} \right)}$  (17)

— For the particular case  $N_i = 0$ ,  $t_m = t_n$ , this gives:

● output function:  $N_{otn} = Lt_n \left[ 1 - \frac{\theta}{t_n} \left( 1 - e^{-t_n/\theta} \right) \right]$  (12)

● output standard deviation:  $\sigma_{Notm} = \sqrt{\frac{Lt_n}{2\theta} \left[ 1 - \frac{\theta}{2t_n} \left( 1 - e^{-2t_n/\theta} \right) \right]}$  (13)

— For  $t_m > t_n$ :

● output function:  $N_{otm} = N_i + Lt_n \left[ 1 - \frac{\theta}{t_n} e^{-(t_m - t_n)/\theta} \left( 1 - e^{-t_m/\theta} \right) \right]$  (14)

● output standard deviation:  $\sigma_{Notm} = \sigma_{No} \sqrt{1 + \frac{Lt_n}{N_i} \left[ 1 - \frac{\theta}{2t_n} e^{-(t_m - t_n)/\theta} \left( 1 - e^{-2t_m/\theta} \right) \right]}$  (15)

c) *Truncated ramp change* (Figure B1 c), page 101)

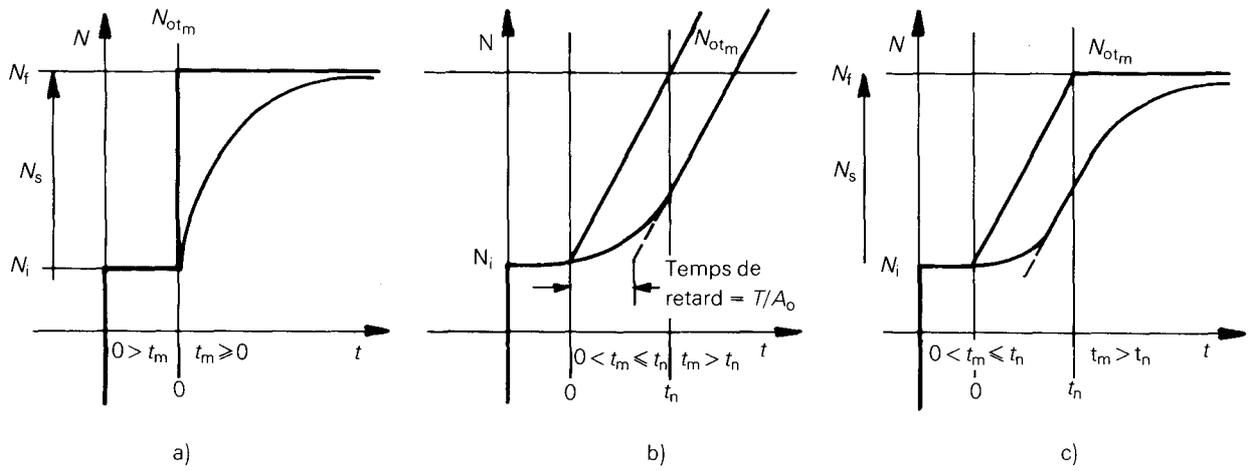
At  $0 < t_m \leq t_n$  the output function is given by equation (10) and the output standard deviation by equation (11).

— For  $t_m > t_n$ :

● output function:

$$N_{otm} = N_i + Lt_m \left[ 1 - \frac{\theta}{t_m} \left( 1 - e^{-t_m/\theta} \right) \right] + \left\{ N_i - Lt_m \left[ 1 - \frac{\theta}{t_m} \left( 1 - e^{-t_m/\theta} \right) \right] \right\} \times \left[ 1 - e^{-(t_m - t_n)/\theta} \right] \quad (16)$$

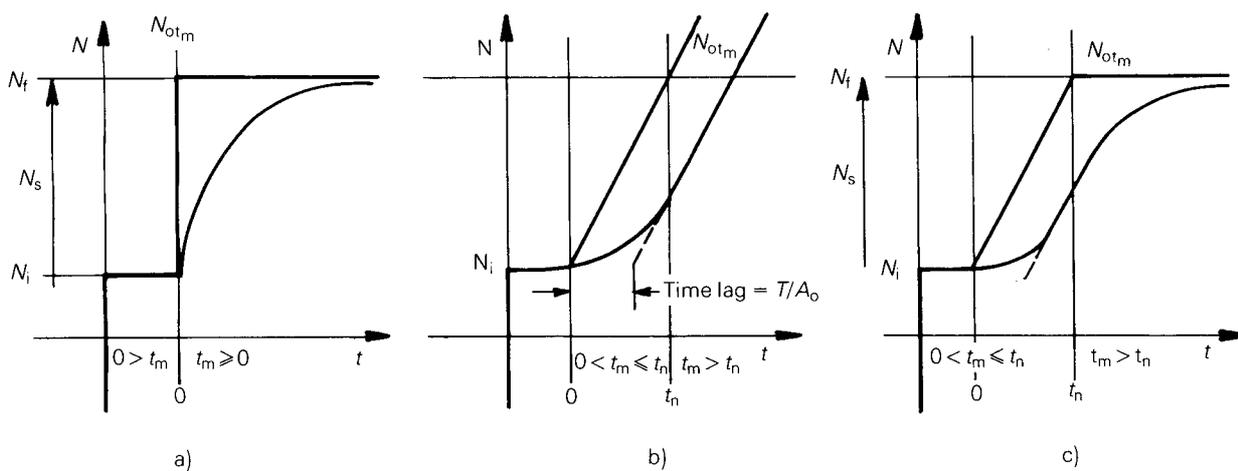
● output standard deviation:  $\sigma_{Notm} = \sigma_{No} \sqrt{1 + \frac{N_s}{N_i} \left( 1 - e^{-2t_m/\theta} \right)}$  (17)



040/85

$T$  est la bande passante en boucle ouverte de l'amplificateur opérationnel utilisé pour l'amplificateur intégrateur.  
 $A_o$  est le gain en boucle ouverte en courant continu de l'amplificateur opérationnel utilisé pour l'amplificateur intégrateur.

FIG. B1. — Exemple de signaux d'entrée et de sortie pour:  
 a) variation d'un échelon du taux d'impulsions d'entrée,  
 b) variation suivant une rampe du taux d'impulsions d'entrée,  
 c) variation suivant une rampe tronquée du taux d'impulsions d'entrée.



040/85

$T$  is the open-loop bandwidth of the op-amp used for integrator amplifier.  
 $A_o$  is the d.c. open-loop gain of op-amp used for integrator amplifier.

FIG. B1. — Example of input and output signals for:  
 a) a step change variation in the input pulse rate,  
 b) a ramp change variation in the input pulse rate,  
 c) a truncated ramp change in the input pulse rate.

## ANNEXE C

## TEMPS DE RÉPONSE

Si le taux d'impulsions d'entrée change de  $N_i$  à  $N_f$  suivant un échelon, le temps de réponse  $t_r$  du signal de sortie, jusqu'à ce qu'il diffère avec une erreur probable de la valeur vraie, peut être déterminé à partir de la relation:

$$N_f - 0,67 \sqrt{N_f/2\theta} = N_i + (N_f - N_i)(1 - e^{-t_r/\theta}) \quad (1)$$

où:

$N_i$  est le taux d'impulsions d'entrée initial à  $t = 0$

$N_f$  est le taux d'impulsions d'entrée final à  $t \rightarrow \infty$

Le temps de réponse résulte de l'équation (1), c'est-à-dire:

$$t_r = \frac{1}{2} \theta \ln \frac{2\theta(N_f - N_i)^2}{0,67^2 N_f} \quad (2)$$

Pour le cas particulier où  $N_i = 0$ , on obtient:

$$t = \theta \left( \frac{1}{2} \ln 2 N_f \theta + 0,394 \right) \quad (3)$$

Si le signal de sortie de l'ictomètre diffère de la valeur de quasi-équilibre avec un écart type, le temps de réponse est donné par la relation:

$$t = \frac{1}{2} \theta \ln \frac{2\theta(N_f - N_i)^2}{N_f} \quad (4)$$

## APPENDIX C

## RESPONSE TIME

If the input pulse rate changes from  $N_i$  to  $N_f$  with a step change, then the response time  $t_r$  of the output signal before this differs with a probable error from the true value, can be determined from the relation:

$$N_f - 0.67 \sqrt{N_f/2\theta} = N_i + (N_f - N_i)(1 - e^{-t_r/\theta}) \quad (1)$$

where:

$N_i$  is the initial input pulse rate at  $t = 0$

$N_f$  is the final input pulse rate at  $t \rightarrow \infty$

The response time results from equation (1), i.e.:

$$t_r = \frac{1}{2} \theta \ln \frac{2\theta(N_f - N_i)^2}{0.67^2 N_f} \quad (2)$$

For the particular case  $N_i = 0$ , this gives:

$$t = \theta \left( \frac{1}{2} \ln 2N_f\theta + 0.394 \right) \quad (3)$$

If the output ratemeter signal differs from the quasi-equilibrium value with a standard deviation, then the response time is given by the relation:

$$t = \frac{1}{2} \theta \ln \frac{2\theta(N_f - N_i)^2}{N_f} \quad (4)$$

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

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

---

**ICS 17.240**

---