

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
359**

Deuxième édition  
Second edition  
1987

---

---

**Expression des qualités de fonctionnement  
des équipements de mesure électriques et  
électroniques**

**Expression of the performance of electrical  
and electronic measuring equipment**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 359: 1987

## 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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## 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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
359**

Deuxième édition  
Second edition  
1987

---

---

**Expression des qualités de fonctionnement  
des équipements de mesure électriques et  
électroniques**

**Expression of the performance of electrical  
and electronic measuring equipment**

© CEI 1987 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**T**

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

## SOMMAIRE

|                        | Pages |
|------------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . .    | 4     |
| PRÉFACE . . . . .      | 4     |
| INTRODUCTION . . . . . | 6     |

### SECTION UN – PRINCIPES GÉNÉRAUX

#### Articles

|  |    |
|--|----|
| 1. Domaine d'application . . . . .                                   | 8  |
| 2. Objet . . . . .   | 8  |
| 3. Grandeurs, valeurs et domaines à spécifier et à mesurer . . . . . | 10 |

### SECTION DEUX – TERMINOLOGIE

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 4. Définitions . . . . . | 10 |
|--------------------------|----|

### SECTION TROIS – PROCÉDURE POUR LE MODE D'EXPRESSION

|   |    |
|---|----|
| 5. Mode d'expression des valeurs et des domaines . . . . .      | 16 |
| 6. Prescriptions pour les normes de produit de la CEI . . . . . | 16 |
| 7. Mode d'expression des limites d'erreur . . . . .             | 18 |
| 8. Choix des grandeurs d'influence . . . . .                    | 20 |

### SECTION QUATRE – PROCÉDURE POUR LES ESSAIS DE CONFORMITÉ

|   |    |
|---|----|
| 9. Règles générales . . . . .   | 20 |
| 10. Mesure de l'erreur intrinsèque et des variations . . . . .                                  | 22 |
| 11. Confirmation de la conformité aux limites d'erreurs spécifiées . . . . .                    | 30 |
| 12. Essais de dommages dus à l'environnement . . . . .  | 30 |
| 13. Prise en compte de l'effet de l'équipement d'essai . . . . .                                | 30 |
| 14. Etat de l'équipement à l'essai . . . . .  | 32 |
| 15. Conditions de fonctionnement de référence . . . . .   | 32 |
| ANNEXE A — Calcul statistique de l'erreur de fonctionnement . . . . .                           | 36 |
| ANNEXE B — Prescriptions d'environnement de la première édition de la Publication 359 . . . . . | 40 |

## CONTENTS

|   | Page |
|---|------|
| FOREWORD .....  | 5    |
| PREFACE .....   | 5    |
| INTRODUCTION .....  | 7    |
| <b>SECTION ONE – GENERAL PRINCIPLES</b>   |      |
| Clause  |      |
| 1. Scope .....  | 9    |
| 2. Object .....   | 9    |
| 3. Quantities, values and ranges to be stated and measured .....                      | 11   |
| <b>SECTION TWO – DEFINITIONS</b>  |      |
| 4. Definitions .....  | 11   |
| <b>SECTION THREE – PROCEDURE FOR SPECIFICATION</b>                                    |      |
| 5. Specification of values and ranges .....   | 17   |
| 6. Requirements for IEC product standards .....                                       | 17   |
| 7. Specification of limits of error .....   | 19   |
| 8. Choice of influence quantities .....   | 21   |
| <b>SECTION FOUR – PROCEDURE FOR COMPLIANCE TESTING</b>                                |      |
| 9. General rules .....  | 21   |
| 10. Measurement of intrinsic error and variations .....                               | 23   |
| 11. Confirmation of compliance with specified limits of error .....                   | 31   |
| 12. Testing for environmental damage .....  | 31   |
| 13. Allowing for effect of test equipment .....                                       | 31   |
| 14. Condition of equipment under test .....   | 33   |
| 15. Reference operating conditions .....  | 33   |
| APPENDIX A – Statistical calculation of operating error .....                         | 37   |
| APPENDIX B – Environmental requirements of the first edition of Publication 359 ..... | 41   |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXPRESSION DES QUALITÉS DE FONCTIONNEMENT DES  
ÉQUIPEMENTS DE MESURE ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES**

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° 66 de la CEI: Instruments, systèmes et accessoires électriques et électroniques d'essai et de mesure.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants.

| Règle des Six Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|
| 66(BC)43           | 66(BC)44        |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n<sup>os</sup>
- 50 (131) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques.
  - 50 (151) (1978): Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
  - 50 (301, 302, 303) (1983): Chapitre 301: Termes généraux concernant les mesures en électricité.  
Chapitre 302: Instruments de mesurage électriques.  
Chapitre 303: Instruments de mesurage électroniques.

Autre publication citée:

- CEE 10 (1964): Spécifications pour les appareils électriques à moteur pour usages domestiques et analogues, Partie 1, Règles générales.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## EXPRESSION OF THE PERFORMANCE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC MEASURING EQUIPMENT

## 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. 66: Electrical and Electronic Test and Measuring Instruments, Systems and Accessories.

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

| Six Months' Rule | Report on Voting |
|------------------|------------------|
| 66(CO)43         | 66(CO)44         |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The following IEC publications are quoted in this standard:

|                   |                            |  |
|-------------------|----------------------------|--|
| Publications Nos. | 50 (131) (1978):           | International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 131: Electric and Magnetic Circuits.  |
|                   | 50 (151) (1978):           | Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices.  |
|                   | 50 (301, 302, 303) (1983): | Chapter 301: General Terms on Measurements in Electricity.<br>Chapter 302: Electrical Measuring Instruments.<br>Chapter 303: Electronic Measuring Instruments. |

Other publication quoted:

CEE 10 (1964): Specification for Electric Motor-operated Appliances for Domestic and Similar Purposes, Part 1, General Specification.

## EXPRESSION DES QUALITÉS DE FONCTIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE MESURE ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES

### INTRODUCTION

#### *Relation avec les méthodes de spécification existantes*

- 1) Il convient que les deux limites d'erreur de la valeur d'une caractéristique fonctionnelle figurant dans une spécification technique ne soient pas dépassées malgré tous les changements spécifiés dans l'environnement, dans la source d'alimentation et dans toute autre caractéristique fonctionnelle, et il convient que ces changements simulent les conditions de fonctionnement probables. C'est ainsi que, connaissant l'erreur générale admissible d'un processus ou d'un système, on peut choisir un instrument ou un système de mesure ayant la précision adéquate.
- 2) Dans le domaine des équipements de mesure électroniques, la première édition de la Publication 359 (1971) de la CEI reconnaissait le concept d'erreur intrinsèque et d'erreurs d'influence. Elle utilisait le système de spécification de l'erreur de fonctionnement. Cette erreur est valable avec la combinaison la moins favorable des valeurs des grandeurs d'influence dans le cadre de leurs domaines, lesquels sont spécifiés avec des groupes de fonctionnement se rapportant à des sévérités d'environnement.  
On a constaté que ce système était utile pour les équipements qui mesurent plusieurs paramètres d'un même phénomène. Toutefois, la détermination de la combinaison la plus défavorable des conditions d'influence et la production de combinaisons de conditions d'essais sont difficiles et peu économiques.
- 3) Dans le domaine des instruments de mesure électriques, la Publication 51 de la CEI (par exemple) reconnaît le concept d'erreur intrinsèque et de variations et utilise le système de spécification de classes de précision. Ces classes concernent les domaines des grandeurs d'influence prescrites dans la Publication 51 de la CEI, mais sans relation avec des environnements particuliers. On a constaté que ce système était utile du point de vue des constructeurs et des utilisateurs, particulièrement pour des raisons économiques.  
Les erreurs intrinsèques sont assez faciles à déterminer et sont utiles pour les essais de réception et les contrôles officiels. Toutefois, elles ne fournissent pas d'information sur une détérioration des caractéristiques fonctionnelles qui peut se produire dans les conditions les moins favorables de fonctionnement effectif. Néanmoins, le système fournit quelques indications sur l'erreur de fonctionnement en déterminant le changement d'erreur (la variation) produit par chaque grandeur d'influence séparément lorsque celle-ci a changé par rapport à la valeur de référence, vers l'une ou l'autre des limites d'un domaine prescrit dans la norme de produit de la CEI couvrant le modèle d'instrument particulier. Toutefois, comme toutes les autres grandeurs d'influence sont maintenues à leur valeur de référence, aucune information n'est déterminée sur les effets de plusieurs grandeurs d'influence s'écartant simultanément de leur valeur de référence.
- 4) Dans le domaine de l'équipement d'analyse, aucun système fixe ne prévaut actuellement. Dans le domaine du matériel de conduite de processus, le concept d'erreur intrinsèque et de variations a été essentiellement adopté. Les grandeurs d'influence autres que celles qui sont reconnues pour les équipements de mesure ont une grande importance.
- 5) Il est impossible qu'un constructeur satisfasse aux exigences contradictoires que peuvent avoir les différentes disciplines de ses différents acheteurs et c'est pourquoi il est devenu indispensable d'introduire un seul concept général d'erreurs qui convienne aux différentes applications dans les domaines étendus de la mesure.

## EXPRESSION OF THE PERFORMANCE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC MEASURING EQUIPMENT

### INTRODUCTION

#### *Relationship to existing methods of specification*

- 1) The two limits of error of the value of a performance characteristic appearing in a technical specification should not be exceeded in spite of all specified changes in the environment, in the supply source, and in any other performance characteristic, and these changes should simulate the probable working conditions. This is so that, knowing the permissible overall error of a process or system, a measuring instrument or system may be chosen having adequate accuracy.
- 2) In the field of electronic measuring equipment, the first edition of IEC Publication 359 (1971) recognized the concept of intrinsic error and influence errors, and used the system of specifying the operating error. This error is valid under the least favourable combination of values of influence quantities within their ranges, which are specified along with operating groups referring to severities of environment.  

This system has been found useful for equipment which measures several parameters of one phenomenon. However, the determination of the most unfavourable combination of influence conditions and the production of combinations of conditions for testing are difficult and uneconomic.
- 3) In the field of electrical measuring instruments, IEC Publication 51, for example, recognizes the concept of intrinsic error and variations, and uses the system of specifying accuracy classes. These classes relate to ranges of influence quantities prescribed in IEC Publication 51, but not in relation to particular environments. This system has been found useful from the viewpoints of both manufacturers and users, particularly for economic reasons.

Intrinsic errors are moderately easy to determine and they are useful for acceptance testing and referee testing; however, they provide no information about any worsening of performance which may take place under the less favourable conditions of actual use. Nonetheless, the system provides some hints about the operating error by determining the change in error (the variation) produced by each influence quantity separately when it is changed from its reference value to one or the other of the limits of a range prescribed in the IEC product standard covering the particular kind of instrument. However, since all the other influence quantities are kept at their reference values, no information is determined about the effect of several influence quantities which simultaneously depart from their reference values.

- 4) In the field of analysing equipment, no fixed system prevails at present. In the field of process control equipment, the concept of intrinsic error and variations is basically adopted. Influence quantities other than those recognized for measuring equipment are of major importance.
- 5) It is impossible for a manufacturer to comply with conflicting requirements which the different disciplines of his various purchasers may have, and so it has become indispensable to introduce a single general concept of errors which is appropriate to the different applications in the extensive fields of measurement.

6) Documents de référence:

a) *Les publications suivantes de la CEI traitent dans le détail de sujets concernant les qualités de fonctionnement et les erreurs:*

- 50: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).
- 51: Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires.
- 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 160 (1963): Conditions atmosphériques normales pour les essais et les mesures.
- 258 (1968): Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires.
- 484 (1974): Appareils de mesure électriques à action indirecte.
- 529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
- 654: Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels.
- 688: Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en grandeurs électriques continues.
- 721-3 (1984): Classification des conditions d'environnement. Troisième partie: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités.

b) *Publications de la CEI traitant des perturbations des réseaux d'alimentation:*

- 555: Perturbations produites dans les réseaux d'alimentation par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues.
- 555-1(1982): Première partie: Définitions.
- 555-2 (1982): Deuxième partie: Harmoniques.
- 555-3 (1982): Troisième partie: Fluctuations de tension.
- 725 (1981): Considérations sur les impédances de référence à utiliser pour la détermination des caractéristiques de perturbation des appareils électrodomestiques et les équipements analogues.
- 816 (1984): Guide sur les méthodes de mesure des transitoires de courte durée sur les lignes de puissance et de contrôle basse tension.

SECTION UN — PRINCIPES GÉNÉRAUX

1. **Domaine d'application**

La présente norme est applicable à la spécification du fonctionnement des types suivants d'équipements et d'instruments électriques et électroniques et aux accessoires utilisés avec eux:

- a) Ceux qui mesurent des grandeurs électriques (instruments indicateurs et enregistreurs).
- b) Ceux qui fournissent des grandeurs électriques mesurées (instruments d'alimentation), tels que générateurs de signaux et certaines alimentations.
- c) Ceux qui mesurent des grandeurs non électriques en utilisant des moyens électriques, à l'exclusion d'instruments tels que capteurs qui fournissent un signal analogique électrique de la grandeur non électrique et à condition qu'il n'existe pas de norme de la CEI concernant l'équipement ou ses parties électriques ou électroniques dont les prescriptions soient en contradiction avec cette norme. L'expression des qualités de fonctionnement couvre seulement les parties électriques ou électroniques.

2. **Objet**

La présente norme indique les méthodes à utiliser pour assurer l'uniformité dans l'expression et dans la mesure des erreurs sur les équipements s'inscrivant dans son domaine d'application. Toutes

## 6) Reference documents:

a) *The following IEC publications dealing in detail with subjects related to performance and errors:*

- 50: International Electrotechnical Vocabulary, (IEV).  
 51: Direct Acting Indicating Analogue Electrical Measuring Instruments and their Accessories.  
 68: Basic Environmental Testing Procedures.  
 160 (1963): Standard Atmospheric Conditions for Test Purposes.  
 258 (1968): Direct Acting Recording Electrical Measuring Instruments and their Accessories.  
 484 (1974): Indirect Acting Electrical Measuring Instruments.  
 529 (1976): Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.  
 654: Operating Conditions for Industrial-process Measurement and Control Equipment.  
 688: Electrical Measuring Transducers for Converting A.C. Electrical Quantities into D.C. Electrical Quantities.  
 721-3 (1984): Classification of Environmental Conditions, Part 3: Classification of Groups of Environmental Parameters and their Severities.

b) *IEC publications dealing with disturbances on supply networks:*

- 555: Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment.  
 555-1 (1982): Part 1: Definitions.  
 555-2 (1982): Part 2: Harmonics.  
 555-3 (1982): Part 3: Voltage fluctuations.  
 725 (1981): Considerations on reference impedances for use in determining the disturbance characteristics of household appliances and similar electrical equipment.  
 816 (1984): Guide on methods of measurement of short duration transients on low voltage power and signal lines.

## SECTION ONE — GENERAL PRINCIPLES

## 1. Scope

This standard applies to the specification of the performance of the following kinds of electrical and electronic equipment and instruments and the accessories used with them:

- a) Those which measure electrical quantities (indicating and recording instruments).
- b) Those which supply measured electrical quantities (supply instruments), such as signal generators and some power supplies.
- c) Those which measure non-electrical quantities using electrical means, excluding any parts, such as transducers, which provide an electrical analogue of the non-electrical quantity; and provided that there exists no IEC product standard relating to the equipment or its electrical or electronic parts which has requirements that contradict this standard. The expression of performance covers only the electrical or electronic part.

## 2. Object

This standard provides methods for ensuring uniformity in the specification and measurement of errors of equipment within its scope. All other necessary requirements have been reserved for

les autres prescriptions nécessaires ont été réservées aux normes de la CEI qui en dépendent, concernant des types d'équipement particuliers s'inscrivant dans le domaine d'application de cette norme.

Par exemple: la sélection des caractéristiques fonctionnelles et de leurs domaines de mesure, des grandeurs d'influence et de leurs domaines de fonctionnement spécifiés est réservée aux normes de la CEI concernant les produits.

### 3. Grandeurs, valeurs et domaines à spécifier et à mesurer

3.1 Dans la spécification technique du constructeur pour l'équipement de mesure, la qualité de fonctionnement est définie par des déclarations sur les limites d'erreur des caractéristiques de fonctionnement.

Un mode d'expression des limites d'erreur fournit un des types suivants d'information:

- a) Limites d'erreur intrinsèque et variations.
- b) Limites d'erreur de fonctionnement, calculées à partir de a) ci-dessus, en utilisant les méthodes de calcul statistiques.
- c) Erreur de cas le plus défavorable, calculée d'après a) ci-dessus.

3.2 Une valeur ou un domaine de référence et un domaine de fonctionnement sont définis pour chaque grandeur d'influence que le constructeur prend en compte. Il est également utile d'exprimer les conditions limites et les conditions de stockage et de transport de chaque grandeur d'influence.

3.3 La détermination des limites d'erreur est fondée sur la mesure des erreurs intrinsèques et des variations, suivie de tous les calculs nécessaires.

3.4 Lorsque les limites de l'erreur de fonctionnement sont spécifiées, la méthode de mesure et de calcul recommandée fournit une probabilité de 95% que l'erreur restera dans les limites pendant le fonctionnement dans les conditions assignées de fonctionnement. Voir l'annexe A.

3.5 La responsabilité du constructeur concerne la correction des erreurs de fonctionnement excessives et des erreurs de cas le plus défavorable. Elles sont calculées à partir des erreurs intrinsèques et des variations qui sont à l'intérieur de leurs limites spécifiées, mais le constructeur n'est pas responsable des avaries ou défauts résultant de ces excès.

## SECTION DEUX — TERMINOLOGIE

### 4. Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre de la présente norme.

4.1 *Valeur vraie* (VEI 301-08-01 et VIM\* 1.18)

Valeur qui caractérise une grandeur parfaitement définie dans les conditions existant lorsque cette grandeur est prise en considération.

*Note.* — La valeur vraie d'une grandeur est un concept idéal et, en général, ne peut pas être connue exactement.

4.2 *Valeur vraie conventionnelle* (VEI 301-08-02 modifiée)

Valeur se rapprochant de la valeur vraie d'une grandeur telle que, pour la fin à laquelle cette valeur est utilisée, la différence entre les deux valeurs peut être négligée.

*Notes 1.* — La valeur vraie conventionnelle d'une grandeur est généralement déterminée au moyen de méthodes et par l'utilisation d'instruments d'une précision appropriée pour chaque cas particulier.

- 2. — Comme la valeur vraie ne peut pas être connue exactement, pour des raisons de simplicité et lorsqu'il n'y a pas d'ambiguïté, le terme «valeur vraie» peut être utilisé lorsqu'on veut parler de la «valeur vraie conventionnelle».

\* Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (1984).

dependent IEC product standards pertaining to particular types of equipment which fall within the scope of this standard.

For example: the selection of performance characteristics and their measuring ranges, and influence quantities and their specified operating ranges, is reserved for IEC product standards.

### 3. Quantities, values and ranges to be stated and measured

#### 3.1 In the manufacturer's technical specification for measuring equipment, the quality of performance is defined by statements on the limits of error of the performance characteristics.

A specification of limits of error provides one of the following kinds of information:

- a) Limits of intrinsic error and variations.
- b) Limits of operating error, calculated from a) above, using statistical methods.
- c) Worst-case error, calculated from a) above.

#### 3.2 A reference value or reference range and an operating range are defined for each influence quantity which the manufacturer takes into account. It is also useful to specify the limiting conditions and storage and transport conditions of each influence quantity.

#### 3.3 Determination of limits of error is based on the measurement of intrinsic errors and variations, followed by any necessary calculations.

#### 3.4 Where limits of operating error are specified, the recommended method of measurement and calculation provides a probability of 95% that the error will remain within the limits during use within the rated operating conditions. See Appendix A.

#### 3.5 The manufacturer's responsibility relates to the correction of excessive operating errors and worst-case errors, which are calculated from intrinsic errors and variations inside their stated limits, but he is not responsible for injury or defects resulting from these excesses.

## SECTION TWO — DEFINITIONS

### 4. Definitions

The following definitions apply for the purposes of this standard.

#### 4.1 *True value* (IEV 301-08-01 and VIM\* 1.18)

The value which characterizes a quantity perfectly defined, in the conditions which exist when that quantity is considered.

*Note.* — The true value of a quantity is an ideal concept and, in general, cannot be known exactly.

#### 4.2 *Conventional true value* (IEV 301-08-02 modified)

A value approximating to the true value of a quantity such that, for the purpose for which that value is used, the difference between the two values can be neglected.

*Notes 1.* — The conventional true value of a quantity is generally determined by means of methods and by the use of instruments of an accuracy suitable for each particular case.

*2.* — Since the true value cannot be known exactly, for the sake of simplicity and where no ambiguity exists, the term "true value" may be used when "conventional true value" is meant.

\* International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (1984).

4.3 *Valeur conventionnelle* (VEI 301-08-03 modifiée)

Valeur clairement exprimée à laquelle on se réfère pour définir l'erreur réduite conventionnelle.

*Note.* — Cette valeur peut être, par exemple, la valeur mesurée, la limite supérieure du domaine de mesure, le domaine d'échelle, une valeur préréglée ou une autre valeur clairement exprimée.

4.4 *Valeur assignée* (VEI 151-04-03 modifiée)

Valeur d'une grandeur assignée par un constructeur pour une condition de fonctionnement spécifiée d'un équipement ou d'un instrument.

4.5 *Domaine*

Domaine entre des limites exprimées en indiquant les valeurs de limites inférieure et supérieure de la grandeur considérée.

*Note.* — Le terme «domaine» est utilisé habituellement avec un modificateur. Il peut s'appliquer à une caractéristique fonctionnelle, à une grandeur d'influence, etc.

4.6 *Qualités de fonctionnement* (VEI 303-08-01)

Caractéristiques définissant l'aptitude d'un appareil à assurer les fonctions voulues.

4.7 *Caractéristique fonctionnelle*

Une des grandeurs (exprimée par des valeurs, tolérances, domaines) assignées à un équipement pour définir son fonctionnement.

*Notes 1.* — Suivant son application, on peut appeler, dans cette norme, une seule et même grandeur «caractéristique fonctionnelle» ou «quantité mesurée ou fournie» et cette grandeur peut également agir comme «grandeur d'influence».

2. — De même, le terme «caractéristique fonctionnelle» englobe les quotients de grandeurs, tels que tension par unité de longueur.

4.8 *Grandeur d'influence* (VIM 2.10 modifiée)

Grandeur qui ne fait pas l'objet du mesurage, mais qui influe sur la valeur de la grandeur mesurée ou sur les indications de l'instrument de mesure.

*Notes 1.* — Une grandeur d'influence peut être extérieure ou intérieure à l'équipement.

2. — Lorsque la valeur d'une caractéristique fonctionnelle change dans son domaine de mesure, elle peut affecter l'erreur due à une autre caractéristique.

3. — La grandeur mesurée ou un de ses paramètres peut lui-même agir comme une grandeur d'influence. Par exemple, pour un voltmètre, la valeur de la tension mesurée peut produire une erreur additionnelle due à la non-linéarité; sa fréquence peut aussi produire une erreur additionnelle.

4.9 *Conditions de référence* (VEI 301-08-10 modifiée)

Ensemble approprié de grandeurs d'influence et de caractéristiques de fonctionnement, avec valeurs de référence, leurs tolérances et les domaines de référence pour lesquels l'erreur intrinsèque est exprimée.

4.10 *Valeur de référence* (VEI 302-08-01 modifiée)

Valeur spécifiée pour l'une des conditions d'un ensemble de conditions de référence.

*Note.* — Une tolérance est exprimée pour une valeur de référence.

4.11 *Domaine de référence* (VEI 302-08-02 modifiée)

Domaine spécifié des valeurs de l'une des conditions de référence.

**4.3 Fiducial value** (IEV 301-08-03 modified)

A clearly specified value to which reference is made in order to define the fiducial error.

*Note.* — This value can be, for example, the measured value, the upper limit of the measuring range, the scale range, a preset value or another clearly stated value.

**4.4 Rated value** (IEV 151-04-03 modified)

A quantity value assigned by a manufacturer for a specified operating condition of the equipment or instrument.

**4.5 Range**

Domain between limits expressed by stating the values of the lower and upper limits of the quantity under consideration.

*Note.* — The term “range” is usually used with a modifier. It may apply to a performance characteristic, to an influence quantity, etc.

**4.6 Performance** (IEV 303-08-01)

The degree to which the intended functions of an instrument are accomplished.

**4.7 Performance characteristic**

One of the quantities (described by values, tolerances, ranges) assigned to an equipment in order to define its performance.

*Notes 1.* — Depending on its application, one and the same quantity may be referred to in this standard as a “performance characteristic” and as a “measured or supplied quantity”, and also may act as an “influence quantity”.

2. — In addition, the term “performance characteristic” includes quotients of quantities, such as voltage per unit of length.

**4.8 Influence quantity** (VIM 2.10 modified)

A quantity which is not the subject of the measurement but which influences the value of the measured quantity or the indication of the measuring equipment.

*Notes 1.* — An influence quantity may be external or internal with reference to the equipment.

2. — When the value of one performance characteristic changes within its measuring range, it may affect the error due to another.

3. — The measured quantity or a parameter of it may itself act as an influence quantity. For example, for a voltmeter, the value of the measured voltage may produce an additional error due to non-linearity or its frequency may also cause an additional error.

**4.9 Reference conditions** (IEV 301-08-10 modified)

The appropriate set of influence quantities and performance characteristics, with reference values with their tolerances and reference ranges, with respect to which the intrinsic error is specified.

**4.10 Reference value** (IEV 302-08-01 modified)

A specified value of one of a set of reference conditions.

*Note.* — A tolerance is specified for a reference value.

**4.11 Reference range** (IEV 302-08-02 modified)

A specified range of values of one of a set of reference conditions.

4.12 *Conditions assignées de fonctionnement*

Ensemble des domaines de mesure spécifiés pour les caractéristiques fonctionnelles et des domaines de fonctionnement spécifiés pour les grandeurs d'influence, à l'intérieur desquels les variations ou les erreurs de fonctionnement d'un instrument sont exprimées et déterminées.

4.13 *Domaine de fonctionnement spécifié*

Domaine de valeurs d'une seule grandeur d'influence faisant partie des conditions de fonctionnement assignées.

*Note.* — Le domaine de fonctionnement est un concept similaire au «domaine nominal» d'utilisation (VEI 302-08-04) et au «domaine nominal de fonctionnement» (Publication 359 (1971), paragraphe 2.6.2).

4.14 *Domaine de mesure spécifié* (VIM 5.04 modifiée)

Ensemble des valeurs d'une grandeur à mesurer pour lesquelles l'erreur d'un instrument de mesure est supposée maintenue entre des limites spécifiées.

*Notes 1.* — Un instrument peut avoir plusieurs domaines de mesures spécifiés.

2. — Le domaine de mesure spécifié peut être plus petit que le domaine des valeurs indiquées.

3. — Ce terme était connu comme «étendue de mesure».

4.15 *Conditions limites* (VIM 5.06 modifiée)

Conditions extrêmes qu'un instrument de mesure en service peut supporter sans dommage et sans dégradation de ses caractéristiques métrologiques lorsqu'il est ensuite utilisé dans ses conditions assignées de fonctionnement.

4.16 *Conditions de stockage et de transport*

Conditions extrêmes qu'un instrument de mesure hors service peut supporter sans dommage et sans dégradation de ses caractéristiques métrologiques lorsqu'il est ensuite utilisé dans ses conditions assignées de fonctionnement.

4.17 *Erreur (absolue) (d'un instrument de mesure)*

Indication d'un instrument de mesure moins la valeur vraie (conventionnelle), de la grandeur mesurée.

*Note.* — Pour une grandeur fournie, l'indication est sa valeur nominale ou sa valeur marquée.

4.18 *Erreur relative* (VEI 301-08-07 modifiée)

Rapport entre l'erreur (exprimé dans les unités de la grandeur mesurée ou fournie) et la valeur vraie conventionnelle.

4.19 *Erreur réduite conventionnelle*

Erreur d'un instrument de mesure divisée par la valeur conventionnelle spécifiée pour l'instrument.

4.20 *Erreur intrinsèque* (VEI 301-08-11 modifiée)

Erreur d'un instrument de mesure ou d'un instrument d'alimentation lorsque celui-ci est utilisé dans les conditions de référence.

*Note.* — L'erreur causée par le frottement fait partie de l'erreur intrinsèque.

#### 4.12 *Rated operating conditions*

A set of specified measuring ranges for performance characteristics and specified operating ranges for influence quantities, within which the variations or operating errors of an instrument are specified and determined.

#### 4.13 *Specified operating range*

A range of values of a single influence quantity which forms a part of the rated operating conditions.

*Note.* — The operating range is a concept similar to the “nominal range” of use (IEV 302-08-04) “and rated range of use” (Publication 359 (1971), Sub-clause 2.6.2).

#### 4.14 *Specified measuring range* (VIM 5.04 modified)

The set of values of a measured quantity for which the error of a measuring instrument is intended to lie within specified limits.

*Notes 1.* — An instrument can have several specified measuring ranges.

2. — The specified measuring range may be smaller than the range of values indicated.

3. — This term used to be known as “effective range”.

#### 4.15 *Limiting conditions* (VIM 5.06 modified)

The extreme conditions which an operating measuring instrument can withstand without damage and without degradation of its metrological characteristics when it is subsequently operated under its rated operating conditions.

#### 4.16 *Storage and transport conditions*

The extreme conditions which a non-operating measuring instrument can withstand without damage and without degradation of its metrological characteristics when it is subsequently operated under its rated operating conditions.

#### 4.17 *(Absolute) error (of a measuring instrument)*

The indication of a measuring instrument minus the (conventional) true value of the measured quantity.

*Note.* — For a supplied quantity, the indication is its nominal or marked value.

#### 4.18 *Relative error* (IEV 301-08-07 modified)

The ratio of the error (expressed in the units of the measured or supplied quantity) to the conventional true value.

#### 4.19 *Fiducial error*

The error of a measuring instrument divided by the fiducial value specified for the instrument.

#### 4.20 *Intrinsic error* (IEV 301-08-11 modified)

The error of a measuring instrument or supply instrument when used under reference conditions.

*Note.* — Error caused by friction is a part of the intrinsic error.

4.21 *Variation* (VEI 302-08-03 modifiée)

Différence entre les valeurs indiquées pour la même valeur de la grandeur mesurée d'un instrument indicateur ou enregistreur, ou les valeurs vraies (conventionnelles) d'un instrument d'alimentation, lorsqu'une seule grandeur d'influence prend successivement deux valeurs différentes.

4.22 *Erreur de fonctionnement*

Erreur d'une caractéristique fonctionnelle obtenue à n'importe quel point dans les conditions de fonctionnement spécifiées.

*Note.* — L'erreur de fonctionnement aura une valeur extrême (quel que soit le signe) à une combinaison de valeurs des grandeurs d'influence à l'intérieur de leurs domaines de fonctionnement.

4.23 *Limites d'erreur*

Valeurs extrêmes (positive et négative) d'erreur, assignées par le constructeur à un équipement fonctionnant dans les conditions spécifiées.

SECTION TROIS — PROCÉDURE POUR LE MODE D'EXPRESSION

5. **Mode d'expression des valeurs et des domaines**

5.1 Le constructeur doit spécifier des valeurs assignées ou des domaines de mesure spécifiés pour toutes les grandeurs qu'il considère comme des caractéristiques fonctionnelles applicables à l'équipement particulier.

5.2 Le constructeur doit spécifier une valeur de référence ou un domaine de référence et/ou un domaine de fonctionnement spécifiés pour chaque grandeur d'influence qu'il prend en compte en spécifiant les limites de l'erreur des caractéristiques fonctionnelles. Le domaine de fonctionnement spécifié doit inclure la totalité du domaine de référence et le dépasse habituellement au moins dans un sens.

Si une caractéristique fonctionnelle agit comme une grandeur d'influence, son domaine de mesure est son domaine de fonctionnement spécifié.

Si une caractéristique fonctionnelle apparaît comme une grandeur d'influence, sa valeur de référence ou son domaine de référence doit également être spécifié sauf s'il est identique à son domaine de mesure spécifié.

Pour toute grandeur d'influence non spécifiée, sa valeur de référence ou son domaine de référence sont considérés comme étant son domaine de fonctionnement spécifié.

L'article 15 fournit des informations sur les valeurs de référence et sur les domaines de référence pour certaines grandeurs d'influence communes, destinées à être utilisées dans les essais de conformité. L'inclusion de ces valeurs ou domaines dans une spécification technique n'est pas obligatoire.

*Note.* — Une variation peut dépasser sa limite spécifiée si les conditions dans lesquelles l'instrument est utilisé englobent plus d'une grandeur d'influence spécifiée se trouvant en dehors des valeurs ou des domaines de référence.

5.3 Il convient que le constructeur spécifie les conditions limites, ainsi que les conditions de stockage et de transport pour chaque grandeur d'influence exprimée. Si aucun domaine n'est exprimé, les conditions assignées de fonctionnement sont considérées comme étant les conditions limites de fonctionnement qui comprennent les conditions de stockage et de transport.

6. **Prescriptions pour les normes de produit de la CEI**

6.1 Les auteurs de normes de produit de la CEI couvrant toutes sortes d'équipements tombant dans le cadre de la présente norme doivent observer les règles prescrites ici et en particulier les points suivants:

#### 4.21 *Variation* (IEV 302-08-03 modified)

The difference between the indicated values for the same value of the measured quantity of an indicating or recording instrument, or the (conventional) true values of a supply instrument, when a single influence quantity assumes successively two different values.

#### 4.22 *Operating error*

The error of a performance characteristic which is obtained at any point within the rated operating conditions.

*Note.* — The operating error will have an extreme value (without regard to sign) at some combination of values of influence quantities within their operating ranges.

#### 4.23 *Limits of error*

The two extreme values (positive and negative) of error assigned by the manufacturer to equipment operating under specified conditions.

### SECTION THREE — PROCEDURE FOR SPECIFICATION

#### 5. **Specification of values and ranges**

5.1 The manufacturer shall state rated values or specified measuring ranges for all quantities which he considers to be performance characteristics applicable to the particular equipment.

5.2 The manufacturer shall state a reference value or a reference range and/or a specified operating range for each influence quantity which he takes into account when specifying limits of error of performance characteristics. The specified operating range shall include the whole of the reference range and usually exceeds it in at least one direction.

If any performance characteristic acts as an influence quantity, its measuring range is its specified operating range.

If any performance characteristic appears as an influence quantity, its reference value or reference range shall also be stated unless this is the same as its specified measuring range.

For any influence quantity not specified, its reference value or reference range is considered to be its specified operating range.

Clause 15 provides information on reference values and reference ranges for some common influence quantities for use in compliance testing. The inclusion of these values or ranges in a technical specification is not mandatory.

*Note.* — A variation may exceed its specified limit if the conditions under which the instrument is used include more than one stated influence quantity lying outside their reference values or ranges.

5.3 The manufacturer should specify limiting conditions and storage and transport conditions for each specified influence quantity. If no ranges are specified, the rated operating conditions are considered to be the limiting conditions and to include the storage and transport conditions.

#### 6. **Requirements for IEC product standards**

6.1 Authors of IEC product standards covering all kinds of equipment falling within the scope of this standard shall observe the rules laid down herein, and especially the following points:

- 6.2 Une norme de produit de la CEI doit prescrire que les spécifications particulières comprennent les caractéristiques fonctionnelles correspondantes et les grandeurs d'influence, de même que le type d'information (voir article 11) utilisés dans l'expression des limites d'erreur. Elle doit également inclure les conditions limites et les conditions de stockage et de transport.
- 6.3 Une norme de produit de la CEI ne doit pas être en contradiction avec l'une quelconque des prescriptions de cette norme.

## 7. Mode d'expression des limites d'erreur

- 7.1 S'il y a une norme de produit de la CEI concernant l'équipement, les limites des erreurs des caractéristiques fonctionnelles doivent être exprimées conformément à celle-ci.
- 7.2 Pour tous les autres équipements, le mode d'expression des limites d'erreur peut donner un ou plusieurs types d'informations. Celles-ci sont décrites comme types A, B et C aux paragraphes 7.3 à 7.5.

### 7.3 Limites de l'erreur intrinsèque et variations (type A)

Les limites de l'erreur intrinsèque sont spécifiées par rapport aux conditions de référence et les limites des variations sont spécifiées par rapport aux conditions assignées de fonctionnement.

Cette méthode est habituellement réalisée en assignant une classe de précision à un équipement, ce qui rend les limites implicites dans la spécification.

### 7.4 Limites de l'erreur de fonctionnement (type B)

Les limites de l'erreur de fonctionnement sont spécifiées par rapport aux conditions assignées de fonctionnement. Elles sont fondées sur les limites spécifiées de l'erreur intrinsèque et des variations, suivant le type A ci-dessus. Elles sont calculées de façon à fournir une probabilité spécifiée que l'erreur reste dans les limites spécifiées.

L'annexe A donne les formules recommandées pour le calcul, qui fournissent une valeur de 95% pour cette probabilité. Si aucune de ces formules n'est utilisée, le constructeur doit décrire la méthode qu'il utilise et indiquer la valeur de cette probabilité.

Si le calcul donne une valeur plus pessimiste que l'erreur du cas le plus défavorable du paragraphe 7.5, on choisira alors l'erreur du cas le plus défavorable comme erreur de fonctionnement. Cela peut se produire si l'erreur intrinsèque ou une seule variation est la cause principale du résultat.

### 7.5 Erreur du cas le plus défavorable (type C)

L'erreur du cas le plus défavorable est exprimée par rapport aux conditions assignées de fonctionnement et est fondée sur les limites de l'erreur intrinsèque et des variations suivant le type A ci-dessus.

Pour calculer l'erreur du cas le plus défavorable, on ajoute arithmétiquement les modules des valeurs limites les plus défavorables de l'erreur intrinsèque et des variations.

Le résultat de ce mode d'expression de l'erreur du cas le plus défavorable ne dépend pas des règles de la statistique. Pour presque toutes les conditions, il ne s'agit pas de l'erreur effective et cette erreur est susceptible d'être trop pessimiste.

- 7.6 Lorsque l'erreur de fonctionnement ou l'erreur du cas le plus défavorable sont spécifiées, l'erreur intrinsèque et les limites de variations peuvent être également spécifiées.

*Note.* — Lorsque l'erreur intrinsèque et les limites de variation ne sont pas données, le constructeur devra les fournir sur demande.

- 7.7 Plusieurs limites d'erreur de fonctionnement pour une caractéristique fonctionnelle peuvent être spécifiées par rapport à plusieurs ensembles spécifiés de conditions assignées de fonctionnement.

- 6.2 An IEC product standard shall call for particular specifications to include the relevant performance characteristics and influence quantities, as well as the type of information (see Clause 11) used in specifying limits of error. It should also include the limiting conditions and the storage and transport conditions.
- 6.3 An IEC product standard shall not contradict any requirements of this standard.

## 7. Specification of limits of error

- 7.1 If there is an IEC product standard which relates to the equipment, limits of errors of performance characteristics shall be specified in accordance with it.
- 7.2 For all other equipment, the specification of limits of error may give one of several types of information. These are described as Types A, B and C in Sub-clauses 7.3 to 7.5.

### 7.3 *Limits of intrinsic error and variations (Type A)*

Limits of intrinsic error are specified with respect to reference conditions and limits of variations are specified with respect to rated operating conditions.

This method is usually realized by assigning an accuracy class to equipment whereby the limits are implicit in the classification.

### 7.4 *Limits of operating error (Type B)*

Limits of operating error are specified with respect to rated operating conditions. The limits are based on the stated limits of intrinsic error and variations, according to Type A above. They are calculated so as to provide a stated probability that the error will remain within specified limits.

Appendix A gives recommended calculation formulae which provide a value of 95% for this probability. If none of these formulae is used, then the manufacturer shall describe the method he uses, and state the value of this probability.

If this calculation results in a more pessimistic value than the worst-case error of Sub-clause 7.5, then the worst-case error is chosen as the operating error. This may occur if the intrinsic error or one single variation is the chief cause of the result.

### 7.5 *Worst-case error (Type C)*

The worst-case error is specified with respect to the rated operating conditions, and based on the limits of intrinsic error and variations according to Type A above.

To calculate the worst-case error, the moduli of the most unfavourable limit values of the intrinsic error and variations are added up arithmetically.

The result of this statement of worst-case error does not depend upon the rules of statistics. For nearly all conditions it does not represent the actual error and it is likely to be too pessimistic.

- 7.6 Where operating error or worst-case error are stated, intrinsic error and limits of variations may also be stated.

*Note.* — When the intrinsic error and limits of variation are not stated, the manufacturer should provide them on request.

- 7.7 Several limits of operating error for one performance characteristic may be stated with respect to several stated sets of rated operating conditions.

- 7.8 Les erreurs peuvent être exprimées soit en termes absolus, soit en termes relatifs. Dans certains cas, une partie d'une erreur est exprimée sous forme d'erreur relative, tandis que l'autre partie de cette erreur est une valeur absolue, par exemple  $\pm(2\%+20 \text{ mV})$ . Dans ce cas, le calcul d'une erreur de fonctionnement, suivant le paragraphe 7.4, et le calcul d'une erreur du cas le plus défavorable, suivant le paragraphe 7.5, sont effectués séparément pour les parties relatives et pour les parties absolues de l'erreur intrinsèque et des variations.
- 7.9 La valeur à laquelle se rapporte une erreur relative ou une erreur conventionnelle doit être clairement spécifiée. Cette même valeur doit être utilisée lorsque plus d'une limite d'erreur est spécifiée pour une caractéristique fonctionnelle déterminée.

## 8. Choix des grandeurs d'influence

Plus la limite d'erreur est petite, plus il est important d'apporter du soin dans le choix des grandeurs d'influence à spécifier. A titre d'exemple, cet article décrit les différents types de grandeurs d'influence.

- 8.1 Les grandeurs d'influence peuvent se trouver à l'extérieur ou à l'intérieur de l'équipement de mesure. Celles qui se trouvent à l'extérieur de l'équipement sont des caractéristiques de l'environnement, de l'alimentation ou de la durée.

*Exemples:* température, tension d'alimentation, temps écoulé depuis le moment de l'application de la puissance.

- 8.2 Les grandeurs d'influence qui se trouvent à l'intérieur de l'équipement sont de plusieurs types:

- a) Les paramètres de signaux agissent comme grandeurs d'influence.

*Exemple:* Le paramètre de signal «fréquence» exerce une influence sur la caractéristique fonctionnelle «tension indiquée» d'un voltmètre.

- b) Les autres caractéristiques fonctionnelles, en dehors de celles dont l'erreur est recherchée, agissent comme grandeurs d'influence.

*Exemples:* Les caractéristiques fonctionnelles «temps d'intégration, valeur efficace, valeur moyenne, valeur de crête» d'un voltmètre exercent une influence sur la caractéristique fonctionnelle applicable «tension indiquée». De même, la puissance de sortie d'un générateur de signaux exerce une influence sur la caractéristique fonctionnelle «fréquence».

- c) La caractéristique fonctionnelle dont on recherche l'erreur peut elle-même être une grandeur d'influence. Cet effet est causé par la non-linéarité à l'extérieur du domaine de référence, mais à l'intérieur du domaine de mesure.

*Exemple:* Le domaine de mesure d'un multimètre numérique est de 1 mV à 1 000 V. Sa valeur de référence est indiquée comme étant de 1 V. La caractéristique fonctionnelle «tension indiquée» agit comme sa propre grandeur d'influence dans le domaine de mesure.

## SECTION QUATRE — PROCÉDURE POUR LES ESSAIS DE CONFORMITÉ

### 9. Règles générales

Les essais de conformité consistent à déterminer les erreurs intrinsèques et les variations, et sont suivis de la confirmation qu'un instrument présentant ces erreurs est conforme aux limites d'erreur spécifiées. Lorsqu'elles sont applicables, les méthodes d'essai de la Publication 68 de la CEI doivent être utilisées.

Seules les valeurs avec des limites spécifiées peuvent être considérées comme étant sujettes à des essais. Les valeurs sans limites sont données à titre d'information et ne sont sujettes qu'à une simple vérification.

Si des limites sont spécifiées, les essais de conformité doivent être exécutés dans les conditions indiquées dans cette section.

- 7.8 Errors may be specified either in absolute terms or in relative terms. In some cases, one part of an error is expressed as a relative error whilst the other part of it is an absolute value, for instance  $\pm(2\%+20\text{ mV})$ . In this case, the calculation of an operating error according to Sub-clause 7.4 and the calculation of a worst-case error according to Sub-clause 7.5 is done separately for the relative parts and for the absolute parts of the intrinsic error and variations.
- 7.9 The value to which a relative error or fiducial error is referred shall be clearly stated. That same value shall be used when more than one limit of error is specified for a particular performance characteristic.

#### 8. Choice of influence quantities

The smaller the limit of error, the more important it is to take care in choosing the influence quantities to be specified. For guidance, this sub-clause describes the various kinds of influence quantities.

- 8.1 Influence quantities may lie outside or inside the measuring equipment. Those which lie outside the equipment are characteristics of the environment, the power supply or time.

*Examples:* Temperature, supply voltage, time elapsed since application of power.

- 8.2 Influence quantities which lie inside the equipment are of several kinds.

- a) Signal parameters act as influence quantities.

*Example:* The signal parameter "frequency" influences the performance characteristic "indicated voltage" of a voltmeter.

- b) Other performance characteristics besides the one whose error is sought act as influence quantities.

*Examples:* The performance characteristics "integrating time, r.m.s. value, mean value, peak value" of a voltmeter influence the relevant performance characteristic "indicated voltage". Also, the output power of a signal generator influences the performance characteristic "frequency".

- c) The performance characteristic whose error is sought may itself be an influence quantity. This effect is caused by non-linearity outside the reference range but inside the measuring range.

*Example:* The voltage measuring range of a digital multimeter is 1 mV to 1 000 V. Its reference value is stated as 1 V. The performance characteristic "indicated voltage" acts as its own influence quantity in the measuring range.

### SECTION FOUR — PROCEDURE FOR COMPLIANCE TESTING

#### 9. General rules

Compliance testing consists of determining intrinsic errors and variations, followed by confirming that an instrument having these errors complies with the specified limits of error. Where relevant, the test methods of IEC Publication 68 shall be used.

Only values with specified limits can be considered subject to testing. Values without limits are for information, and are subject to simple checking only.

If limits are specified, compliance tests shall be carried out under the conditions indicated in this section.

## 10. Mesure de l'erreur intrinsèque et des variations

10.1 L'erreur intrinsèque de chaque caractéristique fonctionnelle spécifiée doit être mesurée dans les conditions de référence. Voir l'article 15.

10.2 Les limites des variations de chaque caractéristique fonctionnelle spécifiée doivent être mesurées. On mesure une variation d'une caractéristique fonctionnelle lorsqu'une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs différentes à l'intérieur de son domaine de fonctionnement, comme ci-dessous:

a) Lorsqu'on mesure la variation due à une grandeur d'influence ayant une valeur de référence, on détermine tout d'abord l'erreur à la valeur de référence de la grandeur d'influence.

Ensuite, on détermine la plus grande erreur à tous les points (au-dessus et au-dessous de la valeur de référence) dans le domaine de fonctionnement. La variation est la plus grande des différences sans tenir compte des signes entre l'erreur à la valeur de référence et toute autre erreur dans le domaine de fonctionnement.

b) Lorsqu'on mesure la variation due à une grandeur d'influence ayant un domaine de référence, on détermine tout d'abord l'erreur aux deux limites du domaine de référence.

On détermine ensuite l'erreur à tous les points (au-dessus et au-dessous du domaine de référence) dans le domaine de fonctionnement.

On détermine la plus grande différence sans tenir compte des signes entre l'erreur à une limite du domaine de référence et toute autre erreur dans la partie voisine du domaine de fonctionnement spécifié. On répète la détermination pour la partie du domaine de fonctionnement spécifié voisine de l'autre limite du domaine de référence. On prend la variation comme étant la plus grande des deux différences, sans tenir compte des signes, ainsi déterminées. Voir les schémas 1 et 2 du tableau I.

Lorsqu'une caractéristique fonctionnelle agit comme une grandeur d'influence, on prend la variation par rapport au domaine de mesure spécifié. Voir les schémas 3 et 4 du tableau I.

c) Toutes les grandeurs d'influence autres que celle qui est essayée sont localisées dans leurs conditions de référence et sont constantes. La caractéristique fonctionnelle est localisée dans son domaine de mesure et on ne la fait pas varier intentionnellement.

d) Pour les variations, le tableau II résume le type simple et plusieurs types complexes, ainsi que les conditions de leur mesure.

10.3 En utilisant les symboles de l'annexe A, il est habituel de négliger toute variation qui suit les conditions suivantes:

$$\bar{T}_i = 0; \quad |T_u - T_l| \leq 0,2 |E_u - E_l|$$

10.4 Les erreurs intrinsèques et les variations sont valables dans des conditions de régime permanent.

*Note.* — Le terme « régime permanent » s'applique aux autres conditions après un changement subit d'une grandeur.

10.5 Les erreurs intrinsèques et les variations doivent normalement être statistiquement indépendantes. Il peut être risqué de supposer que les effets des grandeurs d'influence sont indépendants si les contraintes introduites par deux de celles-ci s'ajoutent, sauf si leurs effets sont faibles. Si les variations sont comparables avec l'erreur intrinsèque, il peut être utile de faire des essais combinés avec les deux grandeurs à chacune de leurs valeurs limites (voir annexe A).

## 10. Measurement of intrinsic error and variations

10.1 The intrinsic error of each specified performance characteristic shall be measured under reference conditions. See Clause 15.

10.2 The limits of the variations of each specified performance characteristic shall be measured. A variation of a performance characteristic is measured when an influence quantity assumes successively two different values within its operating range, as below:

a) When measuring the variation due to an influence quantity having a reference value, the error is first determined at the reference value of the influence quantity.

The largest error at any point within the operating range (above or below the reference value) is then determined. The variation is the greatest of the differences (without regard to sign) between the error at the reference value and any other error within the operating range.

b) When measuring the variation due to an influence quantity having a reference range, the error is first determined at both limits of the reference range.

The error is then determined at all points (above and below the reference range) within the operating range.

The greatest difference (without regard to sign) between the error at one limit of the reference range and any other error within the adjacent part of the specified operating range is determined. The determination is repeated for that part of the specified operating range adjacent to the other limit of the reference range. The variation is taken as the greater of the two differences (without regard to sign) so determined. See diagrams 1 and 2 of Table I.

Where a performance characteristic acts as an influence quantity, the variation is taken with respect to the specified measuring range. See diagrams 3 and 4 of Table I.

c) All influence quantities other than the one being tested are located within their reference conditions and are constant. The performance characteristic is located within its measuring range and is not intentionally varied.

d) For variations, Table II summarizes the simple type and several complex types, and the conditions for measuring them.

10.3 Using the symbols of Appendix A, it is usual to neglect any variations which follow the conditions:

$$\bar{T}_i = 0; \quad |T_u - T_l| \leq 0.2 |E_u - E_l|$$

10.4 Intrinsic errors and variations are valid under steady-state conditions.

*Note.* — The term "steady state" applies to balance conditions after a sudden change of a quantity.

10.5 Intrinsic errors and variations ought to be statistically independent. It may be risky to assume that the effects of influence quantities are independent if the stresses induced by two of them add together, unless the effects are small. If the variations are comparable with the intrinsic error, it may be useful to make combined tests with both quantities at each of their limit values (see Appendix A).

TABLEAU I

Valeurs et domaines pour la mesure des variations

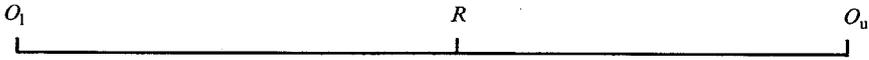
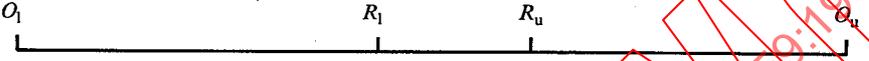
|   |
|---|
| <p>Schéma 1: Lorsque la grandeur d'influence a une valeur de référence</p>  <p> <math>O_1</math> = limite inférieure du domaine de fonctionnement spécifié<br/> <math>O_u</math> = limite supérieure du domaine de fonctionnement spécifié<br/> <math>R</math> = valeur de référence, point de la première mesure                 </p>  |
| <p>Schéma 2: Lorsque la grandeur d'influence a un domaine de référence</p>  <p> <math>O_1</math> = limite inférieure du domaine de fonctionnement spécifié<br/> <math>O_u</math> = limite supérieure du domaine de fonctionnement spécifié<br/> <math>R_1</math> = limite inférieure du domaine de référence, point de la première mesure pour déterminer la variation dans le domaine <math>O_1 - R_1</math><br/> <math>R_u</math> = limite supérieure du domaine de référence, point de la première mesure pour déterminer la variation dans le domaine <math>O_u - R_u</math> </p> |
| <p>Schéma 3: Lorsque la caractéristique fonctionnelle a une valeur de référence</p>  <p> <math>M_1</math> = limite inférieure du domaine de mesure spécifié<br/> <math>M_u</math> = limite supérieure du domaine de mesure spécifié<br/> <math>R</math> = valeur de référence, point de la première mesure                 </p>   |
| <p>Schéma 4: Lorsque la caractéristique fonctionnelle a un domaine de référence</p>  <p> <math>M_1</math> = limite inférieure du domaine de mesure spécifié<br/> <math>M_u</math> = limite supérieure du domaine de mesure spécifié<br/> <math>R_1</math> = limite inférieure du domaine de référence, point de la première mesure pour déterminer la variation dans le domaine <math>M_1 - R_1</math><br/> <math>R_u</math> = limite supérieure du domaine de référence, point de la première mesure pour déterminer la variation dans le domaine <math>M_u - R_u</math> </p>      |

TABLE I  
Values and ranges for measurement of variations

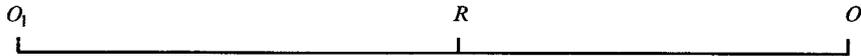
|   |
|---|
| <p>Diagram 1: Where the influence quantity has a reference value</p>  <p> <math>O_l</math> = lower limit of the specified operating range<br/> <math>O_u</math> = upper limit of the specified operating range<br/> <math>R</math> = reference value, point of the first measurement         </p>   |
| <p>Diagram 2: Where the influence quantity has a reference range</p>  <p> <math>O_l</math> = lower limit of the specified operating range<br/> <math>O_u</math> = upper limit of the specified operating range<br/> <math>R_l</math> = lower limit of the reference range, point of first measurement to determine variation in the range<br/> <math>O_l - R_l</math><br/> <math>R_u</math> = upper limit of the reference range, point of first measurement to determine variation in the range<br/> <math>O_u - R_u</math> </p>           |
| <p>Diagram 3: Where the performance characteristic has a reference value</p>  <p> <math>M_l</math> = lower limit of the specified measuring range<br/> <math>M_u</math> = upper limit of the specified measuring range<br/> <math>R</math> = reference value, point of the first measurement         </p>   |
| <p>Diagram 4: Where the performance characteristic has a reference range</p>  <p> <math>M_l</math> = lower limit of the specified measuring range<br/> <math>M_u</math> = upper limit of the specified measuring range<br/> <math>R_l</math> = lower limit of the reference range, point of first measurement to determine variation in the range<br/> <math>M_l - R_l</math><br/> <math>R_u</math> = upper limit of the reference range, point of first measurement to determine variation in the range<br/> <math>M_u - R_u</math> </p> |

TABLEAU IIa  
Types possibles de variation et effets causés

| Raison de la variation  | Effet   |
|---|---|
| <i>Type 1: Variation simple</i>   |   |
| Changement d'une grandeur d'influence dans les domaines $R - O_1$ et $R - O_u$ (schéma 1) ou $R_1 - O_1$ et $R_u - O_u$ (schéma 2)        | Changement de la valeur indiquée ou fournie de la caractéristique fonctionnelle           |
| <i>Type 2: Variation de second ordre</i>  |   |
| Changement d'une grandeur d'influence (comme dans le type 1 ci-dessus)  | Changement d'une variation d'une autre grandeur d'influence (variation d'une variation)   |
| <i>Type 3: Variation de la combinaison des types 1 et 2</i>   |   |
| Changement simultané de l'ensemble des deux grandeurs d'influence   | Somme des types 1 et 2 ci-dessus  |
| <i>Type 4: Variation par non-linéarité</i>  |   |
| Changement d'une caractéristique fonctionnelle dans le domaine $R - M_1$ et $R - M_u$ (schéma 3) ou $R_1 - M_1$ et $R_u - M_u$ (schéma 4) | Changement de l'erreur relative de la valeur indiquée de la caractéristique fonctionnelle |

Note. — Les schémas mentionnés dans le tableau IIa se trouvent dans le tableau I.

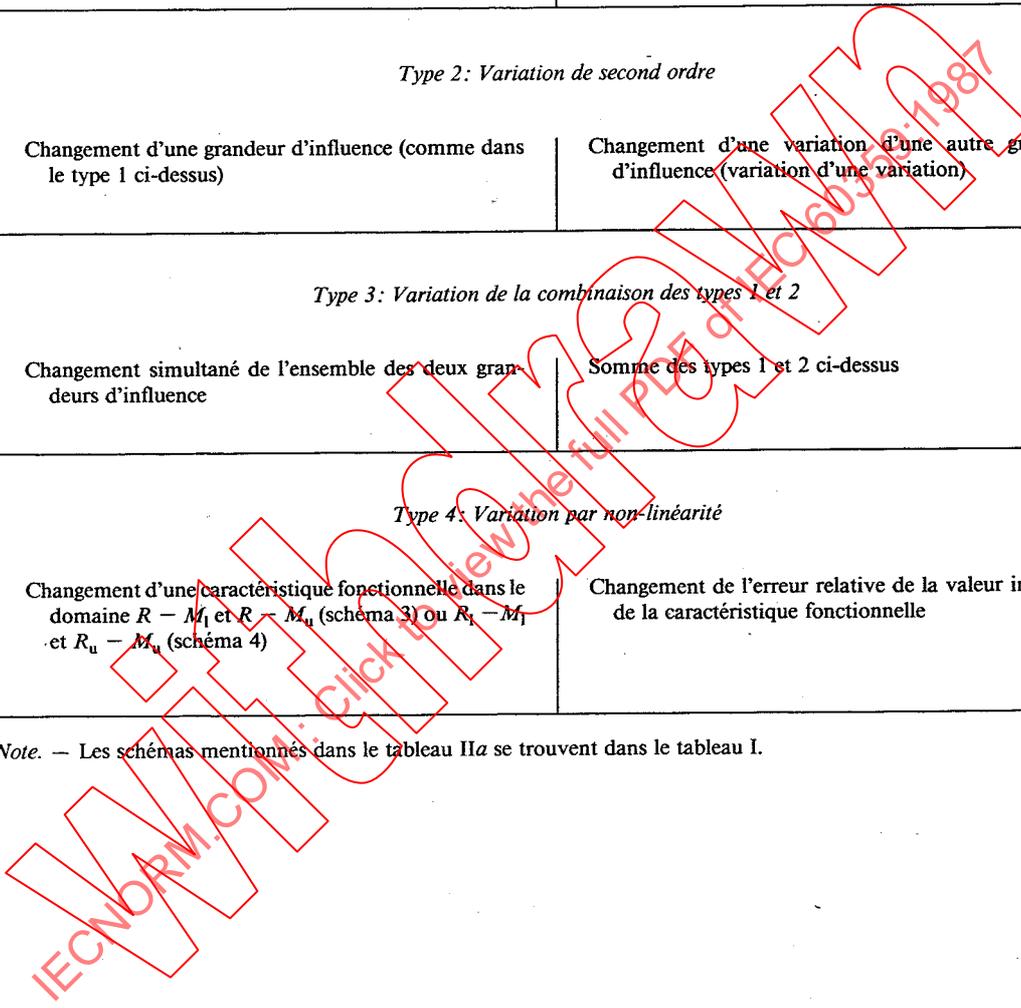


TABLE IIa  
Possible types of variation and the effects caused

| Reason for the variation   | Effect   |
|--|--|
| <i>Type 1: Simple variation</i>  |  |
| Change of an influence quantity within the ranges $R - O_1$ and $R - O_u$ (diagram 1) or $R_1 - O_1$ and $R_u - O_u$ (diagram 2)   | Change of indicated or supplied value of performance characteristic            |
| <i>Type 2: Second-order variation</i>  |  |
| Change of an influence quantity (as in Type 1 above)   | Change of a variation of another influence quantity (variation of a variation) |
| <i>Type 3: Variation as a combination of Types 1 and 2</i>   |  |
| Simultaneous change of both influence quantities   | Sum of Types 1 and 2 above   |
| <i>Type 4: Variation by non-linearity</i>  |  |
| Change of a performance characteristic in the range $R - M_1$ and $R - M_u$ (diagram 3) or $R_1 - M_1$ and $R_u - M_u$ (diagram 4) | Change of the relative error of indicated value of performance characteristic  |

Note. — The diagrams referred to in Table IIa will be found in Table I.

TABLEAU IIb  
Conditions de mesure des variations

|   |
|---|
| <p><i>Pour le type 1 (voir tableau IIa):</i> Toutes les autres grandeurs d'influence sont obtenues dans les conditions de référence et sont constantes. La caractéristique fonctionnelle est dans le domaine de mesure spécifié et on ne la fait pas varier intentionnellement. Toute combinaison de ces valeurs se trouve dans leurs domaines admissibles</p>  |
| <p><i>Pour le type 2 (voir tableau IIa):</i> La grandeur d'influence de la variation influencée se trouve dans son domaine de fonctionnement. Toutes les autres conditions sont conformes au type 1</p>   |
| <p><i>Pour le type 3 (voir tableau IIa):</i> Les valeurs de l'ensemble de ces deux grandeurs d'influence doivent être modifiées simultanément afin de déterminer la valeur extrême de la variation. Toutes les autres conditions sont conformes au type 1</p>   |
| <p><i>Pour le type 4 (voir tableau IIa):</i> Si des grandeurs d'influence existent, qui à leur tour exercent une influence sur la variation, ces grandeurs d'influence se trouvent dans leurs domaines de fonctionnement spécifiés et sont constantes. Toutes les autres grandeurs d'influence sont obtenues dans leurs conditions de référence et sont constantes. Toute combinaison de toutes les grandeurs d'influence se trouve dans leurs domaines admissibles</p> |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF  
 60359:1987

TABLE IIb  
*Measuring conditions for variations*

|  |
|--|
| <p><i>For Type 1 (see Table IIa):</i> All other influence quantities are within the reference conditions and are constant. The performance characteristic is within its specified measuring range and is not intentionally varied. Any combination of these values are in their permitted ranges.</p>  |
| <p><i>For Type 2 (see Table IIa):</i> The influence quantity of the influenced variation is within its operating range. All other conditions as in Type 1</p>  |
| <p><i>For Type 3 (see Table IIa):</i> The values of both of the influence quantities are varied simultaneously in order to determine the extreme value of the variation. All other conditions as in Type 1</p>   |
| <p><i>For Type 4 (see Table IIa):</i> If influence quantities exist which influence the variation, these influence quantities are within their specified operating ranges and are constant. All other influence quantities are within their reference conditions and are constant. Any combination of all influence quantities are in their permitted ranges</p> |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60359:1987

Withheld

## 11. Confirmation de la conformité aux limites d'erreurs spécifiées

En relation avec les différents types d'information pour spécifier les limites d'erreur décrites dans l'article 7, les prescriptions qui confirment que l'erreur d'une caractéristique fonctionnelle ne dépasse pas les limites spécifiées sont indiquées ci-après.

### 11.1 Pour l'erreur intrinsèque spécifiée et les variations (type A)

Les valeurs intrinsèques et les variations mesurées doivent se trouver dans leurs limites spécifiées.

### 11.2 Pour l'erreur de fonctionnement spécifiée (type B)

- i) Les erreurs intrinsèques mesurées et les variations doivent se trouver dans leurs limites indiquées, ou
- ii) L'erreur de fonctionnement mesurée à toute combinaison de valeurs des grandeurs d'influence, dans leurs conditions assignées de fonctionnement, doit se trouver dans ses limites indiquées.

Les méthodes *i)* et *ii)* sont en principe équivalentes, mais la méthode *ii)* est très onéreuse dans la plupart des cas, et parfois impossible à réaliser.

### 11.3 Pour l'erreur spécifiée du cas le plus défavorable (type C)

L'erreur intrinsèque mesurée et les variations doivent se trouver dans les limites utilisées pour le calcul. (Voir paragraphe 7.5.)

## 12. Essais de dommages dus à l'environnement

12.1 Des essais doivent être effectués pour déterminer si l'équipement est conforme aux indications concernant ses qualités de fonctionnement dans les conditions assignées de fonctionnement, après avoir été soumis aux conditions suivantes pendant une durée spécifiée:

- a) Après fonctionnement avec n'importe quel nombre de grandeurs d'influence spécifiées à n'importe quelle valeur probable dans les conditions limites.
- b) L'appareil n'étant pas en service, après avoir été soumis à des conditions dans lesquelles l'une quelconque des grandeurs d'influence spécifiées prend n'importe quelle valeur probable dans les conditions de stockage et de transport.

12.2 Après exposition, l'équipement doit être soumis à une recherche des défauts sur les interrupteurs et autres pièces mécaniques. Le fonctionnement doit être vérifié pour déterminer s'il est conforme à toutes les prescriptions concernant toutes les qualités de fonctionnement spécifiées.

## 13. Prise en compte de l'effet de l'équipement d'essai

13.1 En général, les mesures doivent être effectuées avec des instruments qui n'affectent pas de façon appréciable (ou seulement de façon calculable) les valeurs à mesurer. En principe, les erreurs de mesure faites avec instruments doivent être négligeables, comparativement aux erreurs à déterminer.

13.2 Lorsque l'erreur de l'instrument n'est pas négligeable, les règles suivantes doivent être appliquées pour qu'un constructeur ne livre pas un instrument présentant des erreurs excessives et pour qu'un utilisateur ne refuse pas un instrument qui ne présente pas d'erreurs excessives.

Si l'erreur admissible indiquée est de  $\pm e$  pour une caractéristique fonctionnelle donnée, et si l'erreur de la méthode d'essai utilisée est de  $\pm n$ :

- les limites d'erreur du constructeur doivent être de  $\pm(e-n)$  et
- les limites d'erreur de l'utilisateur doivent être de  $\pm(e+n)$ .

## 11. Confirmation of compliance with specified limits of error

In relation to the several types of information for specifying the limits of error which are described in Clause 7, the requirements which confirm that the error of a performance characteristic does not exceed the specified limits are shown below.

### 11.1 For specified intrinsic error and variations (Type A)

Measured intrinsic errors and variations shall lie within their stated limits.

### 11.2 For specified operating error (Type B)

i) Measured intrinsic errors and variations shall lie within their stated limits, or

ii) The operating error, measured at any combination of values of the influence quantities within their rated operating conditions, shall lie within its stated limits.

Methods i) and ii) are in principle equivalent, but method ii) is in most cases very expensive and sometimes impossible to carry out.

### 11.3 For specified worst-case error (Type C)

The measured intrinsic error and variations shall lie inside the limits used in the calculation. (See Sub-clause 7.5).

## 12. Testing for environmental damage

12.1 Tests shall be made to determine that the equipment satisfies the relevant statements concerning its performance under rated operating conditions, after being subjected to the following conditions for a specified time:

a) After operation with any number of specified influence quantities at any probable value within the limiting conditions.

b) After being subjected in a non-operating state to conditions in which any of the specified influence quantities assume any probable value within the storage and transport conditions.

12.2 After exposure, the equipment shall be inspected for defects in switches and other mechanical parts. Operation shall be checked for compliance with all specified performance requirements.

## 13. Allowing for effect of test equipment

13.1 In general, measurements shall be carried out with instruments which do not appreciably (or only calculably) affect the values to be measured. In principle, the errors in measurements made with these instruments should be negligible in comparison with the errors to be determined.

13.2 When the error of the instrument is not negligible, the following rules shall apply in order that a manufacturer does not deliver an instrument which has excessive errors and in order that a user does not reject an instrument which does not have excessive errors.

If the stated permissible error is  $\pm e$  for a given performance characteristic and the error of the relevant testing method is  $\pm n$ , then:

- the manufacturer's limits of error shall be  $\pm(e-n)$  and
- the user's limits of error shall be  $\pm(e+n)$ .

- 13.3 Il convient que la grandeur  $n$  soit aussi faible que cela est raisonnablement possible par rapport à  $e$ . Lorsque le rapport entre  $n$  et  $e$  se rapproche de l'unité, un compromis devient nécessaire entre le coût élevé (et parfois l'inconvénient de l'opération) des méthodes d'essais très précises et la proportion des instruments essayés dont la précision cause des doutes. Autrement, un constructeur peut refuser et ne pas livrer d'instruments qui sont satisfaisants, ou un utilisateur peut accepter des instruments qui, en fait, ne sont pas satisfaisants.
- 13.4 Un rapport de 1 : 10 pour  $n : e$  est préférable et permet habituellement de négliger  $n$ . Ce grand rapport est souvent impossible à utiliser du fait du coût ou des insuffisances de la technologie disponible; des rapports plus petits, tels que 1:4, 1:3 ou 1:2 sont parfois tout ce qui peut être réalisé.

#### 14. Etat de l'équipement à l'essai

- 14.1 Avant de procéder aux essais de conformité sur l'équipement (y compris les accessoires éventuels), les instructions du constructeur concernant la préparation à l'utilisation, en tenant compte du temps de préchauffage et de l'exécution des réglages préliminaires d'utilisateur, doivent être respectées.
- 14.2 Au cours des essais, on peut répéter les réglages d'utilisateur aux intervalles prescrits par le constructeur, ou à n'importe quel intervalle approprié, si de tels réglages n'affectent pas l'erreur à vérifier. Le zéro mécanique des indicateurs analogiques peut être réglé lorsque cela est nécessaire, sauf lorsqu'on mesure la dérive du zéro.
- 14.3 Des réglages d'utilisateur doivent être effectués lorsque les limites d'erreur ont été expressément signalées comme étant valables seulement après réglage. Les mesures doivent alors être effectuées immédiatement après un tel réglage, de façon que la dérive (éventuelle) ne les affecte pas.
- 14.4 Sur demande, le constructeur doit indiquer s'il est admis de remplacer les batteries par une source de courant continu extérieure, en faisant des essais électriques dans les conditions de référence sur l'équipement actionné par des batteries remplaçables. Cette alimentation doit être équivalente en tension et en impédance à celle des batteries.

#### 15. Conditions de fonctionnement de référence

- 15.1 En créant les conditions de référence destinées à être utilisées dans les essais de conformité décrits dans cette section, il convient de prendre les domaines de référence pour la température, l'humidité relative et la pression atmosphérique de préférence dans la Publication 160 de la CEI.
- 15.2 Le domaine de référence pour toute autre grandeur d'influence doit être le domaine qui ne contient aucune valeur ayant un effet significatif sur l'erreur d'une quelconque caractéristique fonctionnelle.
- Note.* — Pour la plupart des buts pratiques, on peut estimer que ce domaine ne contient aucune valeur augmentant l'erreur de plus de 10% de l'erreur intrinsèque constatée en l'absence de la grandeur d'influence.
- 15.3 Sur demande, le constructeur doit indiquer la valeur de référence ou le domaine de référence qu'il utilise pour toute grandeur d'influence qu'il spécifie pour son produit.
- 15.4 A titre indicatif, certaines grandeurs d'influence pouvant affecter les qualités de fonctionnement de l'équipement de mesure sont énumérées ci-dessous:

##### *i) Grandeurs d'influence climatiques*

- a) Température ambiante.*
- b) Humidité relative de l'air.*
- c) Pression barométrique (altitude).*
- d) Effet d'échauffement dû au rayonnement solaire.*
- e) Vitesse de l'air ambiant.*
- f) Sable et poussière.*

- 13.3 The quantity  $n$  should be as small as reasonably possible in relation to  $e$ . As the ratio between  $n$  and  $e$  approaches unity, a compromise becomes necessary between the high cost (and sometimes inconvenience of operation) of very accurate testing methods and the proportion of tested instruments whose accuracy is in doubt. Otherwise a manufacturer might reject and not deliver instruments which are satisfactory, or a user might accept instruments which are in fact not satisfactory.
- 13.4 A ratio of 1 : 10 for  $n : e$  is preferable, and will usually enable  $n$  to be neglected. This wide ratio is often impracticable, due to cost or shortcomings of the available technology, and narrower ratios such as 1 : 4, 1 : 3 or 1 : 2 are sometimes all that can be achieved.

#### 14. Condition of equipment under test

- 14.1 Before compliance tests on the equipment (including accessories, if any), the manufacturer's instructions shall be followed in relation to preparing for use, making allowance for warm-up time and performing preliminary user adjustments.
- 14.2 During tests, user adjustments may be repeated at the intervals prescribed by the manufacturer or at any suitable interval if such user adjustments do not affect the error to be checked. The mechanical zero of analogue indicators may be adjusted whenever necessary, except when measuring zero drift.
- 14.3 User adjustments shall be performed when limits of error have been expressly stated to be valid only after user adjustment. Measurements shall then be made immediately after such a user adjustment so that drift (if any) will not affect them.
- 14.4 On request, the manufacturer shall state whether it is permissible to replace the batteries by an external d.c. supply, when making electrical tests under reference conditions on equipment operated by replaceable batteries. This supply should be equivalent to the batteries in voltage and impedance.

#### 15. Reference operating conditions

- 15.1 In creating reference conditions for use in the compliance testing described in this section, the reference ranges for temperature, relative humidity and air pressure should preferably be taken from IEC Publication 160.
- 15.2 The reference range for any other influence quantity shall be the range which contains no value having any significant effect on the error of any performance characteristic.

*Note.* — For most practical purposes, this range can be understood to contain no value which increases the error by more than 10% of the intrinsic error found in the absence of the influence quantity.

- 15.3 On request, the manufacturer shall state the reference value or reference range he uses for any influence quantity which he specifies for his product.
- 15.4 For guidance, some influence quantities which may affect the performance of measuring equipment are listed below:

##### *i) Climatic influence quantities*

- a) Ambient temperature.*
- b) Relative humidity of the air.*
- c) Barometric pressure (altitude).*
- d) Heating effect due to solar radiation.*
- e) Velocity of the ambient air.*
- f) Sand and dust.*

- g) Brouillard salin.
- h) Gaz nocifs ou vapeurs nocives.
- j) Eau (condensation, brouillard, chutes d'eau verticales et projections d'eau).
- k) Givrage.
- m) Moisissure.

ii) *Grandeurs d'influence mécaniques*

- a) Position de fonctionnement.
- b) Ventilation.
- c) Vibration.
- d) Choc mécanique.
- e) Pression acoustique.

iii) *Grandeurs d'influence relatives à l'alimentation*

- a) Tension.
- b) Fréquence.
- c) Facteur de distorsion (VEI 131-03-04).
- d) Perturbations transitoires.
- e) Impédance de sortie de l'alimentation secteur.
- f) Potentiel du conducteur de protection.
- g) Ondulation de la tension d'alimentation en courant continu.

iv) *Champs et radiations en tant que grandeurs d'influence*

- a) Champs électriques.
- b) Champs magnétiques.
- c) Champs électromagnétiques.
- d) Rayonnements ionisants.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60359-1:1987

---

- g) Salt mist.
  - h) Contaminating gases or vapour.
  - j) Liquid water (condensation, fog, drip and splash water).
  - k) Icing.
  - m) Fungi.
- ii) *Mechanical influence quantities*
- a) Operating position.
  - b) Ventilation.
  - c) Vibration.
  - d) Mechanical shock.
  - e) Sound pressure.
- iii) *Supply influence quantities*
- a) Voltage.
  - b) Frequency.
  - c) Distortion factor (IEV 131-03-04).
  - d) Transient disturbances.
  - e) Source impedance of mains supply.
  - f) Potential of the protective conductor.
  - g) Ripple of d.c. supply.
- iv) *Fields and radiations as influence quantities*
- a) Electric fields.
  - b) Magnetic fields
  - c) Electromagnetic fields.
  - d) Ionizing radiations.
- 

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60359:1987

## ANNEXE A

### CALCUL STATISTIQUE DE L'ERREUR DE FONCTIONNEMENT

Dans cette annexe, les erreurs intrinsèques et les variations sont appelées *erreurs partielles*.

#### A1. Formules recommandées

Les formules (1) et (2) supposent que les erreurs partielles sont statistiquement indépendantes.

*Formule (1)*: celle-ci est destinée à être utilisée lorsque les limites des erreurs partielles ( $T_i$ ) sont asymétriques par rapport au zéro.

$$E_{l,u} = \sum_{i=1}^n \bar{T}_i \pm 2 \sqrt{\sum_{i=1}^n (s_T)^2}$$

où:

- $E_l$  = limite inférieure de l'erreur de fonctionnement
- $E_u$  = limite supérieure de l'erreur de fonctionnement
- $\bar{T}$  =  $\frac{(T_u + T_l)}{2}$
- $\bar{T}$  = moyenne arithmétique
- $(s_T)^2$  =  $\frac{(T_u - T_l)^2}{12}$
- $s$  = écart type (experimental)
- $T_l$  = limite inférieure spécifiée d'une erreur partielle
- $T_u$  = limite supérieure spécifiée d'une erreur partielle
- $i$  = numéro d'indice de l'erreur partielle

*Formule (2)*: cette forme plus simple de la formule peut être utilisée si les limites des erreurs partielles sont symétriques par rapport au zéro, c'est-à-dire:

$$|T_u| = |T_l| = T_m$$

$$E_{l,u} = \pm 1,15 \sqrt{\sum_{i=1}^n T_{m_i}^2}$$

*Note.* — La formule (2) est mise en relation avec la sommation quadratique, souvent appliquée, des erreurs partielles dans le calcul d'une erreur totale. Elle en diffère seulement par le facteur 1,15. Ce facteur assure que les deux formules, (1) et (2), calculent les valeurs limites avec la même faible possibilité de dépassement de ces valeurs.

#### A2. Base de calcul

Toute erreur partielle peut être considérée comme une variable aléatoire  $T$ , qui ne dépasse pas ses limites de tolérance spécifiées  $T_l$  et  $T_u$ . Pour la plupart des erreurs partielles, c'est le seul point connu sûr, car, pendant la fabrication de l'équipement de mesure, ce sont seulement ces limites de tolérance qui servent de critères d'essai, en faisant référence aux qualités de fonctionnement de l'équipement.

Du fait de la situation susmentionnée, l'hypothèse selon laquelle l'erreur partielle  $T$  apparaît avec une probabilité uniforme à tout emplacement dans l'intervalle  $T_u - T_l$  est essentiellement plus prudente que l'hypothèse selon laquelle  $T$  est soumise à une distribution normale. De plus, la première hypothèse est plus réaliste que l'hypothèse selon laquelle  $T$  est seulement située aux limites de l'intervalle.

## APPENDIX A

## STATISTICAL CALCULATION OF OPERATING ERROR

In this appendix, intrinsic errors and variations are referred to as *partial errors*.

## A1. Recommended formulae

Formulae (1) and (2) assume that the partial errors are statistically independent.

*Formula (1)*: this is for use where the limits of the partial errors ( $T_i$ ) are asymmetrical with respect to zero.

$$E_{l,u} = \sum_{i=1}^n \bar{T}_i \pm 2 \sqrt{\sum_{i=1}^n (s_{T_i})^2}$$

where:

$E_l$  = lower limit of operating error

$E_u$  = upper limit of operating error

$\bar{T}$  =  $\frac{(T_u + T_l)}{2}$

$\bar{T}$  = arithmetic mean value

$(s_T)^2$  =  $\frac{(T_u - T_l)^2}{12}$

$s$  = (experimental) standard deviation

$T_l$  = lower specified limit of a partial error

$T_u$  = upper specified limit of a partial error

$i$  = index number of the partial error

*Formula (2)*: this simpler form of the formula can be used if the limits of the partial errors are symmetrical with respect to zero, that is:

$$|T_u| = |T_l| = T_m$$

$$E_{l,u} = \pm 1.15 \sqrt{\sum_{i=1}^n T_{m_i}^2}$$

*Note.* - Formula (2) is related to the often applied quadratic summation of the partial errors in calculating a total error. It differs only by the factor 1.15. This factor ensures that both formulae (1) and (2) calculate the limit values with the same small possibility of exceeding these values.

## A2. Background for calculation

Every partial error can be seen as a random variable  $T$ , which does not exceed its stated tolerance limits  $T_l$  and  $T_u$ . For most of the partial errors, this is the only sure item of knowledge because, during the manufacture of measuring equipment, only these tolerance limits serve for test criteria with reference to the performance of the equipment.

Owing to the aforementioned situation, the assumption that the partial error  $T$  appears with uniform probability at every place within the interval  $T_u - T_l$  is essentially more pessimistic than the assumption that  $T$  is subject to a normal distribution. Furthermore the former assumption is more realistic than the assumption that  $T$  is only located at the limits of the interval.

Avec cette hypothèse de distribution uniforme, et en utilisant les règles de la statistique, d'autres relations peuvent être développées, et la valeur moyenne ainsi que l'écart type de chaque erreur partielle peuvent être calculés. Ensuite, les paramètres de la distribution de l'erreur de fonctionnement peuvent être calculés. D'après le théorème de limite centrale de la statistique, la somme aléatoire de l'erreur intrinsèque et de toutes les variations comprises dans l'erreur de fonctionnement est une distribution normale asymptotique. Une probabilité préalablement affectée (ici 95%), conjointement avec la distribution normale, peut être employée pour former un intervalle de confiance qui, en moyenne, comprend 95% de toutes les valeurs de l'erreur de fonctionnement variable aléatoire. Cela est réalisé par les formules données dans l'article A1.

Dans les cas où une probabilité préalablement affectée autre que 95% est nécessaire, le facteur  $f$  (qui égale deux dans le second terme de la formule (1) peut être modifié. Quelques exemples sont donnés ci-dessous :

| Probabilité de ne pas dépasser les limites | Facteur $f$ | Probabilité de dépasser les limites |
|--|-------------|-------------------------------------|
| 90%  | 1,7         | 10%                                 |
| 95%  | 2,0         | 5%                                  |
| 99%  | 2,6         | 1%                                  |

### A3. Importance de la probabilité de dépasser les valeurs limites

Dans les règles de l'article A1 pour le calcul de l'erreur de fonctionnement, il y a une probabilité d'environ 5% de dépasser les valeurs limites calculées lorsque l'hypothèse se confirme que l'erreur intrinsèque mesurée et les variations sont réellement distribuées uniformément. Toutefois, la méthode de production en série ne permet pas normalement une telle distribution. En raison de ces faits, la question de la probabilité vraie de dépasser les valeurs limites se pose. On ne peut pas donner une réponse à cette question. Une certaine quantité d'informations semblent être certaines : on peut considérer une population comme conditions de mesure à l'intérieur des conditions de fonctionnement et une seconde population comme instruments de mesure du même type pour lesquels les limites indiquées d'erreur de fonctionnement sont valables.

Si, à partir de ces deux populations, on fait un choix aléatoire pour une mesure, aussi bien pour les conditions de mesure que pour un équipement, la probabilité de dépasser les valeurs limites de l'erreur de fonctionnement qui se produit est alors bien inférieure à 5%. Si le choix des conditions de mesure n'est pas aléatoire, mais si, par contre, on donne la préférence au choix de conditions de mesure évitant des valeurs extrêmes, on réduit encore la probabilité de dépasser les valeurs limites. Si on effectue des mesures de façon prédominante dans des conditions de mesure extrêmes, on peut alors atteindre la valeur de 5% ou même la dépasser.

With this assumption of uniform distribution, and using the rules of statistics, further relationships can be developed and the mean value and standard deviation of every partial error can be calculated. Thereupon, the parameters of the distribution of operating error can be calculated. According to the central limit theorem of statistics, the random sum of the intrinsic error and all variations included in the operating error is an asymptotic normal distribution. A pre-assigned probability (here 95%) in conjunction with the normal distribution can be employed to form a confidence interval that, on average, includes 95% of all values of the random variable operating error. This is accomplished by the formulae given in Clause A1.

In cases where a pre-assigned probability other than 95% is required, the factor  $f$  which equals 2 in the second term of formula (1) can be changed. Some examples follow:

| Probability of not exceeding limits | Factor $f$ | Probability of exceeding limits |
|-------------------------------------|------------|---------------------------------|
| 90%                                 | 1.7        | 10%                             |
| 95%                                 | 2.0        | 5%                              |
| 99%                                 | 2.6        | 1%                              |

### A3. Significance of the probability of exceeding the limit values

In the rules of Clause A1 for calculating the operating error, there is approximately a 5% probability of exceeding the calculated limit values when the assumption is met that the measured intrinsic error and variations are really uniformly distributed. However, the method of series production does not normally allow such a distribution. Because of these facts, there arises the question of the true probability of exceeding the limit values. This question cannot be answered. Only a certain amount of information appears to be sure: one population can be considered as the measuring conditions within the operating conditions and a second population can be considered as measuring instruments of the same type for which the stated limits of operating error are valid.

If from these two populations for a measurement a random choice is made, both for the measuring conditions as well as for the equipment, then the probability of exceeding the limit values of the operating error that occurs is considerably less than 5%. If the choice for measuring conditions is not random, but preference is given instead to choosing measuring conditions that avoid extreme values, then the probability of exceeding the limit values is reduced further still. If measurements are performed predominantly under extreme measuring conditions, then the 5% value can be reached or even exceeded.