NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60359

Troisième édition
Third edition
2001-12

Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances

Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE V

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 8

1 Domaine d'application et objet 10
2 Références normatives 10
3 Définitions 12
4 Spécification des valeurs et des plages 30
5 Prescriptions pour les normes CEI relatives aux équipements 32
6 Spécification des limites de l'incertitude 32
7 Spécification des grandeurs d'influence 48
8 Règles générales des essais de conformité 52

Annexe A (informative) Evolution conceptuelle et terminologique de «l'erreur» à «l'incertitude» 54
Annexe B (informative) Etapes de la spécification des performances 62

Bibliographie 66

Figure 1 – Diagramme d'étalonnage 34
Figure 2 – Diagramme d'étalonnage avec graduation en unités de mesure 36
Figure 3 – Diagramme d'étalonnage dans différentes conditions de fonctionnement 40
Figure 4 – Diagramme d'étalonnage pour des conditions de fonctionnement étendues 42
Figure B.1 – Etapes de la spécification des performances 62

CONTENTS

FOREWORD....5
INTRODUCTION....9

1 Scope and object....11
2 Normative references....11
3 Definitions....13
4 Specification of values and ranges....31
5 Requirements for IEC standards related to the equipment....33
6 Specification of limits of uncertainty....33
7 Specification of influence quantities....49
8 General rules for compliance testing....53

Annex A (informative) Conceptual and terminological evolution from "error" to "uncertainty"....55
Annex B (informative) Steps in the specification of performance....63

Bibliography....67

Figure 1 – Calibration diagram....35
Figure 2 – Calibration diagram with scale marks in units of measurement....37
Figure 3 – Calibration diagram in different operating conditions....41
Figure 4 – Calibration diagram for extended operating conditions....43
Figure B.1 – Steps in the specification of performance....63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILS DE MESURE ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES – EXPRESSION DES PERFORMANCES

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60359 a été établie par le comité d'études 85 de la CEI: Equipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1987 et son amendement 1 (1991), dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/219/FDIS	85/220/RVD

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

La présente Norme internationale a été élaborée par le CE 85 de la CEI suite à sa résolution 85/45/AC du 1994-12-16 «de réviser la CEI 60359, de façon à prendre en compte le «Guide de l'expression de l'incertitude des mesures» (GUM) publié par l'ISO en 1993».

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente de la présente Norme internationale consistent en une adaptation des prescriptions en matière de performances des appareils conformément à l'approche de l'incertitude adoptée par le GUM, en un ajustement de la terminologie par rapport à la nouvelle édition du VEI, et en un choix élargi et plus adéquat d'options pour spécifier les limites de l'incertitude.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL AND ELECTRONIC MEASUREMENT EQUIPMENT – EXPRESSION OF PERFORMANCE

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60359 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1987 and its amendment 1 (1991), of which it constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
85/219/FDIS	85/220/RVD

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

This International Standard was prepared by IEC TC 85 following its resolution 85/45/AC of 1994-12-16 “to revise the IEC 60359, taking into account the "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM) published by ISO in 1993”.

The main technical changes from the previous edition of this International Standard consist in adapting the requirements on the instrument performance to the approach on uncertainty taken by the GUM, adapting the terminology to the new edition of the IEV, and offering a wider and more correct choice of options in specifying the limits of uncertainty.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005-12. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005-12. At this date, the publication will be:

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Avec l'apparition du Guide de l'expression de l'incertitude des mesures (GUM) inter-organisations, qui rassemble les suggestions de la Recommandation CIPM[1] CI-1981, il est apparu que l'expression classique de la précision et de l'exactitude des mesures sous forme d'une valeur vraie et d'une erreur est en train d'être remplacée par une expression en termes d'incertitude. Les pièges inhérents au concept de valeur vraie (partant à celui d'erreur) ont en fait conduit le monde de la métrologie opérationnelle à recourir de plus en plus souvent au concept d'incertitude, en dépit du fait que, pour la plupart, les normes relatives aux performances des appareils de mesure soient toujours rédigées selon l'approche tradition-nelle. Le fossé qui se creusait entre les bonnes pratiques métrologiques et la terminologie des normes a poussé les organismes de normalisation à demander à leurs comités techniques de mettre ces dernières à jour.

Cette nouvelle édition de la Norme internationale CEI 60359 a été élaborée en vue de la mettre en accord avec le GUM. Les chapitres consacrés à la mesure de la nouvelle édition du VEI ayant été publiés au moment de sa procédure d'approbation, l'occasion a été saisie de la mettre en accord avec les termes du VEI.

Les principales caractéristiques de performances d'un appareil sont celles qui concernent l'incertitude des résultats obtenus avec lui. Le GUM fournit une terminologie générale et une structure de calcul permettant de combiner des incertitudes de différentes origines, mais il traite principalement des problèmes d'évaluation de l'incertitude dans la mesure d'une grandeur définie en fonction d'autres grandeurs mesurées, et il n'aborde pas le problème de l'évaluation de l'incertitude instrumentale, c'est-à-dire l'incertitude des résultats des mesures isolées directement effectuées avec un appareil. Le GUM la traite comme une composante d'incertitude de catégorie B, connue d'après les informations fournies par le constructeur de l'appareil ou le laboratoire d'étalonnage sous forme d'une incertitude élargie, avec facteur d'élargissement déclaré. Il appartient donc à la présente norme de donner des indications pour l'expression et l'évaluation de l'incertitude instrumentale d'une façon cohérente avec la philosophie du GUM, ce qui implique de mentionner les performances des appareils en termes de limites d'incertitude et non plus en termes de limites d'erreur, et donc de bien faire la distinction entre l'indication de l'appareil et l'ensemble des valeurs choisies pour décrire le mesurande (voir en annexe A l'évolution conceptuelle du passage de la notion d'erreur à la notion d'incertitude.)

A cette fin, la présente norme emploie de façon systématique (en accord avec le VEI) la notion de diagramme d'étalonnage, également très utile pour décrire les interactions entre l'incertitude intrinsèque, les variations et l'incertitude opératoire. Les distinctions de ce genre sont d'ailleurs essentielles aux nouveaux systèmes de mesure à base de microprocesseurs à logiciel interne ou utilisant plus d'une entrée (systèmes à capteurs multiples), qui doivent traiter ce problème en termes généraux, sans hypothèses restrictives sur la partie matérielle des appareils. Elles offrent un plus grand choix d'options pour spécifier les caractéristiques de performances.

Pour bien des gens, le passage des termes et notions traditionnels consacrés par l'usage à ceux de la métrologie moderne demandera un effort mental, forcément nécessaire compte tenu des pas de géant accomplis par l'instrumentation depuis l'époque des appareils à index et échelle. On ne devrait en revanche pas rencontrer de difficultés particulières à convertir en termes conformes à la présente norme l'ensemble des spécifications techniques existantes, la plupart desquelles sont pour l'instant rédigées selon le concept de «limites d'erreur» souvent avec des ambiguïtés quant au fait que celles-ci incluent ou non les corrections suggérées pour les grandeurs d'influence. Une fois levées les ambiguïtés de ce genre, il sera facile de mettre les anciennes spécifications en harmonie avec la présente norme en remplaçant les «limites d'erreur»par les «limites d'incertitude instrumentale» exposées à l'article 5, pourvu que les éventuelles indications contextuelles sur les moyens d'évaluer ces limites soient ajustées de façon à répondre aux définitions données dans la présente norme.

———————

[1] Comité International des Poids et Mesures (CIPM)

INTRODUCTION

With the appearance of the interorganizational *Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM) that embodied the suggestions of CIPM[1] Recommendation CI-1981, it became clear that the classical approach to the precision and accuracy of measurement in terms of true value and error is being superseded by the approach in terms of uncertainty. The intrinsic pitfalls of the concept of true value (hence of error) had indeed led the operative measurement world to rely increasingly on the concept of uncertainty, notwithstanding that the main body of standards concerning the performance of measuring instruments was still written in terms of the traditional approach. The widening gap between the best practice in metrology and the wording of the standards prompted the normative organizations to invite their Technical Committees to update these publications.

This new edition of the International Standard IEC 60359 was prepared in order to bring it into agreement with the GUM. During the procedure for its approval the chapters on measurement of the new edition of the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) were published, and the opportunity was taken to bring the standard into agreement with the terms used in the IEV.

The main performance characteristics of an instrument are those related to the uncertainty of the results obtained by using the instrument. The GUM provides a general terminology and a computational framework for combining uncertainties of different origin, but it substantially deals with the issue of evaluating uncertainty in the measurement of a quantity defined as a function of other measured quantities, and does not address the issue of evaluating instrumental uncertainty, i.e. the uncertainty of the results of the single direct measurements carried out by the instruments. The GUM treats it as a component of uncertainty of category B, known from information supplied by the manufacturer or calibrator of the instrument, in the form of an expanded uncertainty with a stated coverage factor. It is therefore up to this standard to provide indications for expressing and evaluating instrumental uncertainty in a way consistent with the philosophy of the GUM. This means stating the requirements on performance of the instruments in terms of limits of uncertainty instead of limits of error, which implies a careful distinction between the indication of the instrument and the set of values assigned to describe the measurand (see Annex A for the conceptual evolution from the notion of error to the notion of uncertainty).

To this purpose, this standard systematically uses (in agreement with the IEV) the notion of calibration diagram, which is also quite helpful in describing the interplay between intrinsic uncertainty, variations, and operating uncertainty. Distinctions of this kind are essential, by the way, for the new measuring systems, based on microprocessors with internal software or using more than one input (multisensorial systems), that need to address the issue in general terms without restrictive hypotheses on the instrumental hardware. They also allow a wider choice of options in specifying performance characteristics.

For many people, of course, the passage from time-honored traditional terms and notions to the ones evolved by modern metrology will require some mental adjustment, which is altogether necessary, as current instrumentation has made giant steps from the times of index-on-scale instruments. However, no particular difficulty is expected in translating into terms consistent with this standard the bulk of existing technical specifications, most of which are written in terms of "limits of error", often with ambiguities about whether or not suggested corrections for influence quantities are included. When such ambiguities are removed, the old specifications are easily harmonized to this standard by substituting the "limits of error" with the "limits of instrumental uncertainty" expounded in clause 5, provided the contextual indications (if any) on the means of evaluating these limits are adjusted to satisfy the definitions given in this standard.

———————

[1] Comité International des Poids et Mesures (CIPM)

APPAREILS DE MESURE ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES — EXPRESSION DES PERFORMANCES

1 Domaine d'application et objet

La présente norme internationale s'applique à la spécification des performances, notamment dans le cadre des applications industrielles, des types d'appareils électriques et électroniques suivants:

– appareils indicateurs et enregistreurs de mesure des grandeurs électriques;
– dispositifs matériels fournissant des grandeurs électriques;
– appareils mesurant des grandeurs non électriques par des moyens électriques, pour toute la partie de la chaîne de mesure où sont présents des signaux de sortie électriques.

Elle s'applique à la spécification des performances des appareils fonctionnant en conditions stables (voir 3.1.15), rencontrées habituellement dans les applications industrielles.

Elle repose sur les méthodes exposées dans le GUM pour l'expression et l'évaluation de l'incertitude des mesures, et renvoie à ce même document pour les procédures statistiques à employer en vue de déterminer les intervalles définis pour représenter l'incertitude (y compris la façon de prendre en compte les incertitudes non négligeables dans la chaîne de traçabilité).

Elle ne traite pas de la propagation de l'incertitude au-delà de l'appareil (ou de l'appareil de mesure) aux performances duquel on s'intéresse, et pouvant faire l'objet d'essais de conformité.

Son objet est de fournir des méthodes assurant une homogénéité dans la spécification et la détermination des incertitudes des appareils visés. Toutes les autres prescriptions nécessaires ont été réservées à des normes de produit de la CEI relatives à des types d'équipements particuliers tombant dans le domaine d'application de la présente norme.

Par exemple, le choix des caractéristiques métrologiques et de leurs plages, ainsi que des grandeurs d'influence et de leurs plages spécifiées en exploitation, est réservé aux normes de produit de la CEI.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-300:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

ISO/CEI GUIDE EXPRES:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*

ELECTRICAL AND ELECTRONIC MEASUREMENT EQUIPMENT — EXPRESSION OF PERFORMANCE

1 Scope and object

This International Standard applies to the specification of performance, with primary reference to industrial applications, of the following kinds of electrical and electronic equipment:

– indicating and recording instruments which measure electrical quantities;

– material measures which supply electrical quantities;

– instruments which measure non-electrical quantities using electrical means, for all parts of the measuring chain which present electrical output signals.

This standard applies to the specification of performance of instruments operating in steady-state conditions (see 3.1.15), usual in industrial applications.

It is based on the methods expounded in GUM for expressing and evaluating the uncertainty of measurement, and refers to GUM for the statistical procedures to be used in determining the intervals assigned to represent uncertainty (including the way to account for non-negligible uncertainties in the traceability chain).

This standard does not address the propagation of uncertainty beyond the instrument (or the measuring equipment) whose performance is considered and which may undergo compliance testing.

The object is to provide methods for ensuring uniformity in the specification and determination of uncertainties of equipment within its scope. All other necessary requirements have been reserved for dependent IEC product standards pertaining to particular types of equipment which fall within the scope of this standard.

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

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instrument – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

ISO/IEC GUIDE EXPRES:1995, *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*