

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories –

Part 1: Definitions and general requirements common to all parts

Appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires –

Partie 1: Définitions et exigences générales communes à toutes les parties



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories –

Part 1: Definitions and general requirements common to all parts

Appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires –

Partie 1: Définitions et exigences générales communes à toutes les parties

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-3162-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	9
3.1 General terms	9
3.2 Description of instruments according to their method of operation	13
3.3 Constructional features of instruments	14
3.4 Characteristic features of instruments.....	16
3.5 Characteristic values.....	17
3.6 Influence quantity, reference conditions, nominal range of use and preconditioning	17
3.7 Uncertainty and variations	19
3.8 Accuracy, accuracy class and class index.....	21
3.9 Test	21
4 Description, classification and compliance.....	22
4.1 Description.....	22
4.1.1 Description according to methods of operation or nature	22
4.1.2 Description according to environmental conditions	22
4.1.3 Description according to mechanical conditions	22
4.1.4 Description according to degrees of protection.....	22
4.2 Classification	22
4.3 Compliance with the requirements of this standard.....	23
5 Requirements	23
5.1 Reference conditions.....	23
5.2 Limits of intrinsic uncertainty, fiducial value	23
5.2.1 Limits of intrinsic uncertainty	23
5.2.2 Correspondence between intrinsic uncertainty and accuracy class	23
5.2.3 Fiducial value.....	23
5.3 Nominal range of use and variations	25
5.3.1 Nominal range of use	25
5.3.2 Limits of variations	27
5.3.3 Conditions for the determination of variations	28
5.4 Operating uncertainty, overall system uncertainty and variations	28
5.5 Electrical requirements.....	28
5.5.1 Electrical safety requirements	28
5.5.2 Self-heating	28
5.5.3 Permissible overloads	29
5.5.4 Limiting range of temperature.....	29
5.5.5 Deviation from zero	29
5.5.6 Electromagnetic compatibility (EMC)	29
5.6 Constructional requirements	30
5.6.1 General constructional requirements	30
5.6.2 Damping	30
5.6.3 Sealing to prevent access	30
5.6.4 Scales	31

5.6.5	Stopper.....	32
5.6.6	Preferred values	32
5.6.7	Adjusters, mechanical and/or electrical.....	32
5.6.8	Effects of vibration and shock.....	33
5.6.9	Degrees of protection provided by enclosure	33
5.6.10	Terminals.....	34
6	Information, markings and symbols	34
6.1	Information.....	34
6.2	Markings, symbols and their locations.....	35
6.3	Markings relating to the reference values and nominal ranges of use of influence quantities	36
6.4	The symbols for marking instruments and accessories	36
6.5	Markings and symbols for terminals	45
6.5.1	Requirements for markings.....	45
6.5.2	Earthing (grounding) terminals	45
6.5.3	Measuring circuit terminals.....	45
6.5.4	Special markings for terminals.....	45
6.6	Instructions for use.....	45
7	Package	46
8	Test rules	46
8.1	Type of test.....	46
8.2	Type tests	46
8.3	Routine tests.....	46
8.4	Recurrent tests	46
8.5	Nonconformity classification	47
8.6	Judgement of test results	47
Annex A	(normative) Limits of intrinsic uncertainty and variations	48
Annex B	(informative) Relationship between ambient temperature and relative humidity.....	51
Annex C	(informative) Estimation of uncertainties	52
C.1	Uncertainties in this standard	52
C.2	Operating uncertainty	52
C.2.1	General	52
C.2.2	Estimating absolute operating uncertainty according to type test results	52
C.2.3	Estimating absolute operating uncertainty according to limit of intrinsic uncertainty and limit of variations due to every influence specified by this standard.....	53
C.3	Overall system uncertainty	54
C.4	Fiducial operating uncertainty.....	54
Annex D	(normative) Routine Tests	55
Bibliography		56
Figure 1	– Measuring range 10 A to 50 A.....	31
Figure 2	– Measuring range 80 V to 110 V.....	32
Figure 3	– Measuring ranges 0,06 MΩ to 0,4 MΩ and 0,1 MΩ to 2 MΩ	32
Figure A.1	– Effect of temperature.....	48
Figure A.2	– Effect of temperature.....	49
Figure B.1	– Relationship between ambient temperature and relative humidity	51

Figure C.1 – Different kinds of uncertainty	52
Table 1 – Minimum IP requirements	22
Table 2 – Reference conditions and tolerances for testing purposes relating to the influence quantities	24
Table 3 – Limits of the nominal range of use and permissible variations	26
Table 4 – The diameters of conductive screw and the diameters or the area of contact surface	34
Table 5 – Units, quantities and SI prefixes	37
Table 6 – Symbols for marking instruments and accessories	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DIRECT ACTING INDICATING ANALOGUE ELECTRICAL
MEASURING INSTRUMENTS AND THEIR ACCESSORIES –

Part 1: Definitions and general requirements common to all parts

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60051-1 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 1997. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- adding the EMC requirements;
- updating the safety symbols and requirements according to new IEC 61010 series;
- replacing the concept of “error” to the concept of “uncertainty”;
- adding service environment classification and classification by method of operation, mechanical condition and the degrees of protection;

- adding the requirements for transport and storage of instruments and accessories according to IEC 60359;
- updating the Annexes to provide more information.

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

FDIS	Report on voting
85/521/FDIS	85/536/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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60051 series, published under the general title *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

IEC 60051 is published in separate parts according to the following structure and under the general title *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*.

Part 1: Definitions and General Requirements Common to all Parts.

Part 2: Special Requirements for Ammeters and Voltmeters.

Part 3: Special Requirements for Wattmeters and Varmeters.

Part 4: Special Requirements for Frequency Meters.

Part 5: Special Requirements for Phase Meters, Power Factor Meters and Synchroscopes.

Part 6: Special Requirements for Ohmmeters (Impedance Meters) and Conductance Meters.

Part 7: Special Requirements for Multi-function Instruments.

Part 8: Special Requirements for Accessories.

Part 9: Recommended Test Methods.

Parts 2 to 9 are not complete in themselves and shall be read in conjunction with this Part 1.

All of these parts are arranged in the same format and a standard relationship between subject and clause number is maintained throughout. This re-arrangement will assist the reader of IEC 60051 to distinguish information relating to the different types of instruments.

DIRECT ACTING INDICATING ANALOGUE ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS AND THEIR ACCESSORIES –

Part 1: Definitions and general requirements common to all parts

1 Scope

This part of IEC 60051 specifies definitions and general requirements for direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.

This part applies to direct acting indicating analogue electrical measuring instruments, such as:

- ammeters and voltmeters;
- wattmeters and varmeters;
- frequency meters of pointer and vibrating-reed types;
- phasemeters, power-factor meters and synchroscopes;
- ohmmeters(impedance meters) and conductance meters;
- multi-function instruments of the above types.

It also applies to:

- certain accessories used with these instruments, such as:
 - shunts;
 - series resistors and impedance elements;
- combination of the instruments and the accessories provided that the adjustments have been made for the combination;
- direct acting indicating electrical measuring instrument whose scale marks do not correspond directly to its electrical input quantity, provided that the relationship between them is known;
- instruments and accessories having electronic devices in their measuring and/or auxiliary circuits.

These series standards do not apply to:

- special purpose instruments which are covered by their own IEC standards;
- special purpose devices which are covered by their own IEC standards when they are used as accessories.

This standard does not specify requirements concerning dimensions of instruments or accessories (for the former, see IEC 60473).

2 Normative references

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

IEC 60051-9, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories – Part 9: Recommended Test Methods*¹

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60529:2013, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60721-3-3/AMD1:1995

IEC 60721-3-3/AMD2:1996

IEC 60721-3-7:1995, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 7: Portable and non-stationary use*

IEC 60721-3-7/AMD1:1996

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61010-2-030:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits*

IEC 61326-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 61326-2-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 2-1: Particular requirements – Test configurations, operational conditions and performance criteria for sensitive test and measurement equipment for EMC unprotected applications*

ISO 780:1997, *Packaging – Pictorial marking for handling of goods*

3 Terms and definitions

For the purpose of this standard, the terms and definitions given in IEC 60359 as well as the following, apply.

3.1 General terms

3.1.1

electrical measuring instrument

measuring instrument intended to measure an electrical or non-electrical quantity using electrical or electronic means

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.4]

3.1.2

analogue display instrument

measuring instrument intended to present or display the output information as a continuous function of the measured quantity

¹ To be published.

Note 1 to entry: An instrument in which a change of the indication occurs by small discrete steps, but which does not have a digital display, is considered to be an analogue display instrument.

3.1.3

indicating instrument

measuring instrument which displays at any time the value of the measured quantity without recording it

Note 1 to entry: The indicated value may be different from the value of the quantity measured by the instrument and may be in units of a different quantity.

3.1.4

direct acting indicating instrument

instrument in which the indicating device is mechanically connected to and actuated by the moving element

3.1.5

multi-function instrument

instrument having a single means of indication intended for the measurement of more than one kind of quantity (e.g. an instrument measuring current, voltage and resistance)

3.1.6

fixed instrument

measuring instrument designed to be permanently mounted and which is intended to be connected by means of permanently installed conductors

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 312-02-17]

3.1.7

portable instrument

instrument specifically designed to be carried by hand

Note 1 to entry: The instrument is intended to be connected and disconnected by the user.

3.1.8

hand-held instrument

instrument intended to be held by one hand during normal use

3.1.9

panel mounted instrument

fixed installed instrument intended to be mounted in a cut out of a panel or a chassis

[SOURCE: IEC 62586-1:2013, 3.1.6]

3.1.10

polyphase instrument

instrument for measurement in a polyphase system and arranged for connection to more than one phase of the system

3.1.11

astatic instrument

measuring instrument in which the measuring element is, by design, unaffected by uniform magnetic fields of external origin

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 312-02-05]

3.1.12

ammeter

instrument intended to measure the value of a current

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-01]

3.1.13

voltmeter

instrument intended to measure the value of a voltage

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-03]

3.1.14

ohmmeter

resistance meter

instrument intended to measure electrical resistance

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-09]

3.1.15

wattmeter

instrument intended to measure active power

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-06]

3.1.16

varmeter

instrument intended to measure reactive power

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-07]

3.1.17

phase meter

instrument which indicates the phase angle between two electrical input quantities of the same frequency and of similar waveform

Note 1 to entry: Such an instrument measures:

– the phase angle between a voltage and another voltage or between a current and another current,

or

– the phase angle between a voltage and a current.

3.1.18

power factor meter

instrument intended to measure the ratio of the active to the apparent power in an electrical circuit

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-14]

3.1.19

synchroscope

instrument intended to indicate that two alternating voltages or polyphase voltage systems have the same frequency and are in phase

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-22]

3.1.20

accessory

element, group of elements or device associated with the measuring circuit of a measuring instrument in order to confer specified characteristics to the measuring instrument

3.1.21

interchangeable accessory

accessory having its own properties and accuracy, these being independent of those of the instrument with which it may be associated

Note 1 to entry: An accessory is considered to be interchangeable when its rated characteristics are known and marked and are sufficient to enable its errors and variations to be determined without using the associated instrument. A shunt whose adjustment takes into account an instrument current which is not negligible and which is known, is considered to be interchangeable.

3.1.22

accessory of limited interchangeability

accessory having its own properties and accuracy, which can only be associated with measuring instruments for which certain characteristics are within specified limits

3.1.23

non-interchangeable accessory

accessory adjusted to take into account the electrical characteristics of a specific measuring instrument

3.1.24

shunt

resistor connected in parallel with a measuring circuit of a measuring instrument

Note 1 to entry: A shunt is generally intended to provide a voltage proportional to a current to be measured.

3.1.25

series resistor (impedance)

resistor (impedance) connected in series with a measuring circuit of a measuring instrument

Note 1 to entry: A series resistor (impedance) is generally intended to extend the voltage measuring range of an instrument.

3.1.26

instrument lead

lead comprising one or more conductors, specially designed for interconnecting measuring instruments to external circuits or to accessories

3.1.27

calibrated instrument lead

instrument lead whose resistance has a specified value

Note 1 to entry: A calibrated instrument lead is considered as being an interchangeable accessory of a measuring instrument.

3.1.28

distortion factor (total harmonic distortion factor) (of a quantity)

ratio of the r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the non-sinusoidal quantity

3.1.29

ripple content of a quantity

ratio of the r.m.s. value of the fluctuating component to the value of the d.c. component

3.1.30

peak factor

ratio of the peak value to the r.m.s. value of a periodic quantity

3.2 Description of instruments according to their method of operation

3.2.1

permanent-magnet moving-coil instrument

instrument which operates by the interaction of the magnetic field due to a current in a movable coil with the field of a fixed permanent magnet

Note 1 to entry: The instrument can have more than one coil, measuring the sum or ratio of the currents in them.

3.2.2

moving-magnet instrument

instrument which operates by the interaction of the field of a movable permanent magnet with the magnetic field due to a current in a fixed coil

Note 1 to entry: The instrument can have more than one coil.

3.2.3

moving-iron instrument

instrument which operates by the attraction between a movable piece of soft magnetic material and the field due to a current in a fixed coil or by the repulsion (and attraction) between one (or more) fixed piece(s) of soft magnetic material and a movable piece of soft magnetic material, both (all) magnetized by a current in a fixed coil

3.2.4

polarized moving-iron instrument

instrument comprising a movable piece of soft magnetic material polarized by a fixed permanent magnet and magnetically excited by a current in a fixed coil

3.2.5

electrodynamic instrument

instrument which operates by the interaction of the magnetic field due to a current in a movable coil with the magnetic field due to a current in one or more fixed coils

3.2.6

ferrodynamic instrument (iron-cored electrodynamic instrument)

electrodynamic instrument in which the electrodynamic effect is modified by the presence of soft magnetic material in the magnetic circuit

3.2.7

induction instrument

instrument which operates by the interaction of the magnetic field(s) of (a) fixed a.c. electromagnet(s) with the magnetic field(s) due to currents which they induce in (a) movable conductive element(s)

3.2.8

thermal instrument (electrothermal instrument)

instrument which operates by the heating effect(s) of (a) current(s) on it(s) conductor(s)

3.2.8.1

bimetallic instrument

thermal instrument in which the deformation of a bimetallic element (the materials having different rates of expansion due to a change in temperature), heated directly or indirectly by a current, produces the indication

3.2.8.2

thermocouple instrument

thermal instrument making use of the e.m.f. of one or more thermocouples heated by the current to be measured

Note 1 to entry: The e.m.f. is often measured using a permanent-magnet moving-coil instrument.

3.2.9

rectifier instrument

instrument which is the combination of a measuring instrument sensitive to direct current and a rectifying device whereby alternating currents or voltages may be measured

3.2.10

electrostatic instrument

instrument the operation of which depends on the effects of electrostatic forces between fixed and movable electrodes

3.2.11

pointer-type frequency meter

instrument which indicates the measured frequency by the relationship between an index and a scale

3.2.12

vibrating-reed frequency meter

instrument intended to measure frequency, comprising a set of tuned vibrating reeds, one or a few of which resonate under the action of an alternating current of the relevant frequency flowing through one or more fixed coils

3.2.13

ratimeter (quotientmeter)

instrument for measuring the ratio (quotient) of two quantities

3.2.14

R.M.S.-responding instrument

instrument which, over a specified frequency range, provides an indication which is designed to be proportional to the root-mean-square value of the measured quantity, even when it is not sinusoidal or containing a d.c. part

3.2.15

mean value-responding instrument

instrument with scale of R.M.S. value but which, over a specified frequency range, provides an indication which is designed to be proportional to the mean value of the measured quantity

Note 1 to entry: These instruments do not reflect R.M.S. value of a measurand when the measurand is not sinusoidal or containing a d.c. part.

3.3 Constructional features of instruments

3.3.1

measuring circuit (of an instrument)

part of the electrical circuit internal to the instrument and its accessories, together with the interconnecting leads, if any, which is energized by a voltage or a current, one or both of these quantities being a prime factor in determining the indication of the measured quantity (one of these quantities may be the measured quantity itself)

3.3.1.1

current circuit

measuring circuit through which flows a current which is a prime factor in determining the indication of the measured quantity

Note 1 to entry: It may be the current directly involved in the measurement or a proportional current supplied by an external current transformer or derived from an external shunt.

3.3.1.2

voltage circuit

measuring circuit to which is applied a voltage which is a prime factor in determining the indication of a measured quantity

Note 1 to entry: It may be the voltage directly involved in the measurement or a proportional voltage supplied by an external voltage transformer or an external voltage divider or derived by means of an external series resistor (impedance).

3.3.2

external measuring circuit

part of the electrical circuit external to the instrument from which a measured value is obtained

3.3.3

auxiliary circuit

circuit, other than a measuring circuit, required for the operation of the instrument

3.3.4

auxiliary supply

auxiliary circuit which provides electrical energy

3.3.5

measuring element

assembly of those parts of a measuring instrument which are acted upon by a measured quantity, resulting in a movement of the moving element related to that quantity

3.3.6

moving element

moving part of a measuring element

3.3.7

indicating device

part of a measuring instrument which displays values of the measured quantity

3.3.8

index

means which, in conjunction with the scale, indicates the position of the moving element of an instrument

3.3.9

scale

series of marks and numbers from which, in conjunction with the index, the value of the measured quantity is obtained

3.3.10

scale marks

marks on the dial for the purpose of dividing it into suitable intervals so that the position of the index may be determined

3.3.11

zero scale mark

mark on the dial associated with the figure zero

3.3.12

scale division

distance between any two consecutive scale marks

3.3.13

scale numbers

series of numbers which are associated with the scale marks

3.3.14

dial

surface which carries the scale and other marks and symbols

3.3.15

mechanical zero

equilibrium position which the index will approach when the measuring element (if mechanically controlled) is de-energized.

Note 1 to entry: This may or may not coincide with the zero scale mark.

Note 2 to entry: In mechanically suppressed zero instruments, the mechanical zero does not correspond to a scale mark.

Note 3 to entry: In instruments without restoring torque the mechanical zero is indeterminate.

3.3.15.1

mechanical zero adjuster

mechanism by means of which the instrument may be adjusted so that the mechanical zero coincides with the appropriate scale mark

3.3.15.2

mechanical span adjuster

mechanism by means of which the instrument may be adjusted so that the lower/upper limit of the measuring range coincides with the appropriate scale mark

3.3.16

electrical zero

equilibrium position which the index will approach when the measured electrical quantity is either zero or a set value and the control circuit (if any), producing a restoring torque, is energized

3.3.16.1

electrical zero adjuster

for an instrument which needs an auxiliary supply, the mechanism by means of which the instrument may be adjusted so that the electrical zero coincides with the appropriate scale mark

3.3.16.2

electrical span adjuster

for an instrument which needs an auxiliary supply, the mechanism by means of which the instrument may be adjusted so that the lower/upper limit of the measuring range coincides with the appropriate scale mark

3.4 Characteristic features of instruments

3.4.1

scale length

length of the line (curved or straight) which passes through the centres of all the shortest scale marks contained between the first and the last scale marks

Note 1 to entry: It is expressed in units of length.

Note 2 to entry: If an instrument has more than one scale, each scale may have its own scale length. For convenience, the scale length of the instrument is taken to be that of the major scale.

3.4.2

span

algebraic difference between the upper and lower limits of the measuring range

Note 1 to entry: It is expressed in units of the measured quantity.

3.4.3

measuring range (effective range)

range defined by two values of the measured quantity within which the limits of uncertainty of a measuring instrument (and/or accessory) are specified

Note 1 to entry: A measuring instrument (and/or accessory) can have several measuring ranges.

3.4.4

residual deflection

part of the deflection of a mechanically controlled moving element which remains after the cause producing it has disappeared and all the measuring circuits are de-energized

3.4.5

overshoot

difference between the extreme indication and the steady indication (expressed in terms of the scale length) when the measured quantity is abruptly changed from one steady value to another

3.4.6

response time

time taken for the indication to first reach and then remain within a band centred on the final steady indication when the measured quantity is abruptly changed from zero (the unenergized condition) to a value such that the final steady indication is a specified proportion of the scale length

3.5 Characteristic values

3.5.1

nominal value

value of a quantity indicating the intended use of an instrument or accessory. The intended characteristics of instruments and accessories are also nominal values

3.5.2

rated value

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

Note 1 to entry: A rated value V assigned with an uncertainty U is actually a range $V \pm U$ and should be handled as such

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.8]

3.5.3

fiducial value

clearly specified value of a quantity to which the uncertainty(ies) of an instrument and/or an accessory are referred in order to specify their respective accuracies

Note 1 to entry: This value can be, for example, the upper limit of the measuring range, the span or another clearly stated value.

3.6 Influence quantity, reference conditions, nominal range of use and preconditioning

3.6.1

measurand

quantity subjected to measurement, evaluated in the state assumed by the measured system during the measurement itself

Note 1 to entry: The value assumed by a quantity subjected to measurement when it is not interacting with the measuring instrument may be called unperturbed value of the quantity.

Note 2 to entry: The unperturbed value and its associated uncertainty can only be computed through a model of the measured system and of the measurement interaction with the knowledge of the appropriate metrological characteristics of the instrument, that may be called instrumental load.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.1]

3.6.2

influence quantity

quantity which is not the subject of the measurement and whose change affects the relationship between the indication and the result of the measurement

Note 1 to entry: Influence quantities can originate from the measured system, the measuring equipment or the environment.

Note 2 to entry: As the calibration diagram depends on the influence quantities, in order to assign the result of a measurement it is necessary to know whether the relevant influence quantities lie within the specified range.

Note 3 to entry: An influence quantity is said to lie within a range C' to C'' when the results of its measurement satisfy the relationship: $C' \leq V - U < V + U \leq C''$.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.14]

3.6.3

reference conditions

appropriate set of specified values and/or ranges of values of influence quantities under which the smallest permissible uncertainties of a measuring instrument are specified

Note 1 to entry: The ranges specified for the reference conditions, called reference ranges, are not wider, and are usually narrower, than the ranges specified for the rated operating conditions.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.6.4

reference value

specified value of one of a set of reference conditions

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.11]

3.6.5

reference range

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

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.12]

3.6.6

nominal range of use or rated operating range (**for influence quantities**)

specified range of values which an influence quantity can assume without causing a variation exceeding specified limits

Note 1 to entry: The rated operating range of each influence quantity is a part of the rated operating conditions.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.14]

3.6.7

limiting values for operation

extreme values which an influence quantity can assume during operation without damaging the instrument so that it no longer meets its performance requirements when it is subsequently operated under reference conditions

Note 1 to entry: The limiting values can depend on the duration of their application.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.16]

3.6.8

preconditioning

action whereby a specified value of the measured quantity is applied to the measuring circuit prior to carrying out testing or use of the instrument or accessory

3.6.9

storage and transport conditions

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

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.17]

3.6.10

limiting values for storage

extreme values which an influence quantity can assume during storage without damaging the measuring instrument so that it no longer meets its performance requirements when it is subsequently operated under reference conditions

Note 1 to entry: The limiting values can depend on the duration of their application.

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 311-07-07]

3.6.11

limiting values for transport

extreme values which an influence quantity can assume during transport without damaging the measuring instrument so that it no longer meets its performance requirements when it is subsequently operated under reference conditions

Note 1 to entry: The limiting values can depend on the duration of their application.

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 311-07-08]

3.7 Uncertainty and variations

3.7.1

(absolute) instrumental uncertainty

uncertainty of the result of a direct measurement of a measurand having negligible intrinsic uncertainty

Note 1 to entry: Unless explicitly stated otherwise, the instrumental uncertainty is expressed as an interval with coverage factor 2.

Note 2 to entry: In single-reading direct measurements of measurands having intrinsic uncertainty small with respect to the instrumental uncertainty, the uncertainty of the measurement coincides, by definition, with the instrumental uncertainty. Otherwise the instrumental uncertainty is to be treated as a component of category B in evaluating the uncertainty of the measurement on the basis of the model connecting the several direct measurements involved.

Note 3 to entry: The instrumental uncertainty automatically includes, by definition, the effects due to the quantization of the reading-values (minimum evaluable fraction of the scale interval in analogic outputs, unit of the last stable digit in digital outputs).

Note 4 to entry: For material measures the instrumental uncertainty is the uncertainty that should be associated to the value of the quantity reproduced by the material measure in order to ensure the compatibility of the results of its measurements.

Note 5 to entry: When possible and convenient the uncertainty may be expressed in the relative form (see 3.3.3) or in the fiducial form (see 3.3.4). The relative uncertainty is the ratio U/V of the absolute uncertainty U to the measure value V , and the fiducial uncertainty is the ratio U/V_f of the absolute uncertainty U to a conventionally chosen value V_f .

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.12]

3.7.2

conventional value

measure-value of a standard used in a calibration operation and known with uncertainty negligible with respect to the uncertainty of the instrument to be calibrated

Note 1 to entry: This definition is adapted to the object of this standard from the definition of "conventional true value (of a quantity)": value attributed to a particular quantity and accepted, sometimes by convention, as having an uncertainty appropriate for a given purpose.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.13]

3.7.3

intrinsic (instrumental) uncertainty

uncertainty of a measuring instrument when used under reference conditions

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.10]

3.7.4

operating instrumental uncertainty

instrumental uncertainty under the rated operating condition

Note 1 to entry: The operating instrumental uncertainty, like the intrinsic one, is not evaluated by the user of the instrument, but is stated by its manufacturer or calibrator. The statement may be expressed by means of an algebraic relation involving the intrinsic instrumental uncertainty and the values of one or several influence quantities, but such a relation is just a convenient means of expressing a set of operating instrumental uncertainties under different operating conditions, not a functional relation to be used for evaluating the propagation of uncertainty inside the instrument.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.11]

3.7.5

limit of uncertainty

limiting value of the instrumental uncertainty for equipment operating under specified conditions

Note 1 to entry: A limit of uncertainty may be assigned by the manufacturer of the instrument, who states that under the specified conditions the instrumental uncertainty is never higher than this limit, or may be defined by standards, that prescribe that under specified conditions the instrumental uncertainty should not be larger than this limit for the instrument to belong to a given accuracy class.

Note 2 to entry: A limit of uncertainty may be expressed in absolute terms or in the relative or fiducial forms.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.6]

3.7.6

variation (due to an influence quantity)

difference between the indicated values for the same value of the measurand of an indicating instrument, or the values of a material measure, when an influence quantity assumes, successively, two different values

Note 1 to entry: The uncertainty associated with the different measure values of the influence quantity for which the variation is evaluated should not be wider than the width of the reference range for the same influence quantity. The other performance characteristics and the other influence quantities should stay within the ranges specified for the reference conditions.

Note 2 to entry: The variation is a meaningful parameter when it is greater than the intrinsic instrumental uncertainty.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.5]

3.8 Accuracy, accuracy class and class index

3.8.1

accuracy

for a measuring instrument, the quality which characterizes the closeness of the indicated value to the true value

for an accessory, the quality which characterizes the closeness of the marked (intended) value to the true value

Note 1 to entry: The accuracy of a measuring instrument or of an accessory is defined by the limits of intrinsic error and by the limits of variations.

3.8.2

accuracy class

class of measuring instruments, all of which are intended to comply with a set of specifications regarding uncertainty

Note 1 to entry: An accuracy class always specifies a limit of uncertainty (for a given range of influence quantities), whatever other metrological characteristics it specifies.

Note 2 to entry: An instrument may be assigned to different accuracy classes for different rated operating conditions.

Note 3 to entry: Unless otherwise specified, the limit of uncertainty defining an accuracy class is meant as an interval with coverage factor 2.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.7]

3.8.3

class index

the number which designates the accuracy class

Note 1 to entry: Some instruments and/or accessories may have more than one class index.

3.9 Test

3.9.1

type test

conformity test made on one or more items representative of the production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.9.2

routine test

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.9.3

recurrent test

test, at a defined time interval, carried out for the assessment of electrical safety

4 Description, classification and compliance

4.1 Description

4.1.1 Description according to methods of operation or nature

Instruments and/or accessories shall be described according to their methods of operation or their nature as given in clause 3 and/or by their special characteristics as given in the relevant parts.

4.1.2 Description according to environmental conditions

Instruments and/or accessories shall be described according to their environmental conditions as follows:

- Group A: for use under conditions which are normally found in laboratories and factories and where apparatus will be handled carefully, the nominal range of use for temperature is reference temperature ± 10 °C or lower limit of reference range -10 °C and upper limit of reference range $+10$ °C;
- Group B: for use in environments having protection from full extremes of environment, the nominal range of use for temperature is -5 °C to $+45$ °C (fixed instrument and/or accessory: class 3K5 according to IEC 60721-3-3:1994, Amendment 2:1996; portable instrument and/or accessory: class 7K2 according to IEC 60721-3-7:1995, Amendment 1:1996);
- Group C: for outdoor use and use under conditions that the ambient temperature changes badly, the nominal range of use for temperature is -25 °C to $+55$ °C (class 3K6 according to IEC 60721-3-3:1994, Amendment 2:1996).

The nominal range of use for temperature for torrid type instruments should be determined by agreement between manufacturer and customer according to IEC 60721-3-3:1994, Amendment 2:1996.

4.1.3 Description according to mechanical conditions

Based on their mechanical conditions, instruments and/or accessories may be described as class 3M2, class 3M4 (and above), and class 3M6 (and above) according to IEC 60721-3-3:1994, Amendment 2:1996.

4.1.4 Description according to degrees of protection

According to IEC 60529:2013, instruments and/or accessories shall comply with Table 1 as a minimum IP requirement.

Table 1 – Minimum IP requirements

Kind of measuring instrument	Front panel	Housing, except front panel
Fixed installed instrument → panel mounted devices.	IP 40	IP 2X
Portable instrument	IP 40	IP 40

Manufacturer shall state the degrees of protection in the instruction manual.

4.2 Classification

Class indices should be selected from a 1-2-5 sequence and the decimal multiples and submultiples thereof.

In addition, class indices 1,5, 2,5 and 3 may be used for instruments, class index 0,15 for frequency meters and class index 0,3 for accessories.

4.3 Compliance with the requirements of this standard

4.3.1 Instruments and accessories marked with a class index shall comply with the relevant requirements of this standard relating to their class index.

4.3.2 The recommended test methods for checking compliance with the requirements of this standard are given in IEC 60051-9.

In case of dispute, the test methods of IEC 60051-9 are referee methods.

4.3.3 If, for the determination of intrinsic uncertainty preconditioning is specified, the manufacturer shall state the preconditioning period and the value(s) of the measured quantity(ies). The preconditioning period shall not exceed 30 min.

5 Requirements

5.1 Reference conditions

5.1.1 The reference values of the influence quantities should be as given in Table 2.

5.1.2 Reference conditions different from those given in Table 2 may be specified, but they shall then be marked in accordance with Clause 6.

5.1.3 The reference value for the ambient temperature different from those given in Table 2 shall be selected from 20 °C or 27 °C.

5.2 Limits of intrinsic uncertainty, fiducial value

5.2.1 Limits of intrinsic uncertainty

When the instrument together with its non-interchangeable accessory(ies) (if any) or accessory is under the reference condition given in Table 2 and is used between the limits of its measuring range and in accordance with the instruction manuals, the intrinsic uncertainty, expressed as a percentage of the fiducial value, shall not exceed the limits appropriate to its accuracy class. Values stated in a table of corrections supplied with the instrument or accessory shall not be taken into account in determining the uncertainty

NOTE 1 The intrinsic uncertainty includes other uncertainties such as those due to friction, amplifier drift, etc.

NOTE 2 The accuracy classes relating to each type of instrument or accessory are given in the appropriate parts.

5.2.2 Correspondence between intrinsic uncertainty and accuracy class

The maximum permissible uncertainty can be related to the accuracy class such that the class index is used as the limit of uncertainty, expressed as a percentage.

NOTE For example, for a class index of 0,05, the limits of intrinsic uncertainty are $\pm 0,05$ % of the fiducial value.

5.2.3 Fiducial value

The fiducial value for each type of instrument and accessory is given in each relevant part.

Table 2 – Reference conditions and tolerances
for testing purposes relating to the influence quantities

Influence quantity		Reference conditions unless otherwise marked		Tolerances permitted for testing purposes, applicable for a single reference value ^a	
				Class indices 0,3 and smaller	Class indices 0,5 and greater
Ambient temperature		23 °C		±1 °C	±2 °C
Humidity		Relative humidity 40 % to 60 %		–	–
Ripple of d.c. measured quantity		Ripple content zero		Ripple content 1 %	Ripple content 3 %
Distortion of a.c. measured quantity	Distortion factor	Zero		1) Rectifier instruments, non r.m.s.-responding instruments and instruments which employ phase-shifting networks in their measuring circuits: distortion factor less than or equal to half the class index or 1 % whichever is smaller. 2) Other instruments: distortion factor not exceeding 5 %	
	Peak factor	$\sqrt{2}$, approx. 1,414 (sine wave)		±0,05	
Frequency of a.c. measured quantity except for frequency meters and instrument with phase-shifting device		45 Hz to 65 Hz		±2 % of the reference value or $\pm \frac{1}{10}$ of the reference range for frequency (if any), whichever is the smaller	
Position ^b		Fixed instruments: mounting plane vertical Portable instruments: mounting plane horizontal		±1 °	
Nature and thickness of panel or support		<i>Nature</i>	<i>Thickness</i>		
	F-34	Ferrous	X mm	±0,1X mm or ±0,5mm, whichever is smaller	
	F-35	Ferrous	Any	–	
	F-36 ^c	Non-ferrous	Any	–	
	None	Any	Any	–	
Magnetic field of external origin		Total absence		40A/m at frequencies from d.c. to 65Hz in any direction ^d	
Electric field of external origin		Total absence		1kV/m at frequencies from d.c. to 65Hz in any direction	
Electromagnetic RF fields 80MHz to 2GHz		None		<1V/m	
conducted disturbances, induced by radio frequency fields 150kHz to 80MHz		None		<1V	
Auxiliary supply	Voltage	Nominal value or nominal range		±5 % of the nominal value ^e	
	Frequency	Nominal value or nominal range		±1 % of the nominal value ^e	

- ^a These tolerances apply when a single reference value is specified in this table or is marked by the manufacturer. For a reference range, no tolerance is allowed.
- ^b Instruments provided with a level indicator shall be tested with the instrument set level using the level indicator.
- ^c These symbols (or lack of symbol) refer to the nature and thickness of the panel or support on which the instrument is mounted. See Table 6.
- ^d 40 A/m is approximately the highest value of the Earth's magnetic field.
- ^e Unless a different tolerance is stated by the manufacturer.

5.3 Nominal range of use and variations

5.3.1 Nominal range of use

5.3.1.1 The limits of the nominal range of use for influence quantities shall be as given in Table 3.

5.3.1.2 When a manufacturer assigns and marks a nominal range of use which is different from that shown in Table 3, it shall include the reference range (or reference value with permitted tolerances) and will normally exceed it in at least one direction.

5.3.1.3 For values in the nominal range of use beyond the reference range (or reference value), the permissible variation is as stated in Table 3.

EXAMPLE For an instrument having a class index of 0,2, the variation due to a lack of level of 5° in any direction shall not exceed:

$$0,2(\%) \times \frac{50}{100} = 0,1 \% \text{ of the fiducial value}$$

5.3.1.4 When the influence quantity is not one of those shown in Table 3, the relevant permissible variation shall be stated by the manufacturer and shall not exceed 100 % of the class index.

5.3.1.5 For the instruments and accessories with specified reference range, the intrinsic uncertainty and the variations due to influence quantity in the nominal range of use shall be as given in Annex A.

5.3.1.6 The limits of relative humidity as a function of ambient temperature are shown in Annex B.

Table 3 – Limits of the nominal range of use and permissible variations

Influence quantity		Limits of the nominal range of use unless otherwise marked	Permissible variation expressed as a percentage of the class index
Ambient temperature		Group A: reference temperature $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ or lower limit of reference range $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and upper limit of reference range $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$	100 %
		Group B (no marked): $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fixed type, 3K5; portable type, 7K2),change from reference temperature to lower/upper limit of reference range	
		Group C: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3K6)	50 % ^a
Humidity		Relative humidity 25 % to 95 %	100 %
Ripple on d.c. measured quantity		See relevant parts	
Distortion of a.c. measured quantity		Distortion factor: see relevant parts	
		Peak factor: see relevant parts	
Frequency on a.c. measured quantity		See relevant parts	
Position ^b		Horizontal and vertical if the reference position is not marked	100 %
		For instruments with markings D1~D3, 5° in any direction from reference position	50 %
		For instruments with markings D4 and D6, in any direction from value specified by the markings	
Magnetic field of external origin		See 5.3.2.2 and the relevant parts	
Electric field of external origin (electrostatic instruments only)		20kV/m at d.c. and 45Hz to 65Hz. See 5.3.2.3.	100 %
Auxiliary supply	Voltage	Reference value $\pm 10\text{ }\%$ or lower limit of reference range $-10\text{ }\%$ and upper limit of reference range $+10\text{ }\%$	50 %
	Frequency	Reference value $\pm 5\text{ }\%$ or lower limit of reference range $-5\text{ }\%$ and upper limit of reference range $+5\text{ }\%$	50 %
^a This is the temperature coefficient which is the permissible variation caused by temperature changed per 10K relative to the reference temperature (reference temperature range) in nominal temperature range.			
^b Instruments provided with a level indicator shall always be set correctly for position using the level indicator. These instruments need not therefore be tested for variation due to position			
NOTE For the recommended test, see IEC 60051-9.			

5.3.2 Limits of variations

5.3.2.1 General

When an instrument or an accessory is under reference conditions and a single influence quantity is varied, the variation shall not exceed the values given in Table 3 and in 5.3.2.2, 5.3.2.3, 5.3.2.4 and 5.3.2.5.

5.3.2.2 Variation due to a magnetic field of external origin

- a) When the instrument is not marked with symbol F-29 (Table 6), the magnetic field strength in the test equipment shall be 0,4 kA/m.
- b) For instruments marked with symbol F-29 (Table 6), the magnetic field strength in the test equipment shall have a value in kiloamperes per metre as shown in the symbol.
- c) Under the conditions of a) and b), the variation shall not exceed the limits given in the relevant parts.

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.3.2.3 Variation due to an electric field of external origin (electrostatic instruments only)

The variation due to an electric field of external origin at d.c. and 45 Hz to 65 Hz, having a strength of 20 kV/m and under the most unfavourable conditions of phase and orientation, shall not exceed 100 % of the class index.

If the instrument is marked with symbol F-32 (Table 6), the field strength is made equal to the value given in the symbol.

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.3.2.4 Variation due to ferromagnetic supports

The uncertainty of instruments which are mounted on a panel of the nature and thickness implied by the relevant symbol F-34, F-35 or F-36 or on a panel of any nature and thickness when not so marked – shall remain within the limits of the intrinsic uncertainty.

There is no requirement of variation due to ferromagnetic support for instruments marked with symbol F-36.

When X in F-34 is different from the value specified in IEC 60051-9, variation due to ferromagnetic supports shall not exceed 50 % of the class index.

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.3.2.5 Variation due to conductive supports

Instruments shall meet the requirements for intrinsic uncertainties relating to their class index when used on a panel or support of high conductivity unless other requirements are given in a separate document and are shown by marking with symbol F-31 (Table 6).

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.3.3 Conditions for the determination of variations

5.3.3.1 If preconditioning is specified for the determination of variations, the manufacturer shall state the preconditioning period and the value(s) of the measured quantity(ies) and of the auxiliary supply, if any.

The preconditioning period shall not exceed 30 min.

5.3.3.2 The variations shall be determined for each influence quantity separately.

During each test all influence quantities shall be maintained at their reference conditions except for the influence quantity for which the variation shall be determined.

5.3.3.3 When an influence quantity has a reference value, the influence quantity shall be varied between that value and any value within the limits of the nominal range of use as given in Table 3, unless otherwise marked.

5.3.3.4 When an influence quantity has a reference range, the influence quantity shall be varied from each limit of the reference range to the adjacent limit of the nominal range of use.

5.4 Operating uncertainty, overall system uncertainty and variations

5.4.1 Under non-reference conditions, the operating uncertainty of an instrument together with its non-interchangeable accessory(ies) (if any) or that of an accessory is the composite of the intrinsic uncertainty and the variations due to every influence quantity. In normal range of use, the maximum operating uncertainty of instrument is the composite of the intrinsic uncertainty and the permissible variations indicated in Table 3. Refer to Annex C for their relationship.

5.4.2 For the instrument used together with its external interchangeable accessory, instrument, accessory and lead constitute a system, and the overall system uncertainty depends on their respective intrinsic uncertainty and variations. Refer to Annex C for their relationship.

5.5 Electrical requirements

5.5.1 Electrical safety requirements

Relevant safety requirements of IEC 61010-1:2010 and IEC 61010-2-030:2010 shall be applied.

5.5.2 Self-heating

5.5.2.1 Instruments, together with their non-interchangeable accessories (if any), interchangeable accessories and accessories of limited interchangeability shall comply with the requirements corresponding to their class index after being continuously operated at any time after the completion of the specified preconditioning period (if any).

For testing:

- instruments shall be energized to give an indication of about 90 % of the upper limit of the measuring range;
- shunts shall be energized at about 90 % of their nominal value;
- series resistors (impedances) shall be energized at about 90 % of their rated values.

5.5.2.2 The variation shall not exceed the value corresponding to 100 % of the class index.

Nonetheless, the instrument, together with its accessories, shall also comply with the requirements relating to its class index.

5.5.2.3 Instruments and accessories intended for intermittent use (e.g. those provided with a non-locking switch) are excluded from the requirements relating to self-heating.

The requirements of 5.5.2.1, 5.5.2.2 and 5.5.2.3 do not apply to ohmmeters.

5.5.2.4 For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.5.3 Permissible overloads

5.5.3.1 Continuous overload

Requirements for continuous overload are given in the relevant parts.

5.5.3.2 Overloads of short duration

Requirements for overloads of short duration are given in the relevant parts.

5.5.4 Limiting range of temperature

5.5.4.1 Limiting range for operation

Unless otherwise specified, instruments and/or accessories shall operate without incurring permanent damage when subjected to the ambient temperatures stated below:

- Group A: -5 °C to + 45 °C (7K2);
- Group B: -25 °C to + 55 °C (3K6);
- Group C: -40 °C to + 70 °C (3K7);
- Instruments which incorporate batteries: -25 °C to + 55 °C (3K6);
- Torrid type: the operating range of temperature may be determined by agreement between the user and manufacturer.

5.5.4.2 Limiting range for storage and transport

The non-operating instrument and/or accessories during their storage or transport shall withstand the temperature with – 40 °C to + 70 °C without damage and without degradation of their metrological characteristics when they are subsequently operated under its rated operating conditions.

5.5.4.3 Absence of permanent damage is inferred if, on return to reference conditions, the instruments and/or accessories comply with the requirements relating to intrinsic uncertainty. Adjustment of the instrument zero is permissible.

5.5.4.4 For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.5.5 Deviation from zero

Requirements for deviation from zero and for return to zero are given in the relevant parts.

5.5.6 Electromagnetic compatibility (EMC)

The requirements for electromagnetic compatibility according to IEC 61326-1:2012 and IEC 61326-2-1:2012 shall be applied.

Immunity requirements shall be selected from Table 1 of IEC 61326-1:2012 for portable instruments and from Table 2 of IEC 61326-1:2012 for fix installed instruments.

Emission requirements according Clause 7 of IEC 61326-1:2012 shall be applied only for instruments and accessories with emitting electronic components in their measuring and /or auxiliary circuits. The essential information of the emitting electronic components, as basis for

determining whether or not to carry out emission test, shall be given by the manufacturer in a separate document.

5.6 Constructional requirements

5.6.1 General constructional requirements

An instrument and/or an accessory shall not cause a danger to the operator when in service and under normal operating conditions.

All parts which may be subject to corrosion under normal operating conditions shall be protected effectively. Under normal operating conditions, any protective coating shall not be liable to damage by ordinary handling nor due to exposure to air.

The instruments and/or accessories for group C shall withstand solar radiation.

NOTE For special instruments and accessories used in corrosive atmospheres, additional requirements are stated in the purchase contract (e.g. salt mist test according to IEC 60068-2-11).

5.6.2 Damping

5.6.2.1 General

The damping of instruments, except for instruments having an intentionally long response time, and unless otherwise specified in the relevant part, shall comply with the following requirements.

5.6.2.2 Overshoot

For instruments having a total angular deflection of less than 180°, the mechanical overshoot shall not exceed 20 % of the scale length. For other instruments, the limit shall be 25 %.

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.2.3 Response time

Unless otherwise agreed between the manufacturer and the user, the departure of the index from the position of rest shall not exceed 1,5 % of the scale length at any time after 4 s following the sudden application of an excitation producing a change of final indication of two-thirds of the scale length

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.2.4 Impedance of the external measuring circuit

When the characteristics of the circuit into which the instrument is connected may affect the damping, the external circuit impedance shall be as stated in the relevant part or otherwise specified by the manufacturer.

5.6.3 Sealing to prevent access

When the instrument is sealed, access to the measuring element and to the accessories within the case shall not be possible without destroying the seal.

5.6.4 Scales

5.6.4.1 Scale divisions

The intervals shall correspond to 1, 2 or 5 times the unit of the measured or indicated quantity or that unit multiplied or divided by 10 or 100.

For multi-range and/or multi-scale instruments, the above requirements shall be fulfilled for at least one measuring range or scale.

The divisions shall be appropriate to the index of class of the instrument, namely the uncertainty of estimate value by visual shall not exceed the specification for class index.

5.6.4.2 Scale numbering

The numerals of the scale (whole number or decimal) marked on the dial should preferably not have more than three digits. SI units and their prefixes should be used in association with the scale numbering.

5.6.4.3 Direction of deflection

The direction of deflection of the index of an instrument shall be from left to right or from bottom to top with increasing measured quantity.

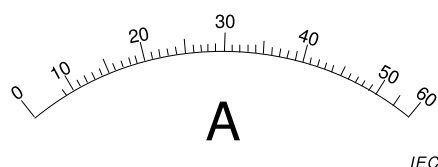
When the angular deflection of the index exceeds 180° , the deflection with increasing measured quantities should be clockwise.

On multi-scale instruments, at least one of the scales shall be such as to comply with the above requirements.

5.6.4.4 Limits of the measuring range

5.6.4.4.1 If the measuring range does not occupy the whole scale length, the limits of the measuring range shall be clearly identified.

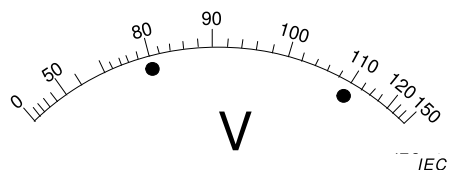
5.6.4.4.2 When the value of the scale divisions or the nature of the scale marks enables the measuring range to be identified with minimal ambiguity, no marking is necessary. An example of this method is given in Figure 1.



NOTE Subdivisions are omitted outside the measuring range.

Figure 1 – Measuring range 10 A to 50 A

5.6.4.4.3 When there is only one scale and marking is necessary, the limits of the measuring range shall be identified by means of small filled-in dots. An example of this method is given in Figure 2.



NOTE The measuring range is ●...●.

Figure 2 – Measuring range 80 V to 110 V

5.6.4.4.4 When there is more than one scale and marking is necessary, the limits of the measuring range shall be identified either by small filled-in dots or by means of widened scale arcs. An example of this latter method is given in Figure 3.

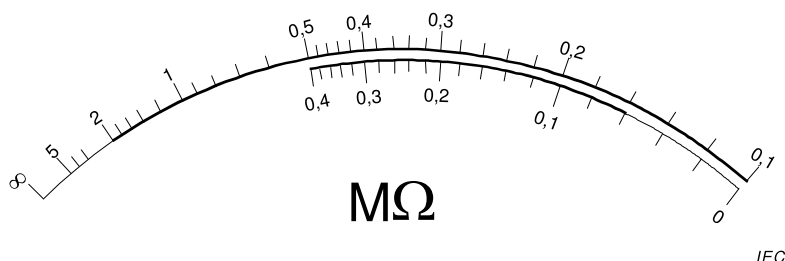


Figure 3 – Measuring ranges 0,06 MΩ to 0,4 MΩ and 0,1 MΩ to 2 MΩ

5.6.5 Stopper

The positions of stopper of an instrument shall not be coincident with that of upper and lower scale marks of measuring range. The length of stopper outside the scale shall be not less than 2 % of the scale length.

5.6.6 Preferred values

The preferred values shall be used in the absence of a special agreement between the manufacturer and the user.

Requirements for preferred values are given in the relevant parts.

5.6.7 Adjusters, mechanical and/or electrical

5.6.7.1 Zero adjuster(s)

When an instrument is fitted with zero adjuster(s), intended for use by the user, it is preferable that it(they) be accessible from the front of the case.

The total range of adjustment shall be not less than 2 % of the scale length or 2°, whichever is the less, and the fineness of setting shall be appropriate to the class index of the instrument.

NOTE By "appropriate", it is understood that the fineness of the setting is such as to permit seeing to within 1/5 of the class index.

For instruments where the effective centre of rotation cannot readily be determined, the requirement relating to 2° is not applicable.

The ratio between the higher and lower ranges of adjustment on either side of the zero mark shall not be greater than 2.

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.7.2 Span adjuster(s)

When an instrument is fitted with span adjuster(s), intended for use by the user, it is preferable that it(they) be accessible from the front of the case.

The total range of adjustment shall be not less than 2 % of the scale length or 2°, whichever is the less, and the fineness of setting shall be appropriate to the class index of the instrument.

NOTE By "appropriate", it is understood that the fineness of the setting is such as to permit setting to within 1/5 of the class index.

For instruments where the effective centre of rotation cannot readily be determined, the requirement relating to 2° is not applicable.

The ratio between the higher and lower ranges of adjustment on either side of the zero mark shall not be greater than 2.

For the recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.8 Effects of vibration and shock

5.6.8.1 Vibration test

Unless otherwise specified, instruments and accessories of class indices 1 and greater shall be capable of withstanding the vibration test specified in IEC 60051-9.

The variation due to the effect of vibration shall not exceed a value corresponding to 100 % of the class index.

The recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.8.2 Shock test

Unless otherwise agreed, instruments and accessories of class indices 1 and greater shall be capable of withstanding the shock test specified in IEC 60051-9.

The variation due to the effect of shock shall not exceed a value corresponding to 100 % of the class index.

The recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.9 Degrees of protection provided by enclosure

The test specified in IEC 60529:2013 shall be carried out for instruments and/or accessories according to the IP code of the degrees of protection provided by enclosures. After the test, any ingress of water, dust and solid objects etc. shall be only in a quantity not impairing the operation of the meter and its dielectric strength.

The recommended test, see IEC 60051-9.

5.6.10 Terminals

5.6.10.1 Terminals, fixed screws and steady brace etc. of instrument and accessory shall use the construction and manner of fixing the conductors to the terminals to ensure adequate and durable contact such that there is no risk of loosening or undue heating.

5.6.10.2 The diameter of conductive screw and the diameter of contact surface (or an area of contact surface) shall not be less than the relevant value specified in Table 4 for the rated current through them.

Table 4 – The diameters of conductive screw and the diameters or the area of contact surface

Rated current A	Screw diameter	Diameter of contact surface	Area of contact surface
	mm (not less than)		mm ² (not less than)
$I \leq 10^a$	M3	6	20
$I \leq 20$	M4	8	36
$20 < I \leq 50$	M5	10	57
$50 < I \leq 100$	M6	12	83
$100 < I \leq 200$	M8	16	100
^a Apply to micro-type meters and signal terminals.			

6 Information, markings and symbols

6.1 Information

The following information shall be given by the manufacturer:

- Unit(s) of measured quantity(ies).
- Manufacturer's name or trade mark or that of the responsible supplier.
- Type reference, if any, given by the manufacturer.
- Serial number for instruments and accessories of class indices 0,3 and smaller. Serial number or date of manufacture (at least the year) for instruments and accessories of class indices 0,5 and greater.
- Rated value(s).
- Nature of measured quantity(ies) and number of measuring elements.
- Accuracy class(es).
- Reference value or reference range for temperature for instruments and accessories of class indices 0,3 and smaller.
- Reference value(s) or reference range(s) for each influence quantity (other than temperature) given in Table 2 if different from the values given in Table 2 and the reference values or reference ranges for any other relevant influence quantities not given in Table 2.
- Nominal ranges of use for the influence quantities of Table 3 if the values are different. Nominal ranges of use for any other relevant influence quantities not given in Table 3.
- Value of acceleration.
- Instructions for the use of the instrument and/or accessory(ies) when necessary.
- Method of operation of the instrument.
- The burden expressed in voltamperes at nominal current and/or nominal voltage.
- Peak factor.

- p) Where relevant, reference position and nominal range of use for position.
- q) Temperature limits and other requirements for transport, storage and use, if necessary.
- r) For an instrument whose scale marks do not correspond directly to its electrical input quantity, the relationship between them. This does not apply to an instrument having a non-interchangeable accessory.
- s) Preconditioning period if not negligible and the value(s) of the measured quantity(ies) to be used for preconditioning.
- t) Symbol of the accessory for which the instrument has been adjusted, if relevant.
- u) Transformation ratio(s) of instrument transformer(s) for which the instrument has been adjusted, if relevant.
- v) Value of the total resistance of calibrated instrument leads, if relevant.
- w) Impedance of the external measuring circuit, if relevant.
- x) Statement concerning an intentionally long response time, if relevant.
- y) The nature of the auxiliary supply, rated voltage and rated frequency of the auxiliary supply, if relevant.
- z) The overvoltage category specified according to IEC 61010-1:2010: I,II,III or IV for mains circuits; and the measurement category specified according to IEC 61010-2-030:2010: I,II,III or IV for measurement input circuits.
- aa) Pollution degree.
- bb) Degrees of protection provided by enclosures.
- cc) The used environment groups.
- dd) Any other essential information.

6.2 Markings, symbols and their locations

6.2.1 The symbols specified in Table 6 shall be used, where relevant. The markings and symbols shall be and remain legible and indelible. SI units, together with their prefixes, shall be marked using the symbols given in 6.4. Marking on the dial shall not impede the clear reading of the scale.

6.2.2 The following information in 6.1 shall be marked on the dial or on a part which is visible while the instrument/accessory is in use:

- a);
- f) (symbol(s) B-1 ... B-9);
- g) (symbol(s) E-1 and E-4);
- p) (symbol D-1 ... D-6);
- z) (symbol according to IEC 61010-1:2010, 6.7.1.5);
- cc) (group A and group C should be marked, group B should not be marked);
- dd) (symbol F-31 if some other essential information is given in a separate document).

6.2.3 The following information in 6.1 shall be marked on the dial or anywhere on the case:

- b); c); d); h);
- m) (symbol(s) F-1 ... F-21, F-26, F-27, F-28, if relevant);
- t) (symbol F-22 ... F-25);
- u);
- where relevant, the nature and thickness of the panel or support (symbol F-34 ... F-36).
- In addition, if the reference values of the influence quantities are different from those given in Table 2, they shall be marked as follows:

- magnetic field of external origin (symbol F-29 and if relevant F-27 and/or F-28),
- electric field of external origin (symbol F-32 and if relevant F-26).

6.2.4 The following information in 6.1 shall be marked on the dial or anywhere on the case or given in a separate document (if any):

- b); c); e); i); j); k); l); n); q); r); s); v); w); aa); bb); cc).
- o) (only for instruments containing electronic devices in their measuring circuits);
- x) (by agreement between the manufacturer and the user).

6.2.5 Markings for accessories and special markings for instruments, together with their locations, are given in the relevant parts.

6.2.6 By agreement between the manufacturer and the user, any or all of the information may be omitted.

6.3 Markings relating to the reference values and nominal ranges of use of influence quantities

6.3.1 Where a reference value or a reference range is different from that given in Table 2 it shall be marked and shall be distinguished by being underlined. It is identified by the symbol of the unit in which it is measured.

6.3.2 When a nominal range of use is different from that given in Table 3 it shall be marked.

The marking is carried out in conjunction with marking the reference value or reference range. This then requires the marking of the reference value or reference range even if it would not otherwise be necessary.

6.3.3 The marking is done by writing the limits of the nominal range of use and the reference value (or range) in ascending order, each number separated from its neighbour by three dots.

EXAMPLE 1 35 Hz ... 50 Hz ... 60 Hz implies a reference frequency of 50 Hz and a nominal range of use for frequency from 35 Hz to 60 Hz.

EXAMPLE 2 35 Hz ... 45 Hz ... 55 Hz ... 60 Hz implies a reference frequency range from 45 Hz to 55 Hz and a nominal range of use for frequency from 35 Hz to 60 Hz.

6.3.4 When any limit of the nominal range of use is the same as the reference value or the adjacent limit of the reference range, the number indicating the reference value or the limit of the reference range shall be repeated for the limit of the nominal range of use.

EXAMPLE 1 23 °C ... 23 °C ... 37 °C implies a reference temperature of 23 °C and a nominal range of use for temperature from 23 °C to 37 °C.

EXAMPLE 2 20 °C ... 20 °C ... 25 °C ... 35 °C implies a reference temperature range from 20 °C to 25 °C and a nominal range of use for temperature from 20 °C to 35 °C.

6.4 The symbols for marking instruments and accessories

The symbols for units of measurement and their prefixes are given in Table 5.

The symbol of a prefix (if needed) immediately precedes, without a space, the symbol of a unit. If there is a number, it is followed by a space before the prefix (if any) and the unit.

EXAMPLE 23 °C, 120 mV.

Table 5 – Units, quantities and SI prefixes

Units and quantities		SI prefixes	
Item	Symbol	Item	Symbol
ampere	A	exa 10^{18}	E
decibel	dB	péta 10^{15}	P
hertz	Hz	téra 10^{12}	T
ohm	Ω	giga 10^9	G
second	s (lower case)	méga 10^6	M (capital)
siemens	S (capital)	kilo 10^3	k (lower case)
tesla	T	hecto ^a 10^2	h (lower case)
volt	V (capital)	déca ^a 10	da (lower case)
voltampere	VA (capitals)	déci ^a 10^{-1}	d (lower case)
voltampere reactive	var (lower case)	centi ^a 10^{-2}	c (lower case)
watt	W (capital)	milli 10^{-3}	m (lower case)
power factor	PF	micro 10^{-6}	μ
degree Celsius	°C	nano 10^{-9}	n
		pico 10^{-12}	p
		femto 10^{-15}	f
		atto 10^{-18}	a
^a These items are non-preferred and their use should be avoided.			

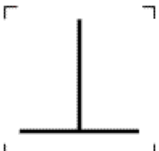
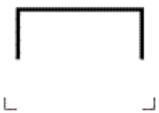
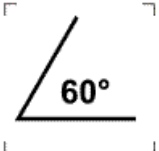
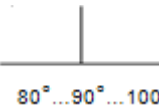
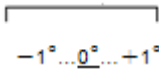
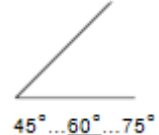
The symbols for marking instruments and accessories are given in Table 6.

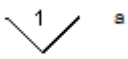
Table 6 – Symbols for marking instruments and accessories

B Nature of measured quantity and number of measuring elements			
No.	Item	Symbol in use	Former symbol
B-1	Direct current circuit and/or d.c. responding measuring element (IEC 60417-5031:2002-10)		
B-2	Alternating current circuit and/or a.c. responding measuring element (IEC 60417-5032:2002-10)		
B-3	Direct and/or alternating current circuit and/or d.c. and a.c. responding measuring element (IEC 60417-5033:2002-10)		
B-4	Three-phase alternating current circuit (general symbol) (IEC 60417-5032-1:2002-10)		
B-5	One measuring element (E) for three-wire network	3 ~ 1E	
B-6	One measuring element (E) for four-wire network	3N ~ 1E	
B-7	Two measuring elements (E) for three-wire network with unbalanced loads	3 ~ 2E	
B-8	Two measuring elements (E) for four-wire network with unbalanced loads	3N ~ 2E	
B-9	Three measuring elements (E) for four-wire network with unbalanced loads	3N ~ 3E	

C Safety		
No.	Item	Symbol
C-1	Earth (ground) terminal (IEC 60417-5017:2006-08)	
C-2	Protective conductor terminal (IEC 60417-5019:2006-08)	
C-3	Frame or chassis terminal (IEC 60417-5020:2002-10)	
C-4	Equipotentiality (IEC 60417-5021:2002-10)	
C-5	On (Power) (IEC 60417-5007:2002-10)	
C-6	Off (Power) (IEC 60417-5008:2002-10)	
C-7	Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation (IEC 60417-5172:2003-02)	
C-8	Caution, possibility of electric shock (IEC 60417-6042:2010-11)	
C-9	Caution, hot surface (IEC 60417-5041:2002-10)	
C-10	In position of a bi-stable push control (IEC 60417-5268:2002-10)	

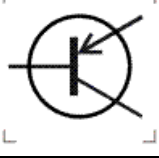
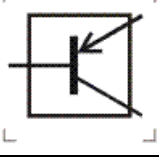
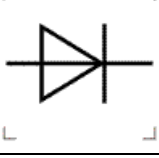
C Safety		
No.	Item	Symbol
C-11	Out position of a bi-stable push control (IEC 60417-5269:2002-10)	

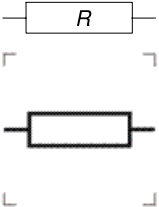
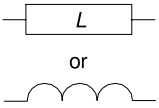
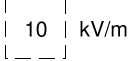
D Position of use		
D-1	Instrument to be used with the dial vertical (IEC 60417-6264:2014-04)	
D-2	Instrument to be used with the dial horizontal (IEC 60417-6265:2014-04)	
D-3	Instrument to be used with the dial inclined (e.g. 60°) from the horizontal plane (IEC 60417-6266:2014-04)	
D-4	Example for instrument to be used as D-1, nominal range of use from 80° to 100°	
D-5	Example for instrument to be used as D-2, nominal range of use from -1° to +1°	
D-6	Example for instrument to be used as D-3, nominal range of use from 45° to 75°	

E Accuracy class		
E-1	Class index (e.g. 1) except when the fiducial value corresponds to the scale length or the indicated value or the span	1
E-2	Class index (e.g. 1) when the fiducial value corresponds to the scale length	
E-3	Class index (e.g. 1) when the fiducial value corresponds to the indicated value	
E-4	Class index (e.g. 1) when the fiducial value corresponds to the span	

F General symbols (see also IEC 60417)		
F-1	Permanent-magnet moving-coil instrument (IEC 60417-6267:2014-04)	

F General symbols (see also IEC 60417)		
F-2	Permanent-magnet ratiometer (quotientmeter) (IEC 60417-6268:2014-04)	
F-3	Moving permanent-magnet instrument (IEC 60417-6270:2014-04)	
F-4	Moving permanent-magnet ratiometer (quotientmeter) (IEC 60417-6271:2014-04)	
F-5	Moving-iron instrument (IEC 60417-6272:2014-04)	
F-6	Polarized moving-iron instrument (IEC 60417-6269:2014-04)	
F-7	Moving-iron ratiometer (quotientmeter) (IEC 60417-6273:2014-04)	
F-8	Ironless electrodynamic instrument (IEC 60417-6274:2014-04)	
F-9	Iron-cored electrodynamic (ferro-dynamic) instrument (IEC 60417-6275:2014-04)	
F-10	Ironless electro-dynamic ratiometer (quotientmeter) (IEC 60417-6276:2014-04)	
F-11	Iron-cored electro-dynamic (ferro-dynamic) ratiometer (quotientmeter) (IEC 60417-6277:2014-04)	

F General symbols (see also IEC 60417)		
F-12	Induction instrument (IEC 60417-6278:2014-04)	
F-13	Induction ratiometer (quotientmeter) (IEC 60417-6279:2014-04)	
F-14	Bimetallic instrument (IEC 60417-6280:2014-04)	
F-15	Electrostatic instrument (IEC 60417-6281:2014-04)	
F-16	Vibrating-reed instrument (IEC 60417-6282:2014-04)	
F-17	Non-insulated thermocouple (thermal converter) ^b (IEC 60417-6283:2014-04)	
F-18	Insulated thermocouple (thermal converter) ^b (IEC 60417-6284:2014-04)	
F-19	Electronic device in a measuring circuit ^b (IEC 60417-6323:2015-03)	
F-20	Electronic device in an auxiliary circuit ^b (IEC 60417-6324:2015-03)	
F-21	Rectifier ^b (IEC 60417-5186:2002-10)	

F General symbols (see also IEC 60417)		
F-22	Shunt (IEC 60417-6322:2015-03)	
F-23	Series resistor (IEC 60417-6321:2015-03)	
F-24	Series inductor	
F-25	Series impedance	
F-26	Electric screen	
F-27	Magnetic screen	
F-28	Astatic instrument	ast
F-29	Magnetic field strength expressed in kiloamperes per metre, producing a variation corresponding to the class index (e.g. 2kA/m)	
F-30	Zero (span) adjuster (IEC 60417-6285:2014-04)	
F-31	Refer to a separate document, caution (ISO 7000-0434A:2004-01)	
F-32	Electric field strength expressed in kilovolts per metre, producing a variation corresponding to the class index (e.g. 10kV/m)	
F-33	General accessory °	
F-34	Ferrous support of thickness X mm	FeX
F-35	Ferrous support of any thickness	Fe
F-36	Non-ferrous support of any thickness	NFe
F-37	Noiseless earth (ground) terminal (IEC 60417-5018:2011-07)	

F General symbols (see also IEC 60417)		
F-38	Signal low terminal (IEC 60417-5173:2002-10)	
F-39	Positive terminal (IEC 60417-5005:2002-10)	
F-40	Negative terminal (IEC 60417-5006:2002-10)	
F-41	Resistance range setting control	
F-42	Overload protection device fitted (IEC 60417-6286:2014-04)	
F-43	Overload protection device reset control	

G Groups of environmental conditions		
G-1	Instrument used in laboratory	
G-2	Instrument used outdoor or under conditions that the ambient temperature changes badly	
^a Symbol E-2 is given for information only. It shall not be used on new designs of instruments. ^b If symbols F-17, F-18, F-19, F-20 or F-21 are combined with a symbol of an instrument, such as symbol F-1, the device is incorporated. ^c Symbol F-33 denotes that a device is external and shall be combined with one of the symbols F-17, F-18, F-19, F-20 or F-21.		

6.5 Markings and symbols for terminals

6.5.1 Requirements for markings

6.5.1.1 The marking shall be applied on or adjacent to the relevant terminal.

6.5.1.2 If there is insufficient space adjacent to a terminal for the marking specified, a permanently attached nameplate shall be provided having details of the terminals and identifying them in an unambiguous way.

6.5.1.3 The markings shall be and remain legible and indelible and of a colour which contrasts with the background or shall be moulded.

6.5.1.4 A marking shall not be applied to a removable part of a terminal (such as a terminal head).

6.5.1.5 If markings are applied to a cover over several terminals, it shall not be possible to fit the cover so that the markings become incorrect.

6.5.1.6 When a diagram of connections is supplied, the marking for a terminal shall be identical to that on the diagram of connections relating to that terminal.

6.5.1.7 The measuring circuit terminals for portable and hand-held instruments shall be marked with the symbol of measurement category and shall be adjacent to the relevant terminals. The symbol F-31 shall be marked on a visible place for panel mounted instruments and shall be stated in the instruction of the instruments.

6.5.2 Earthing (grounding) terminals

6.5.2.1 Terminals which are required to be connected to a protective earth (ground) for reasons of safety shall be marked with symbol C-2 (Table 6).

6.5.2.2 Terminals which are required to be connected to a noiseless earth (ground) to prevent impairment of performance shall be marked with symbol F-37 (Table 6).

6.5.2.3 Terminals which are connected to accessible conductive material but which are not necessarily required to be connected to earth (ground) shall be marked with symbol C-3 (Table 6).

6.5.3 Measuring circuit terminals

If a terminal of a measuring circuit is intended to be kept at or near to earth (ground) potential (e.g. for safety or functional reasons), it shall either be marked with a capital N if it is intended to be connected to the neutral conductor of an a.c. supply circuit, or shall be marked with symbol F-38 (Table 6) in all other circumstances.

These markings are additional to and shall follow any other markings prescribed for the relevant terminal.

6.5.4 Special markings for terminals

Special markings are given in the relevant parts.

6.6 Instructions for use

The instructions shall include following information:

- Brief description for the principle of measurement;
- Measuring method;
- Connection diagrams;
- Type of battery(ies)/ rechargeable cells (if necessary);

- Information on the charging current, charging voltage and duration of charging for rechargeable cells (if necessary);
- Operational lifetime/runtime of the battery /rechargeable cells or the possible number of measurements(if necessary);
- Degrees of protection provided by enclosures(IP code, IEC 60529:2013);
- Any required information excepted the information specified in 6.2.2 and b), c), d), h), m) specified in 6.2.3;
- All information which may be omitted according to 6.2.7;
- If a hazard could be caused by an incorrect reading when measuring or indicating, the instructions shall provide guidance on how to determine that the equipment is functioning correctly.
- Any other necessary special guidance notes.

7 Package

7.1 Instruments and accessories shall be adequately packed to ensure that, after transporting to the user, under normal conditions specified, they comply with the requirements of this standard relating to their class index.

7.2 The external package shall be marked relevant symbols for handling of goods specified in ISO 780:1997.

8 Test rules

8.1 Type of test

Three types of test are required: type tests, routine tests and recurrent tests.

8.2 Type tests

Type test shall be made on a single specimen or on a small number of specimens of each design selected by the manufacturer to verify that the respective type of instrument meets all the requirements of this standard for the relevant class of instrument.

8.3 Routine tests

Routine tests shall be made on all products to verify the products made by the manufacturer conform to the partial main requirements specified in this part and supplemented in relevant parts.

Some routine tests are given in Annex D.

Some routine tests may be supplemented in the relevant parts.

8.4 Recurrent tests

Recurrent tests are usually made periodically during the life of an instrument or an accessory to ensure electrical safety is continued.

The applicable tests as listed in Clause 5.5.1 shall be used for recurrent test.

The values found in these tests shall be documented together with the measuring method and shall be assessed. The values measured shall not exceed the acceptable limit

The period of recurrent test shall be specified in the accompanying documents.

8.5 Nonconformity classification

Nonconformity can be classified such as: class A, class B and class C. The weight of class A is 1, the weight of class B is 0,6, the weight of class C is 0,2. Nonconformity classification of tests is given in Annex A of IEC 60051-2 to 8.

8.6 Judgement of test results

During the test, if weight of nonconformity class A or other class translating to A of any specimen is accumulatively no less than 1, the specimen is a nonconforming item. Unless otherwise stated, the nonconformity which repeats on the same test of the same specimen is considered as one.

Annex A (normative)

Limits of intrinsic uncertainty and variations

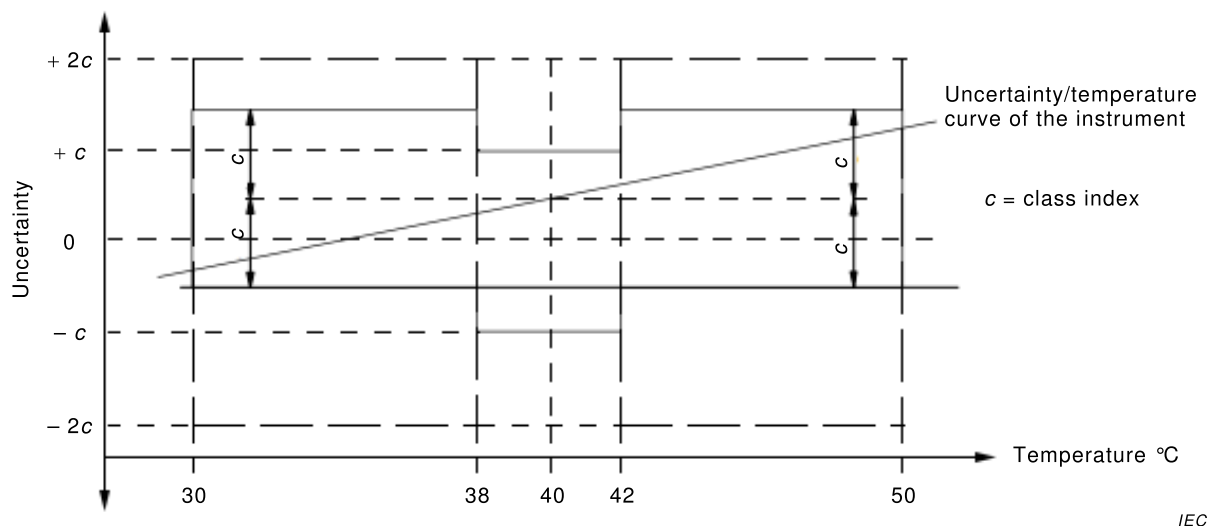
A.1 When an instrument or an accessory is operated under reference conditions, it is permitted to have an uncertainty (the intrinsic uncertainty) no greater than that implied by its class index, for example, for a class 0,5 instrument, the intrinsic uncertainties are not permitted to exceed 0,5 % of the fiducial value.

A.2 However, when an instrument or an accessory is operated outside its reference conditions for a particular influence quantity (but under reference conditions for all the other influence quantities), it is permitted to have a change in its uncertainty, called a variation, when that influence quantity is changed up to the limit of its nominal range of use. The value of the permissible variation is expressed as a percentage (usually 100 %) of the permissible intrinsic uncertainty.

A.3 The same value of variation is permitted over the whole of the nominal range of use up to both of its limits, but the sign need not be the same.

A.4 For example, an instrument having a class index of 0,5 and a reference temperature of 40 °C, marked as 40 °C in accordance with 6.3.1, is permitted to have an intrinsic uncertainty of ± 100 % of the class index, at the reference temperature and over the testing tolerance of ± 2 °C (see Table 2) around 40 °C.

A.5 In addition, over the nominal range of use for temperature of 30 °C to 50 °C (reference temperature is 40 °C), this instrument is permitted to have a variation of ± 100 % of the class index around the value of the uncertainty which it had at the reference temperature (40 °C). It is thus possible for the instrument to have a smaller uncertainty at some temperature within the nominal range of use than it had at the reference temperature.



NOTE 1 Reference value: 40 °C.

NOTE 2 Nominal range of use (Table 3): 30 °C to 50 °C.

Figure A.1 – Effect of temperature

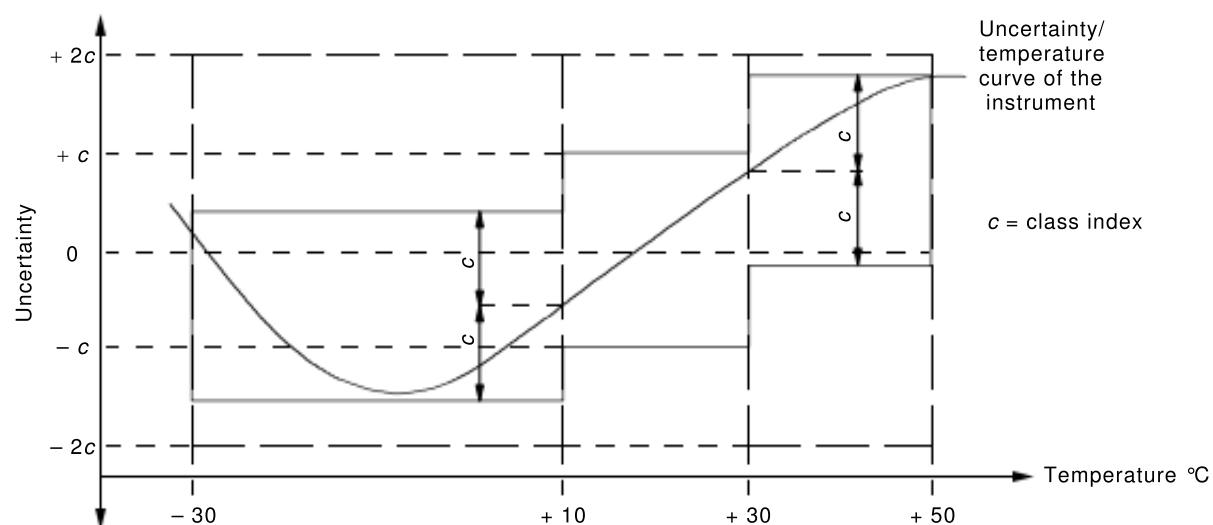
A.6 Figure A.1 shows how the uncertainty of this instrument is permitted to alter with temperature, the class index being shown as c .

A.7 If the uncertainty at the reference temperature (the intrinsic uncertainty) had been at its maximum permitted value of $+c$, the total permitted uncertainty over the temperature ranges 30 °C to 38 °C and 42 °C to 50 °C would have been between zero and $+2c$. Similarly, if the intrinsic uncertainty had been $-c$, the total permitted uncertainty would have been from zero to $-2c$.

A.8 When the reference condition of a particular influence quantity is a reference range, over the parts of the nominal range of use which are outside the reference range, the permissible variation is centred on the value of the uncertainty at the adjacent limit of the reference range.

A.9 For temperature influence quantity of group A and group B, the variation due to influence quantities changes from the reference temperature to the upper and lower of nominal temperature range. For temperature influence quantity of group C, the variation is a temperature coefficient. The permissible variation of an instrument or an accessory caused by the temperature influence quantity changed per 10K from the reference temperature (the reference temperature range) is the value of $\pm 50\%$ of the class index, in nominal temperature range.

A.10 Figure A.2 is an example of an instrument having a class index of 0,5 and marked $-30\text{ °C} \dots +10\text{ °C} \dots +30\text{ °C} \dots +50\text{ °C}$ in accordance with 6.3.4 (reference range for temperature $+10\text{ °C}$ to $+30\text{ °C}$; nominal range of use for temperature -30 °C to $+50\text{ °C}$) is permitted to have an intrinsic uncertainty of $\pm 100\%$ of the class index over the temperature range $+10\text{ °C}$ to $+30\text{ °C}$.



IEC

NOTE 1 Reference range: $+10\text{ °C}$ to $+30\text{ °C}$ (different from Table 2).

NOTE 2 Nominal range of use: -30 °C to $+50\text{ °C}$ (different from Table 3).

Figure A.2 – Effect of temperature

A.11 In addition, over the nominal range of use of -30 °C to $+10\text{ °C}$, a variation is permitted of $\pm 100\%$ of the class index centred on the uncertainty which the instrument had at $+10\text{ °C}$. Similarly, a variation of $\pm 100\%$ of the class index, centred on the uncertainty which the instrument had at $+30\text{ °C}$ is permitted over the nominal range use from $+30\text{ °C}$ to $+50\text{ °C}$.

A.12 If, as is likely in practice, more than one influence quantity is simultaneously outside its reference condition, the resultant uncertainty is unlikely to exceed the sum of the separate variations and may be smaller than any of them, as the resulting uncertainties may to some extent cancel each other.

A.13 Information about the simultaneous effect of several influence quantities can usually only be determined by carrying out tests for particular combinations of values of influence quantities. The manufacturer may sometimes be able to provide this information.

A.14 Manufacturers usually may not be able to provide the information about the simultaneous effect of several or all of influence quantities. Users can evaluate the maximum permitted operating uncertainty using the formula given in Annex C.

Annex B (informative)

Relationship between ambient temperature and relative humidity

The relationship between ambient temperature and relative humidity is shown in Figure B.1.

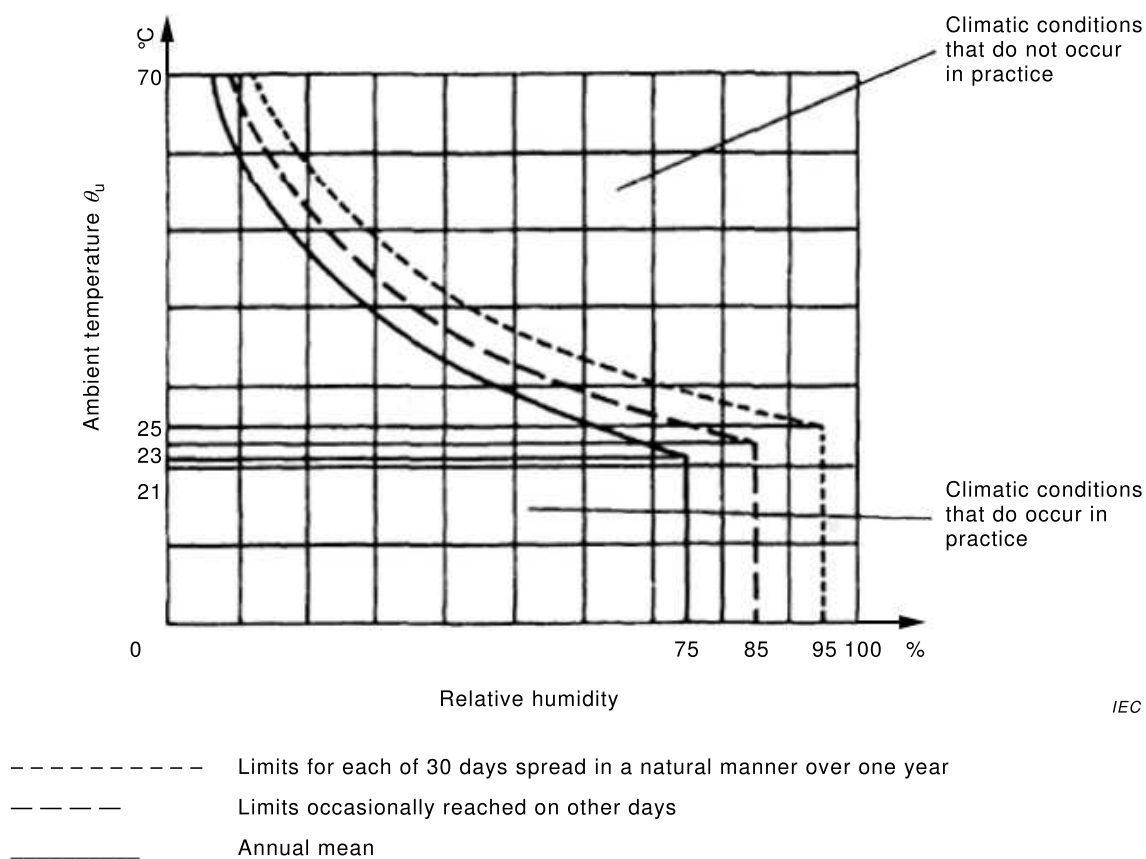


Figure B.1 – Relationship between ambient temperature and relative humidity

Annex C (informative)

Estimation of uncertainties

C.1 Uncertainties in this standard

Uncertainties described in this part of IEC 60051 are shown in Figure C.1.

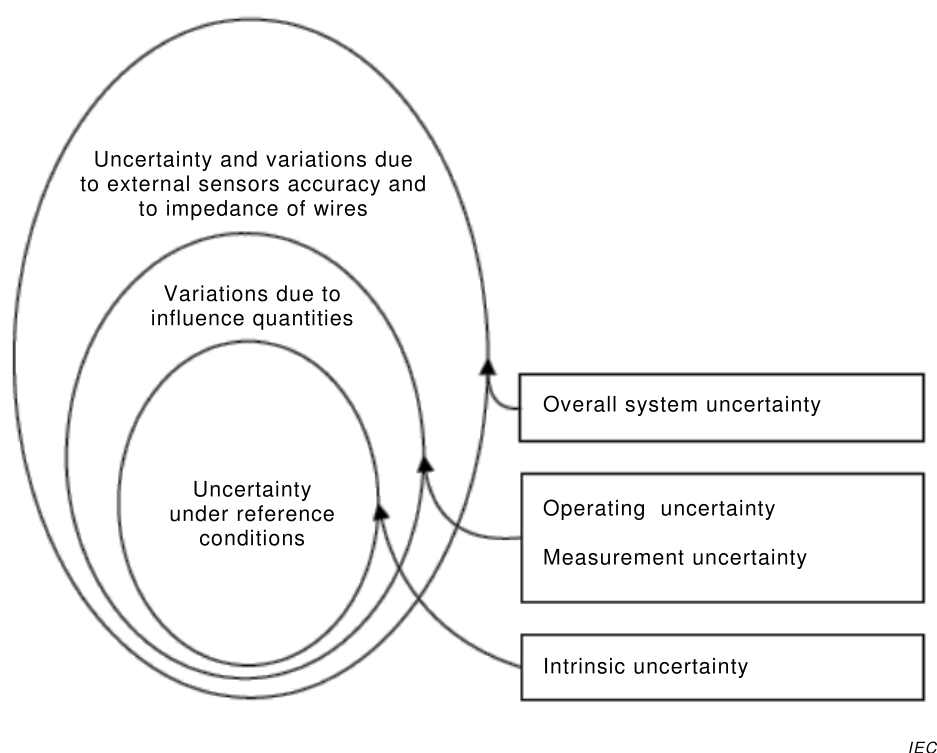


Figure C.1 – Different kinds of uncertainty

C.2 Operating uncertainty

C.2.1 General

Operating uncertainty shall include intrinsic uncertainty (under reference conditions) and the variations due to influence quantities. The users have two ways to estimate the maximum operating uncertainty of instrument in use. One way is to estimate according to type test data provided by the manufacturer, the other way is to estimate according to limit of intrinsic uncertainty and limit of variations due to every influence specified by this standard relating to their class index.

C.2.2 Estimating absolute operating uncertainty according to type test results

Operating uncertainty shall include intrinsic uncertainty (under reference conditions) and the variations due to influence quantities.

When manufacturers provide type test data, absolute operating uncertainty can be estimated using Formula C.1. Intrinsic uncertainty has dependency with each influence quantity, the variations obtained from type test can be treated as rectangular distribution, and the influence quantities are mutually independent. The operating uncertainty is expanded uncertainty which

has a coverage factor of 2 (corresponding to a coverage probability of approximately 95 %), then:

$$U_{\text{op}} = U_{\text{int}} + 2 \sqrt{\frac{V_1^2}{\sqrt{3}^2} + \frac{V_2^2}{\sqrt{3}^2} + \dots + \frac{V_n^2}{\sqrt{3}^2}}$$

$$U_{\text{op}} = U_{\text{int}} + 1,15 \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2} \quad (\text{C.1})$$

Where:

- U_{op} absolute operating uncertainty;
- U_{int} absolute intrinsic uncertainty;
- V_i variations due to every influence (in rated operating range), which are determined in the test;
- i the number of variations;
- n the quantities of variations.

C.2.3 Estimating absolute operating uncertainty according to limit of intrinsic uncertainty and limit of variations due to every influence specified by this standard

Without a manufacturer's type test data, absolute operating uncertainty can be estimated according to the limit of intrinsic uncertainty and the limit of variations due to every influence specified by this part of IEC 60051 relating to the class index, using Formula C.2.

In addition, intrinsic uncertainty is related to influence quantities, and influence quantities are mutually independent. The limits of variations specified by this part of IEC 60051 can be treated as Gaussian distribution. Operating uncertainty is expanded uncertainty which has a coverage factor of 2 (corresponding to a coverage probability of approximately 95 %). The limits of variations specified by this standard have a coverage factor of 2, so half of the variation limit is considered as the standard uncertainty. Then:

$$U_{\text{op}} = U_{\text{int}} + 2 \sqrt{\frac{V_1^2}{2^2} + \frac{V_2^2}{2^2} + \dots + \frac{V_n^2}{2^2}}$$

$$U_{\text{op}} = U_{\text{int}} + \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2} \quad (\text{C.2})$$

Where:

- U_{op} is the absolute operating uncertainty obtained from this standard;
- U_{int} is the absolute intrinsic uncertainty specified by this standard;
- V_i is the variations due to every influence (in rated operating range), which are specified in Table 3 and related parts of this standard;
- i is the number of variations;
- n is the quantities of variations.

C.3 Overall system uncertainty

The overall system uncertainty of an instrument with external accessory(ies) such as shunt, resistor and impedance shall include the operating uncertainty of the instrument, the uncertainty of the impedance of wires and the operating uncertainty of accessory(ies)

Formula (C.3) is a simplified approach, and applies only to voltage, current, active power, reactive power, power factor and phase measurements:

$$U_s = 1,15 \sqrt{U_{op}^2 + \sum_{i=1}^N (U_a + U_w)^2} \quad (C.3)$$

Where:

- U_s overall system uncertainty;
- U_{op} absolute operating uncertainty of an instrument;
- U_a absolute operating uncertainty of interchangeable accessory;
- U_w absolute uncertainty of impedance of wires;
- N the quantities of accessories;
- i the number of transducer or wires.

C.4 Fiducial operating uncertainty

According to 3.7.1, Note 5, the fiducial uncertainty is the ratio U/V_f of the absolute uncertainty U to a conventionally chosen value V_f . So, the fiducial operating uncertainty expressed in percentage shall be determined using Formula C.4:

$$U_F = \frac{U_{abs}}{F} 100\% \quad (C.4)$$

Where:

- U_F fiducial operating uncertainty;
- U_{abs} absolute operating uncertainty;
- F fiducial value.

Annex D (normative)

Routine Tests

General routine tests shall be carried out on all products according to specified items below:

- Test for intrinsic uncertainty (subclause 5.2);
- Test for variation due to position (subclause 5.3; Table 3);
- The voltage test shall be performed on all the instruments and accessories which have both hazardous live parts and accessible conductive parts (subclause 5.5.1);

NOTE Measuring terminals of rack-mounted and panel-mounted meter under normal operating conditions are not considered as accessible parts.

- Test for return to zero (subclause 5.5.5);
- Other tests supplemented in relevant parts.

Bibliography

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – 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 instruments*

IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60417-DB-12M, *Graphical symbols for use on equipment – 12-month subscription to online database comprising all graphical symbols published in IEC 60417*

IEC 61557-12:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD)*

IEC 62052-11:2003, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62586-1:2013, *Power quality measurement in power supply systems – Part 1: Power quality instruments (PQI)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	61
INTRODUCTION.....	63
1 Domaine d'application.....	64
2 Références normatives	65
3 Termes et définitions	65
3.1 Termes généraux	66
3.2 Description des appareils selon leur mode de fonctionnement	69
3.3 Caractéristiques de construction des appareils	71
3.4 Eléments caractéristiques des appareils	73
3.5 Valeurs caractéristiques	73
3.6 Grandeur d'influence, conditions de référence, domaine nominal d'utilisation et préconditionnement.....	74
3.7 Incertitude et variations	76
3.8 Exactitude, classe d'exactitude et indice de classe.....	77
3.9 Essai	78
4 Description, classification et conformité.....	78
4.1 Description.....	78
4.1.1 Description des appareils selon leur mode de fonctionnement ou leur nature	78
4.1.2 Description selon les conditions d'environnement	78
4.1.3 Description selon les conditions mécaniques	78
4.1.4 Description selon les degrés de protection.....	79
4.2 Classification	79
4.3 Conformité aux exigences de la présente norme	79
5 Exigences	79
5.1 Conditions de référence	79
5.2 Limites de l'incertitude intrinsèque, valeur de repère	79
5.2.1 Limites de l'incertitude intrinsèque.....	79
5.2.2 Correspondance entre l'incertitude intrinsèque et la classe d'exactitude	80
5.2.3 Valeur de repère	80
5.3 Domaine nominal d'utilisation et variations.....	82
5.3.1 Domaine nominal d'utilisation	82
5.3.2 Limites des variations	83
5.3.3 Conditions à respecter pour la détermination des variations	84
5.4 Incertitude de fonctionnement, incertitude globale du système et variations.....	85
5.5 Exigences électriques	85
5.5.1 Exigences de sécurité électrique	85
5.5.2 Autoéchauffement	85
5.5.3 Surcharges admissibles	86
5.5.4 Limites de la plage de températures	86
5.5.5 Ecart de zéro	86
5.5.6 Compatibilité électromagnétique (CEM)	86
5.6 Exigences de construction.....	87
5.6.1 Exigences générales de construction.....	87
5.6.2 Amortissement.....	87
5.6.3 Plombage destiné à interdire l'accès à l'intérieur de l'appareil	87

5.6.4	Echelles.....	88
5.6.5	Butoir.....	89
5.6.6	Valeurs préférentielles	89
5.6.7	Appareils de réglage, mécaniques et/ou électriques.....	89
5.6.8	Effets des vibrations et des chocs	90
5.6.9	Degrés de protection procurés par l'enveloppe	90
5.6.10	Bornes.....	91
6	Informations, marquages et symboles	91
6.1	Informations.....	91
6.2	Marquages, symboles et leurs emplacements	92
6.3	Marquages relatifs aux valeurs de référence et aux plages nominales d'utilisation des grandeurs d'influence	93
6.4	Symboles pour le marquage des appareils et accessoires	93
6.5	Marquages et symboles pour les bornes	102
6.5.1	Exigences relatives aux marquages.....	102
6.5.2	Bornes de mise à la terre	102
6.5.3	Bornes du circuit de mesure	102
6.5.4	Marquages spéciaux pour les bornes.....	102
6.6	Instructions d'utilisation	102
7	Emballage	103
8	Règles d'essai	103
8.1	Type d'essai.....	103
8.2	Essais de type	103
8.3	Essais individuels de série	103
8.4	Essais récurrents	103
8.5	Classification des non-conformités	104
8.6	Jugement des résultats d'essai.....	104
Annexe A (normative)	Limites de l'incertitude intrinsèque et limites de variations	105
Annexe B (informative)	Relation entre température ambiante et humidité relative	108
Annexe C (informative)	Estimation des incertitudes	109
C.1	Incertitudes décrites dans la présente norme	109
C.2	Incertitude de fonctionnement.....	109
C.2.1	Généralités	109
C.2.2	Estimation de l'incertitude absolue de fonctionnement en fonction des résultats d'essai de type.....	109
C.2.3	Estimation de l'incertitude absolue de fonctionnement en fonction des limites de l'incertitude intrinsèque et des limites de variations dues à chaque grandeur d'influence spécifiées dans la présente norme relativement à leur indice de classe	110
C.3	Incertitude globale du système	111
C.4	Incertitude conventionnelle de fonctionnement.....	111
Annexe D (normative)	Essais individuels de série	112
Bibliographie		113
Figure 1	– Plage de mesure de 10 A à 50 A.....	88
Figure 2	– Plage de mesure de 80 V à 110 V.....	89
Figure 3	– Plages de mesure de 0,06 MΩ à 0,4 MΩ et de 0,1 MΩ à 2 MΩ	89
Figure A.1	– Effet de la température.....	106

Figure A.2 – Effet de la température.....	107
Figure B.1 – Relation entre température ambiante et humidité relative	108
Figure C.1 – Différents types d'incertitudes	109
Tableau 1 – Exigences IP minimales	79
Tableau 2 – Conditions de référence et tolérances pour les essais relatifs aux grandeurs d'influence.....	81
Tableau 3 – Limites du domaine nominal d'utilisation et variations admissibles	83
Tableau 4 – Diamètres de la vis conductrice et de l'aire de la surface de contact	91
Tableau 5 – Unité, grandeurs et préfixes SI	94
Tableau 6 – Symboles pour le marquage des appareils et accessoires.....	95

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILS DE MESURE ÉLECTRIQUES INDICATEURS
ANALOGIQUES À ACTION DIRECTE ET LEURS ACCESSOIRES –Partie 1: Définitions et exigences générales
communes à toutes les parties

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60051-1 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Equipements de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 1997. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- ajout des exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) et des éléments d'essai;
- mise à jour des symboles de sécurité et des exigences selon la nouvelle série IEC 61010;

- remplacement du concept "d'erreur" par le concept "d'incertitude";
- ajout de la classification de l'environnement de service et de la classification en fonction du mode de fonctionnement, de la condition mécanique et des degrés de protection;
- ajout des exigences relatives au transport et au stockage des appareils et accessoires selon l'IEC 60359;
- ajout d'informations complémentaires aux annexes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/521/FDIS	85/536/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60051, publiées sous le titre général *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La série IEC 60051 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante, sous le titre général *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*.

Partie 1: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties

Partie 2: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres

Partie 3: Prescriptions particulières pour les wattmètres et les varmètres

Partie 4: Prescriptions particulières pour les fréquencemètres

Partie 5: Prescriptions particulières pour les phasemètres, les appareils de mesure de puissance et les synchronoscopes

Partie 6: Prescriptions particulières pour les ohmmètres (les impédancemètres) et les conductancemètres

Partie 7: Prescriptions particulières pour les appareils à fonctions multiples

Partie 8: Prescriptions particulières pour les accessoires

Partie 9: Méthodes d'essai recommandées

Les Parties 2 à 9 ne sont pas complètes par elles-mêmes et doivent être lues conjointement avec la présente Partie 1.

Ces parties sont organisées de la même manière et présentent une correspondance normalisée identique entre les sujets traités et les numéros d'articles. Cette réorganisation permettra au lecteur de l'IEC 60051 de distinguer les informations relatives aux différents types d'appareils.

APPAREILS DE MESURE ÉLECTRIQUES INDICATEURS ANALOGIQUES À ACTION DIRECTE ET LEURS ACCESSOIRES –

Partie 1: Définitions et exigences générales communes à toutes les parties

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60051 spécifie les définitions et les exigences générales relatives aux appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires.

La présente partie s'applique aux appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe, tels que les:

- ampèremètres et voltmètres;
- wattmètres et varmètres;
- fréquencemètres à aiguille et à lames vibrantes;
- phasemètres, appareils de mesure de puissance et synchronoscopes;
- ohmmètres (impédancemètres) et conductancemètres;
- appareils à fonctions multiples des types ci-dessus.

Elle s'applique également à:

- certains accessoires utilisés avec ces appareils, tels que les:
 - shunts;
 - résistances et impédances additionnelles.
- un ensemble d'appareils plus accessoires, à condition que les réglages aient été effectués pour cet ensemble;
- aux appareils électriques de mesure à action directe dont les repères de l'échelle ne correspondent pas directement à la grandeur électrique appliquée à l'entrée de l'appareil, à condition que la relation entre celles-ci soit connue;
- aux appareils et accessoires qui comportent des dispositifs électroniques dans leurs circuits de mesure et/ou auxiliaires.

Les normes de cette série ne s'appliquent pas aux:

- appareils spéciaux couverts par leurs propres normes IEC;
- dispositifs spéciaux couverts par leurs propres normes IEC, lorsqu'ils sont utilisés en tant qu'accessoires.

La présente norme ne spécifie pas les exigences relatives aux dimensions des appareils ou accessoires (pour les premiers, voir l'IEC 60473).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

IEC 60051-9, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires – Partie 9: Méthodes d'essai recommandées*¹

IEC 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

IEC 60529:2013, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

IEC 60721-3-3/AMD1:1995

IEC 60721-3-3/AMD2:1996

IEC 60721-3-7:1995, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 7: Utilisation en déplacement*

IEC 60721-3-7/AMD1:1996

IEC 61010-1:2010, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61010-2-030:2010, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure*

IEC 61326-1:2012, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61326-2-1:2012, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 2-1: Exigences particulières – Configurations d'essai, conditions fonctionnelles et critères de performance pour essai de sensibilité et équipement de mesures pour les applications non protégées de la CEM*

ISO 780:1997, *Emballage – Marquages graphiques relatifs à la manutention des marchandises*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions de l'IEC 60359, ainsi que les suivants, s'appliquent.

¹ A publier.

3.1 Termes généraux

3.1.1

appareil électrique de mesure

appareil de mesure destiné à mesurer une grandeur électrique ou une grandeur non électrique par des moyens électriques ou électroniques

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.4]

3.1.2

appareil d'affichage analogique

appareil de mesure dont la fonction continue consiste à présenter ou afficher la valeur de sortie de la grandeur mesurée

Note 1 à l'article: Un appareil dans lequel une variation de l'indication se produit par petits paliers discrets, mais qui ne comporte pas d'affichage numérique, est considéré comme un appareil à affichage analogique.

3.1.3

appareil indicateur

appareil de mesure qui affiche à tout moment la valeur de la grandeur mesurée sans l'enregistrer

Note 1 à l'article: La valeur indiquée peut être différente de la valeur de la grandeur mesurée par l'appareil et peut être exprimée en unités d'une grandeur différente.

3.1.4

appareil indicateur à action directe

appareil dans lequel le dispositif indicateur, relié mécaniquement à l'équipage mobile, est actionné par celui-ci

3.1.5

appareil à fonctions multiples

appareil avec un seul appareil indicateur, destiné à mesurer plusieurs sortes de grandeurs (par exemple, appareil de mesure de courant, de tension et de résistance)

3.1.6

appareil fixe

appareil de mesure conçu pour être monté sur un support et destiné à être relié au moyen de conducteurs installés à demeure

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 312-02-17]

3.1.7

appareil portable

appareil conçu spécifiquement pour être transporté à la main

Note 1 à l'article: L'appareil est destiné à être branché et débranché par l'utilisateur.

3.1.8

appareil portatif

appareil destiné à être tenu dans une main en utilisation normale

3.1.9

appareil monté sur panneau

appareil installé fixe conçu pour être monté sur la découpe d'un panneau ou sur un châssis

[SOURCE: IEC 62586-1:2013, définition 3.1.6]

3.1.10

appareil polyphasé

appareil destiné à effectuer des mesures dans un système polyphasé et conçu pour être connecté à plus d'une phase du système

3.1.11

appareil astatique

appareil de mesure dont l'élément de mesure est, par conception, insensible à l'action des champs magnétiques uniformes d'origine extérieure

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 312-02-05]

3.1.12

ampèremètre

appareil destiné à mesurer la valeur d'un courant

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-01]

3.1.13

voltmètre

appareil destiné à mesurer la valeur d'une tension

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-03]

3.1.14

ohmmètre

appareil de mesure de résistance

appareil destiné à mesurer une résistance électrique

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-09]

3.1.15

wattmètre

appareil destiné à mesurer une puissance active

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-06]

3.1.16

varmètre

appareil destiné à mesurer une puissance réactive

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-07]

3.1.17

phasemètre

appareil destiné à mesurer le déphasage de deux grandeurs électriques d'entrée de même fréquence et de forme d'onde similaire

Note 1 à l'article: Un tel appareil mesure:

– le déphasage entre une tension et une autre tension ou entre un courant et un autre courant,

ou

– le déphasage entre une tension et un courant.

3.1.18

appareil de mesure de facteur de puissance

appareil destiné à mesurer le rapport de la puissance active à la puissance apparente d'un circuit électrique

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-14]

3.1.19

synchronoscope

appareil destiné à indiquer que deux tensions alternatives ou deux systèmes de tensions polyphasées alternatives ont la même fréquence et sont en phase

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 313-01-22]

3.1.20

accessoire

élément, groupe d'éléments ou dispositif associé au circuit de mesure d'un appareil de mesure pour donner à l'appareil de mesure des caractéristiques spécifiées

3.1.21

accessoire interchangeable

accessoire avec ses qualités et sa précision propres, indépendantes de celles de l'appareil auquel il peut être associé

Note 1 à l'article: Un accessoire est considéré comme interchangeable lorsque ses caractéristiques assignées sont connues, marquées et suffisantes pour permettre la détermination de ses erreurs et variations sans faire intervenir l'appareil associé. Un shunt dont le réglage tient compte d'un courant d'appareil non négligeable et connu est considéré comme interchangeable.

3.1.22

accessoire à interchangeabilité limitée

accessoire qui possède des qualités et une précision propres, qui ne peut être associé qu'à des appareils de mesure dont certaines caractéristiques sont comprises dans des limites spécifiées

3.1.23

accessoire non interchangeable

accessoire adapté aux caractéristiques électriques d'un appareil de mesure déterminé

3.1.24

shunt

résistance connectée en parallèle sur un circuit de mesure d'un appareil de mesure

Note 1 à l'article: Un shunt est généralement destiné à fournir une tension proportionnelle au courant à mesurer.

3.1.25

résistance (impédance) additionnelle

résistance (impédance) connectée en série sur un circuit de mesure d'un appareil de mesure

Note 1 à l'article: Une résistance (impédance) additionnelle est généralement destinée à étendre la plage de mesure de tension d'un appareil.

3.1.26

cordon de mesure

cordon avec un ou plusieurs conducteurs, spécialement conçu pour interconnecter des appareils de mesure à des circuits extérieurs ou accessoires

3.1.27

cordon de mesure étalonné

cordon de mesure dont la résistance a une valeur spécifiée

Note 1 à l'article: Un cordon de mesure étalonné est considéré comme un accessoire interchangeable d'un appareil mesureur.

3.1.28

facteur de distorsion (harmonique totale) (d'une grandeur)

rapport de la valeur efficace du résidu harmonique à la valeur efficace de la grandeur non sinusoïdale

3.1.29

taux d'ondulation d'une grandeur

rapport de la valeur efficace de la composante variable à la valeur efficace de la composante continue

3.1.30

facteur de crête

rapport de la valeur de crête à la valeur efficace d'une grandeur périodique

3.2 Description des appareils selon leur mode de fonctionnement

3.2.1

appareil magnétoélectrique à cadre mobile

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'interaction du champ magnétique dû à un courant qui parcourt une bobine mobile avec le champ d'un aimant permanent fixe

Note 1 à l'article: L'appareil peut comporter plusieurs bobines pour mesurer des sommes ou des rapports de courants.

3.2.2

appareil à aimant mobile

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'interaction du champ d'un aimant permanent mobile avec le champ magnétique dû à un courant qui parcourt une bobine fixe

Note 1 à l'article: L'appareil peut comporter plusieurs bobines.

3.2.3

appareil à fer mobile

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'attraction entre une pièce mobile en matériau magnétique doux et le champ dû à un courant qui parcourt une bobine fixe ou sur la répulsion (et l'attraction) entre une ou plusieurs pièces fixes en matériau magnétique et une pièce mobile en matériau magnétique doux, aimantées par un courant qui parcourt une bobine fixe

3.2.4

appareil à fer mobile polarisé

appareil avec une pièce mobile en matériau magnétique doux soumise à l'action d'un aimant permanent fixe et du champ magnétique dû à un courant qui parcourt une bobine fixe

3.2.5

appareil électrodynamique

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'interaction du champ magnétique dû à un courant qui parcourt une bobine mobile avec le champ magnétique dû à un courant qui parcourt une ou plusieurs bobines fixes

3.2.6

appareil ferrodynamique (appareil électrodynamique à noyau de fer)

appareil électrodynamique dans lequel l'effet électrodynamique est modifié par la présence de pièces en matériau magnétique doux dans le champ magnétique

3.2.7

appareil à induction

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'interaction du ou des champs magnétiques d'un ou de plusieurs électro-aimants alternatifs fixes avec le ou les champs magnétiques dus aux courants qu'ils induisent dans un ou plusieurs éléments conducteurs mobiles

3.2.8

appareil thermique

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'effet d'échauffement produit par le passage de courant(s) dans un ou plusieurs de ses conducteurs

3.2.8.1

appareil bimétallique

appareil thermique dans lequel l'indication est fournie par la déformation d'une bilame (dont les matériaux constitutifs ont des coefficients de dilatation différents en fonction de la température), due à son échauffement direct ou indirect par un courant

3.2.8.2

appareil à thermocouple

appareil thermique qui utilise la force électromotrice due à l'échauffement d'un ou de plusieurs thermocouples par le courant à mesurer

Note 1 à l'article: La force électromotrice est souvent mesurée à l'aide d'un appareil magnétoélectrique à cadre mobile.

3.2.9

appareil à redresseur

appareil constitué d'un appareil de mesure sensible au courant continu associé à un dispositif redresseur, au moyen duquel des courants ou des tensions alternatifs peuvent être mesurés

3.2.10

appareil électrostatique

appareil dont le fonctionnement est basé sur l'action des forces électrostatiques qui s'exercent entre des électrodes fixes et mobiles

3.2.11

fréquencemètre à aiguille

appareil qui indique la fréquence mesurée par la position relative d'un index et d'une échelle

3.2.12

fréquencemètre à lames vibrantes

appareil destiné à mesurer une fréquence, avec un ensemble de lames vibrantes accordées, dont une ou plusieurs entrent en résonance sous l'action d'un courant alternatif de la fréquence correspondante qui parcourt une ou plusieurs bobines fixes

3.2.13

logomètre (quotient-mètre)

appareil destiné à mesurer le rapport (quotient) des valeurs de deux grandeurs

3.2.14

appareil à réponse en valeur efficace

appareil qui, dans une plage de fréquence spécifiée, fournit une indication conçue pour être proportionnelle à la valeur efficace de la grandeur mesurée, même lorsque celle-ci n'est pas sinusoïdale ou qu'elle a une composante continue

3.2.15

appareil qui répond à une valeur moyenne

appareil à échelle de valeur efficace, mais qui, dans une plage de fréquence spécifiée, fournit une indication conçue pour être proportionnelle à la valeur moyenne de la grandeur mesurée

Note 1 à l'article: Ces appareils ne reflètent pas la valeur efficace d'un mesurande lorsque le mesurande n'est pas sinusoïdal ou a une composante continue.

3.3 Caractéristiques de construction des appareils

3.3.1

circuit de mesure (d'un appareil)

partie du circuit électrique située à l'intérieur de l'appareil et de ses accessoires, à laquelle il faut ajouter les cordons s'il y en a, alimentée par une tension ou un courant; l'une de ces grandeurs ou les deux constituent un facteur essentiel pour déterminer l'indication de la grandeur mesurée (l'une de ces grandeurs peut être la grandeur mesurée elle-même)

3.3.1.1

circuit de courant

circuit de mesure parcouru par un courant qui constitue un facteur essentiel pour déterminer l'indication de la grandeur mesurée

Note 1 à l'article: Il peut s'agir du courant directement mis en jeu dans la mesure ou d'un courant proportionnel fourni par un transformateur de courant extérieur ou obtenu à l'aide d'un shunt extérieur.

3.3.1.2

circuit de tension

circuit de mesure auquel est appliquée une tension qui constitue un facteur essentiel pour déterminer l'indication de la grandeur mesurée

Note 1 à l'article: Il peut s'agir de la tension directement mise en jeu dans la mesure ou d'une tension proportionnelle fournie par un transformateur de tension extérieur ou un diviseur de tension extérieur ou obtenue au moyen d'une résistance (impédance) additionnelle extérieure.

3.3.2

circuit de mesure externe

partie du circuit électrique extérieure à l'appareil qui permet d'obtenir la mesure d'une grandeur

3.3.3

circuit auxiliaire

circuit, autre qu'un circuit de mesure, exigé pour le fonctionnement de l'appareil

3.3.4

alimentation auxiliaire

circuit auxiliaire qui fournit de l'énergie électrique

3.3.5

élément de mesure

ensemble des parties d'un appareil de mesure sur lesquelles une grandeur mesurée provoque un mouvement de l'équipage mobile relatif à cette grandeur

3.3.6

équipage mobile

partie mobile d'un élément de mesure

3.3.7

dispositif indicateur

partie d'un appareil de mesure qui affiche les valeurs de la grandeur mesurée

3.3.8

index

élément qui, associé à l'échelle, indique la position de l'équipage mobile d'un appareil

3.3.9

échelle

ensemble des repères et chiffres permettant, en combinaison avec l'index, de déterminer la valeur de la grandeur mesurée

3.3.10

repères (d'une échelle)

repères portés sur le cadran dont le but est de diviser l'échelle en intervalles convenables afin que la position de l'index puisse être déterminée

3.3.11

repère zéro (d'une échelle)

repère du cadran associé au chiffre zéro

3.3.12

division (d'une échelle)

distance entre deux repères consécutifs quelconques d'une échelle

3.3.13

chiffraison (d'une échelle)

ensemble des chiffres associés aux repères d'une échelle

3.3.14

cadran

surface qui porte l'échelle et les autres repères et symboles

3.3.15

zéro mécanique

position d'équilibre vers laquelle tend l'index lorsque l'élément de mesure (dans le cas où il existe un couple mécanique antagoniste) n'est pas alimenté

Note 1 à l'article: Il peut ou peut ne pas coïncider avec le repère zéro de l'échelle.

Note 2 à l'article: Dans les appareils à zéro supprimé mécaniquement, le zéro mécanique ne correspond à aucun repère de l'échelle.

Note 3 à l'article: Dans les appareils où il n'existe aucun couple antagoniste, le zéro mécanique est indéterminé.

3.3.15.1

appareil de réglage du zéro mécanique

mécanisme au moyen duquel l'appareil peut être réglé de manière à ce que le zéro mécanique coïncide avec le repère d'échelle approprié

3.3.15.2

appareil de réglage de l'intervalle mécanique

mécanisme au moyen duquel l'appareil peut être réglé de manière à ce que la limite inférieure/supérieure de la plage de mesure coïncide avec le repère d'échelle approprié

3.3.16

zéro électrique

position d'équilibre vers laquelle tend l'index lorsque la grandeur électrique mesurée est zéro ou une valeur donnée et que le circuit de commande (éventuel) qui produit un couple antagoniste est alimenté

3.3.16.1

appareil de réglage du zéro électrique

pour un appareil qui nécessite une alimentation auxiliaire, mécanisme au moyen duquel l'appareil peut être réglé de manière à ce que le zéro électrique coïncide avec le repère d'échelle approprié

3.3.16.2

appareil de réglage de l'intervalle électrique

pour un appareil qui nécessite une alimentation auxiliaire, mécanisme au moyen duquel l'appareil peut être réglé de manière à ce que la limite inférieure/supérieure de la plage de mesure coïncide avec le repère d'échelle approprié

3.4 Éléments caractéristiques des appareils

3.4.1

longueur de l'échelle

longueur de la ligne (courbe ou droite) qui passe par les milieux de tous les repères les plus petits de l'échelle, comprise entre le premier et le dernier repère de l'échelle

Note 1 à l'article: Elle s'exprime en unités de longueur.

Note 2 à l'article: Si un appareil a plusieurs échelles, chaque échelle peut avoir sa longueur propre. Par commodité, la longueur de l'échelle de l'appareil est celle de l'échelle principale.

3.4.2

Intervalle (de mesure)

différence algébrique entre les valeurs de la limite supérieure et de la limite inférieure de l'étendue de mesure

Note 1 à l'article: Elle s'exprime en unités de la grandeur mesurée.

3.4.3

plage de mesure

plage définie par deux valeurs de la grandeur mesurée où les limites d'incertitude d'un appareil de mesure (et/ou accessoire) sont spécifiées

Note 1 à l'article: Un appareil de mesure (et/ou accessoire) peut avoir plusieurs plages de mesure.

3.4.4

déviations résiduelles

partie de la déviation d'un équipement mobile à couple mécanique antagoniste qui subsiste après que la cause qui l'a produite a disparu, alors qu'aucun des circuits de mesure n'est alimenté

3.4.5

dépassement

différence entre l'indication extrême et l'indication stable (exprimée en fraction de la longueur de l'échelle) lorsque la grandeur mesurée passe brusquement d'une valeur stable à une autre valeur

3.4.6

temps de réponse

temps nécessaire à l'indication pour atteindre et rester dans une bande centrée sur l'indication stable finale lorsque la grandeur mesurée varie brusquement de la valeur qui correspond à l'état non alimenté (zéro) à une valeur telle que l'indication stable finale se situe à un point spécifié de l'échelle

3.5 Valeurs caractéristiques

3.5.1

valeur nominale

valeur d'une grandeur qui indique l'utilisation prévue d'un appareil ou d'un accessoire. Les caractéristiques prévues pour les appareils et accessoires sont également des valeurs nominales

3.5.2

valeur assignée

valeur de la grandeur indiquée par le constructeur pour une condition de fonctionnement spécifiée de l'équipement ou appareil

Note 1 à l'article: Une valeur assignée V assortie d'une incertitude U est en fait une plage $V \pm U$; il convient qu'elle soit traitée comme telle.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.8]

3.5.3

valeur de repère

valeur clairement spécifiée d'une grandeur à laquelle la ou les incertitudes d'un appareil et/ou accessoire sont rapportées en vue de spécifier leurs précisions respectives

Note 1 à l'article: Cette valeur peut être, par exemple, la limite supérieure de la plage de mesure, l'intervalle ou une autre valeur clairement spécifiée.

3.6 Grandeur d'influence, conditions de référence, domaine nominal d'utilisation et préconditionnement

3.6.1

mesurande

grandeur faisant l'objet de la mesure, évaluée dans l'état où se trouve le système mesuré pendant la mesure elle-même

Note 1 à l'article: La valeur que prend une grandeur objet de la mesure, lorsqu'elle n'a pas d'interaction avec l'appareil de mesure, peut être appelée valeur non perturbée de la grandeur.

Note 2 à l'article: La valeur non perturbée et l'incertitude associée ne peuvent être calculées que par le biais d'un modèle du système mesuré et de l'interaction de la mesure, en connaissance des caractéristiques métrologiques propres à l'appareil, qui peut être appelé charge instrumentale.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.1]

3.6.2

grandeur d'influence

grandeur qui n'est pas l'objet de la mesure, dont la variation affecte la relation entre l'indication et le résultat de la mesure

Note 1 à l'article: Les grandeurs d'influence peuvent provenir du système de mesure, de l'appareil de mesure ou de l'environnement.

Note 2 à l'article: Comme le diagramme d'étalonnage dépend des grandeurs d'influence, pour assigner le résultat de la mesure, il est nécessaire de savoir si les grandeurs d'influence applicables sont dans la plage spécifiée.

Note 3 à l'article: Une grandeur d'influence est dite située dans une plage C' à C'' lorsque les résultats de sa mesure satisfont à la relation: $C' \leq V - U < V + U \leq C''$.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.14]

3.6.3

conditions de référence

ensemble approprié de valeurs et/ou de plages de valeurs spécifiées des grandeurs d'influence pour lequel les plus petites incertitudes admissibles d'un appareil de mesure sont spécifiées

Note 1 à l'article: Les plages spécifiées pour les conditions de référence, appelées plages de référence, ne sont pas plus larges et sont généralement plus étroites que les plages spécifiées pour les conditions de fonctionnement assignées.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.6.4

valeur de référence

valeur spécifiée d'une condition de référence qui appartient à un ensemble de conditions de référence

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.11]

3.6.5

domaine de référence

domaine de valeurs spécifié d'une condition de référence appartenant à un ensemble de conditions de référence

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.12]

3.6.6

domaine nominal d'utilisation ou domaine de fonctionnement assigné (pour les grandeurs d'influence)

domaine des valeurs spécifiées qu'une grandeur d'influence peut prendre sans que la variation dépasse des limites spécifiées

Note 1 à l'article: Le domaine de fonctionnement assigné de chaque grandeur d'influence fait partie des conditions de fonctionnement assignées.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.14]

3.6.7

valeurs limites de fonctionnement

valeurs extrêmes qu'une grandeur d'influence peut prendre pendant le fonctionnement sans endommager l'appareil d'une façon telle qu'il ne satisfait plus aux exigences de performance lorsqu'il fonctionne par la suite dans les conditions de référence

Note 1 à l'article: Les valeurs limites peuvent dépendre de la durée de leur application.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.16]

3.6.8

préconditionnement

action qui consiste à appliquer une valeur spécifiée de la grandeur mesurée au circuit de mesure avant l'exécution des essais ou l'utilisation de l'appareil ou accessoire

3.6.9

conditions de stockage et de transport

conditions extrêmes qui peuvent être supportées par un appareil de mesure hors fonctionnement sans dommage ni dégradation de ses caractéristiques métrologiques lorsqu'il fonctionne par la suite dans ses conditions de fonctionnement assignées

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.17]

3.6.10

valeurs limites de stockage

valeurs extrêmes qu'une grandeur d'influence peut prendre pendant le stockage sans endommager l'appareil de mesure d'une façon telle qu'il puisse plus satisfaire aux exigences de performance lorsqu'il fonctionne par la suite sous les conditions de référence

Note 1 à l'article: Les valeurs limites peuvent dépendre de la durée d'application.

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 311-07-07]

3.6.11

valeurs limites de transport

valeurs extrêmes qu'une grandeur d'influence peut prendre pendant le transport sans endommager l'appareil de mesure d'une façon telle qu'il ne puisse plus satisfaire aux exigences de performance lorsqu'il fonctionne par la suite dans les conditions de référence

Note 1 à l'article: Les valeurs limites peuvent dépendre de la durée d'application.

[SOURCE: IEC 60050-300:2001, 311-07-08]

3.7 Incertitude et variations

3.7.1

incertitude instrumentale (absolue)

incertitude du résultat d'une mesure directe d'un mesurande avec une incertitude intrinsèque négligeable

Note 1 à l'article: Sauf indication explicitement contraire, l'incertitude instrumentale s'exprime par un intervalle avec un facteur d'élargissement de 2.

Note 2 à l'article: Pour les mesures directes par lecture unique effectuées sur des mesurandes avec une faible incertitude intrinsèque par rapport à l'incertitude instrumentale, l'incertitude de la mesure coïncide par définition avec l'incertitude instrumentale. Dans les autres cas, l'incertitude instrumentale doit être traitée comme une composante de catégorie B pour évaluer l'incertitude de la mesure sur la base du modèle qui relie les différentes mesures directes concernées.

Note 3 à l'article: L'incertitude instrumentale inclut automatiquement, par définition, les effets de la quantification des valeurs des lectures (fraction évaluable minimale de l'intervalle d'échelle pour les sorties analogiques, unité du dernier chiffre stable pour les sorties numériques).

Note 4 à l'article: Pour les mesures matérielles, l'incertitude instrumentale est l'incertitude qu'il convient d'associer à la valeur de la grandeur reproduite par la mesure matérialisée pour assurer la compatibilité des résultats de ses mesures.

Note 5 à l'article: Lorsque cela est possible et avantageux, l'incertitude peut être exprimée sous forme relative (voir 3.3.3) ou conventionnelle (voir 3.3.4). L'incertitude relative est le rapport U/V de l'incertitude absolue U à la valeur de mesure V , tandis que l'incertitude conventionnelle est le rapport U/V_f de l'incertitude absolue U à une valeur choisie conventionnelle V_f .

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.12]

3.7.2

valeur conventionnelle

valeur de mesure d'une norme utilisée dans une opération d'étalonnage et connue avec une incertitude négligeable par rapport à l'incertitude de l'appareil à étalonner

Note 1 à l'article: Cette définition est adaptée à l'objet de la présente norme à partir de la définition d'une "valeur conventionnellement vraie (d'une grandeur)": valeur attribuée à une grandeur particulière et reconnue, parfois par convention, qui la représente avec une incertitude appropriée pour un usage donné.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.13]

3.7.3

incertitude (instrumentale) intrinsèque

incertitude d'un appareil de mesure lorsqu'il est utilisé dans les conditions de référence

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.10]

3.7.4

incertitude instrumentale en fonctionnement

incertitude instrumentale dans les conditions de fonctionnement assignées

Note 1 à l'article: L'incertitude instrumentale en fonctionnement, comme l'incertitude intrinsèque, n'est pas évaluée par l'utilisateur de l'appareil, mais déclarée par son constructeur ou son étalonneur. Cette mention peut revêtir la forme d'une relation algébrique qui implique l'incertitude instrumentale intrinsèque et les valeurs d'une ou de plusieurs grandeurs d'influence, mais une telle relation est seulement un moyen commode d'exprimer un ensemble d'incertitudes instrumentales de fonctionnement dans différentes conditions de fonctionnement, non pas une relation fonctionnelle pouvant servir à évaluer la propagation de l'incertitude à l'intérieur de l'appareil.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.11]

3.7.5

limite de l'incertitude

valeur limite de l'incertitude instrumentale pour les appareils qui fonctionnent dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Une limite de l'incertitude peut être déclarée par le constructeur de l'appareil qui indique que, dans des conditions spécifiées, l'incertitude instrumentale ne lui est jamais supérieure ou elle peut être définie par des normes qui prescrivent que, dans des conditions spécifiées, il convient que l'incertitude instrumentale ne lui soit pas supérieure pour que l'appareil appartienne à une classe d'exactitude donnée.

Note 2 à l'article: Une limite d'incertitude peut être exprimée en termes absolus ou sous forme relative ou conventionnelle.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.6]

3.7.6

variation (due à une grandeur d'influence)

différence entre les valeurs indiquées de la même valeur du mesurande d'un appareil indicateur ou entre les valeurs d'une mesure matérialisée lorsqu'une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs différentes

Note 1 à l'article: Il convient que l'incertitude associée aux différentes valeurs de mesure d'une grandeur d'influence dont la variation est évaluée ne dépasse pas la largeur de du domaine de référence de la même grandeur d'influence. Il convient que les autres caractéristiques de performances et les autres grandeurs d'influence restent dans les plages spécifiées pour les conditions de référence.

Note 2 à l'article: La variation est un paramètre significatif lorsqu'elle est supérieure à l'incertitude instrumentale intrinsèque.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.5]

3.8 Exactitude, classe d'exactitude et indice de classe

3.8.1

exactitude

pour un appareil de mesure, qualité qui caractérise le degré de proximité entre la valeur indiquée et la valeur vraie

pour un accessoire, qualité qui caractérise le degré de proximité entre la valeur marquée (prévue) et la valeur vraie

Note 1 à l'article: L'exactitude d'un appareil de mesure ou d'un accessoire est définie par les limites de l'erreur intrinsèque et les limites des variations.

3.8.2

classe d'exactitude

classe d'appareils de mesure qui doivent tous satisfaire à un ensemble de spécifications qui concernent l'incertitude

Note 1 à l'article: Une classe d'exactitude spécifie toujours une limite d'incertitude (pour une plage donnée de grandeurs d'influence), quelles que soient les autres caractéristiques métrologiques qu'elle spécifie.

Note 2 à l'article: Un appareil peut être assigné à différentes classes de précision qui correspondent à différentes conditions de fonctionnement assignées.

Note 3 à l'article: Sauf spécification contraire, la limite d'incertitude qui définit une classe d'exactitude est censée être un intervalle avec un facteur d'élargissement de 2.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.7]

3.8.3

indice de classe

nombre qui désigne la classe d'exactitude

Note 1 à l'article: Certains appareils et/ou accessoires peuvent avoir plusieurs indices de classe.

3.9 Essai

3.9.1

essai de type

essai de conformité réalisé sur un ou deux éléments représentatifs de la production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.9.2

essai individuel de série

essai de conformité effectué sur chaque entité au cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.9.3

essai récurrent

essai effectué à un intervalle de temps défini pour l'évaluation de la sécurité électrique

4 Description, classification et conformité

4.1 Description

4.1.1 Description des appareils selon leur mode de fonctionnement ou leur nature

Les appareils et/ou accessoires doivent être décrits selon leur mode de fonctionnement ou leur nature, conformément à l'Article 3 et/ou par leurs caractéristiques spéciales, comme décrit dans les parties applicables.

4.1.2 Description selon les conditions d'environnement

Les appareils et/ou accessoires doivent être décrits selon leurs conditions d'environnement:

- Groupe A: pour une utilisation dans les conditions normalement rencontrées dans les laboratoires et les usines et dans lesquelles les appareils seront manipulés avec précaution, la plage nominale de fonctionnement en température est la température de référence ± 10 °C ou la limite inférieure du domaine de référence -10 °C et la limite supérieure du domaine de référence +10 °C;
- Groupe B: pour une utilisation dans les environnements protégés des conditions extrêmes, la plage nominale de fonctionnement en température est comprise entre -5 °C et +45 °C (appareil et/ou accessoire fixe: classe 3K5 selon l'IEC 60721-3-3:1994, Amendement 2:1996; appareil et/ou accessoire portable: classe 7K2 selon l'IEC 60721-3-7:1995, Amendement 1:1996);
- Groupe C: pour une utilisation à l'extérieur ou dans des conditions où la température ambiante est sujette à de brutales variations, la plage nominale de fonctionnement en température est comprise entre -25 °C et +55 °C (classe 3K6 selon l'IEC 60721-3-3:1994, Amendement 2:1996).

Il convient que la plage nominale de fonctionnement en température pour les appareils soumis à des environnements chauds soit déterminée par accord entre le constructeur et le client selon l'IEC 60721-3-3:1994, Amendement 2:1996.

4.1.3 Description selon les conditions mécaniques

En fonction de leurs conditions mécaniques, les appareils et/ou accessoires peuvent appartenir à la classe 3M2, 3M4 (et au-delà) ou 3M6 (et au-delà) conformément à l'IEC 60721-3-3:1994, Amendement 2:1996.

4.1.4 Description selon les degrés de protection

Selon l'IEC 60529: 2013, les appareils et/ou accessoires doivent satisfaire aux exigences IP minimales décrites dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Exigences IP minimales

Type d'appareil de mesure	Panneau avant	Boîtier, à l'exception du panneau avant
Appareil installé fixe → dispositifs montés sur panneau.	IP 40	IP 2X
Appareil portable	IP 40	IP 40

Le constructeur doit indiquer les degrés de protection dans le manuel d'instructions.

4.2 Classification

Il convient de sélectionner les indices de classe dans une séquence 1-2-5 et les multiples et sous-multiples décimaux de celle-ci.

En outre, les indices de classe 1,5, 2,5 et 3 peuvent être utilisés pour les appareils, l'indice de classe 0,15 pour les fréquencesmètres et l'indice 0,3 pour les accessoires.

4.3 Conformité aux exigences de la présente norme

4.3.1 Les appareils et accessoires, marqués d'un indice de classe, doivent satisfaire aux exigences appropriées de la présente norme qui correspondent à leur indice de classe.

4.3.2 Les méthodes d'essai recommandées pour vérifier la conformité aux exigences de la présente norme sont données dans l'IEC 60051-9.

En cas de conflit, les méthodes d'essai de l'IEC 60051-9 sont les méthodes de référence.

4.3.3 Si un préconditionnement est spécifié pour la détermination de l'incertitude intrinsèque, le constructeur doit indiquer la durée de préconditionnement ainsi que la ou les valeurs de la ou des grandeurs mesurées. La durée de préconditionnement ne doit pas dépasser 30 min.

5 Exigences

5.1 Conditions de référence

5.1.1 Il convient que les valeurs de référence des grandeurs d'influence correspondent à celles données dans le Tableau 2.

5.1.2 Les conditions de référence peuvent être différentes de celles données dans le Tableau 2, mais elles doivent être marquées conformément à l'Article 6.

5.1.3 La valeur de référence pour la température ambiante différente de celles données dans le Tableau 2 doit être égale à une valeur sélectionnée entre 20 °C et 27 °C.

5.2 Limites de l'incertitude intrinsèque, valeur de repère

5.2.1 Limites de l'incertitude intrinsèque

Lorsque l'appareil associé à ses accessoires non interchangeables (s'il en comporte) ou que l'accessoire est placé dans les conditions de référence indiquées dans le Tableau 2 et est

utilisé entre les limites de sa plage de mesure et conformément aux manuels d'instructions, l'incertitude intrinsèque, exprimée en pourcentage de la valeur de repère, ne doit pas dépasser les limites qui correspondent à sa classe d'exactitude. Les valeurs spécifiées dans une table de corrections fournie avec l'appareil ou l'accessoire ne doivent pas être prises en compte pour la détermination de l'incertitude.

NOTE 1 L'incertitude intrinsèque inclut d'autres incertitudes, telles que celles qui sont dues au frottement, à la dérive d'un amplificateur, etc.

NOTE 2 Les classes d'exactitude relatives à chaque type d'appareil ou d'accessoire sont indiquées dans les parties correspondantes.

5.2.2 Correspondance entre l'incertitude intrinsèque et la classe d'exactitude

L'incertitude intrinsèque maximale admissible peut être relative à la classe d'exactitude de sorte que l'indice de classe soit utilisé comme limite d'incertitude, exprimée en pourcentage.

NOTE Par exemple, pour un indice de classe égal à 0,05, les limites de l'incertitude intrinsèque sont égales à $\pm 0,05$ % de la valeur de repère.

5.2.3 Valeur de repère

La valeur de repère des types d'appareil/accessoire est indiquée dans la partie applicable.

**Tableau 2 – Conditions de référence et tolérances
pour les essais relatifs aux grandeurs d'influence**

Grandeur d'influence		Conditions de référence sauf indication contraire		Tolérances admissibles pour les essais, applicables dans le cas où une seule valeur de référence est indiquée ^a	
				Indice de classe inférieur ou égal à 0,3	Indice de classe supérieur ou égal à 0,5
Température ambiante		23 °C		±1 °C	±2 °C
Humidité		Humidité relative 40 % à 60 %		-	-
Ondulation d'une grandeur mesurée continue		Taux d'ondulation nul		Taux d'ondulation 1 %	Taux d'ondulation 3 %
Distorsion d'une grandeur mesurée alternative	Facteur de distorsion	Zéro		1) Pour les appareils à redresseur, les appareils électroniques qui ne donnent pas une réponse en valeur efficace et les appareils dont les circuits de mesure utilisent des réseaux déphaseurs: valeur la plus faible entre 1 % et le facteur de distorsion inférieur ou égal à la moitié de l'indice de classe. 2) Autres appareils: facteur de distorsion qui ne dépassent pas 5 %.	
	Facteur de crête	√2, environ 1,414 (sinusoïde)		±0,05	
Fréquence d'une grandeur mesurée alternative, sauf pour les fréquencemètres et les appareils qui disposent d'un dispositif de déphasage		45 Hz à 65 Hz		valeur la plus faible entre ±2 % de la valeur de référence et ± 1/10 du domaine de référence en fréquence (s'il y a lieu).	
Position ^b		Appareils fixes: plan de montage vertical Appareils portables: plan de montage horizontal		±1 °	
Nature et épaisseur du panneau ou support		<i>Nature</i>	<i>Épaisseur</i>		
	F-34	Ferreux	X mm	valeur la plus faible entre ±0,1X mm et ±0,5 mm.	
	F-35	Ferreux	Toutes	-	
	F-36 ^c	Non ferreux	Toutes	-	
	Aucune	Toutes	Toutes	-	
Champ magnétique d'origine extérieure		Absence totale		40 A/m à des fréquences quelconques du courant continu à 65 Hz et dans une direction quelconque ^d	
Champ électrique d'origine extérieure		Absence totale		1 kV/m à des fréquences quelconques du courant continu à 65 Hz et dans une direction quelconque	
Champs électromagnétiques de radiofréquences comprises entre 80 MHz et 2 GHz		Aucune		<1V/m	
perturbations conduites induites par les champs radioélectriques 150kHz à 80MHz		Aucune		<1V	
Alimentation auxiliaire	Tension	Valeur nominale ou plage nominale		±5 % de la valeur nominale ^e	
	Fréquence	Valeur nominale ou plage nominale		±1 % de la valeur nominale ^e	

- a Ces tolérances s'appliquent lorsqu'une valeur de référence unique est spécifiée dans ce tableau ou est indiquée par le constructeur. Pour un domaine de référence, aucune tolérance n'est permise.
- b Les appareils munis d'un indicateur de niveau doivent être soumis à l'essai une fois que le niveau a été défini à l'aide de cet indicateur.
- c Ces symboles (ou l'absence de symbole) se rapportent à la nature et à l'épaisseur du panneau ou support sur lequel sont montés les appareils. Voir Tableau 6.
- d 40 A/m est à peu près la valeur la plus élevée du champ magnétique terrestre.
- e Sauf si le constructeur indique une tolérance différente.

5.3 Domaine nominal d'utilisation et variations

5.3.1 Domaine nominal d'utilisation

5.3.1.1 Les limites du domaine nominal d'utilisation pour les grandeurs d'influence doivent être conformes à celles données dans le Tableau 3.

5.3.1.2 Lorsqu'un constructeur assigne et indique un domaine nominal d'utilisation différente de celle du Tableau 3, il doit inclure le domaine de référence (ou la valeur de référence avec ses tolérances admissibles) et le dépassera normalement dans au moins une direction.

5.3.1.3 Pour les valeurs situées dans le domaine nominal d'utilisation au-delà du domaine de référence (ou de la valeur de référence), la variation admissible est conforme à celle donnée dans le Tableau 3.

EXEMPLE Pour un appareil dont l'indice de classe est égal à 0,2, la variation due à un défaut de mise à niveau de 5 ° dans n'importe quelle direction ne doit pas dépasser:

$$0,2(\%) \times \frac{50}{100} = 0,1 \% \text{ de la valeur de repère}$$

5.3.1.4 Lorsque la grandeur d'influence n'est pas l'une de celles données dans le Tableau 3, la variation admissible correspondante doit être spécifiée par le constructeur et ne doit pas dépasser 100 % de l'indice de classe.

5.3.1.5 Pour les appareils et accessoires dans le domaine de référence spécifiée, l'incertitude intrinsèque et les variations dues à la grandeur d'influence dans le domaine nominal d'utilisation doivent être telles que celles données à l'Annexe A.

5.3.1.6 Les limites d'humidité relative en fonction de la température ambiante sont données à l'Annexe B.

Tableau 3 – Limites du domaine nominal d'utilisation et variations admissibles

Grandeur d'influence		Limites du domaine nominal d'utilisation sauf indication contraire	Variation admissible, exprimée en pourcentage de l'indice de classe
Température ambiante		Groupe A: température de référence ± 10 °C ou limite inférieure du domaine de référence -10 °C et limite supérieure du domaine de référence +10 °C	100 %
		Groupe B (non indiqué): -5 °C à +45 °C (type fixe, 3K5; type portable, 7K2), variation de la température de référence à la limite inférieure/supérieure du domaine de référence	
		Groupe C: -25 °C à +55 °C (3K6)	50 % ^a
Humidité		Humidité relative 25 % à 95 %	100 %
Ondulation d'une grandeur mesurée continue		Voir les parties applicables	
Distorsion d'une grandeur mesurée alternative		Facteur de distorsion: voir les parties applicables	
		Facteur de crête: voir les parties applicables	
Fréquence d'une grandeur mesurée alternative		Voir les parties applicables	
Position ^b		L'horizontale et la verticale si la position de référence n'est pas indiquée	100 %
		Pour les appareils avec les marquages D1~D3, 5 ° dans n'importe quelle direction par rapport à la position de référence Pour les appareils avec les marquages D4 et D6, dans n'importe quelle direction par rapport à la valeur spécifiée par les marquages	50 %
Champ magnétique d'origine extérieure		Voir 5.3.2.2 et les parties applicables.	
Champ électrique d'origine extérieure (appareils électrostatiques seulement)		20 kV/m en courant continu et de 45 Hz à 65 Hz. Voir 5.3.2.3.	100 %
Alimentation auxiliaire	Tension	Valeur de référence ± 10 % ou limite inférieure du domaine de référence -10 % et limite supérieure du domaine de référence +10 %	50 %
	Fréquence	Valeur de référence ± 5 % ou limite inférieure du domaine de référence -5 % et limite supérieure du domaine de référence +5 %	50 %
^a Il s'agit du coefficient de température qui constitue la variation admissible causée par la variation de température de 10 K par rapport à la température de référence (domaine de référence de température) dans la plage nominale de température.			
^b La position des appareils munis d'un indicateur de niveau doit toujours être définie correctement à l'aide de l'indicateur de niveau. En conséquence, ces appareils peuvent ne pas être soumis à l'essai de variation en fonction de leur position.			
NOTE Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.			

5.3.2 Limites des variations

5.3.2.1 Généralités

Lorsqu'un appareil ou accessoire est placé dans les conditions de référence et qu'une seule des grandeurs d'influence est modifiée, la variation ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 3 ainsi qu'en 5.3.2.2, 5.3.2.3, 5.3.2.4 et 5.3.2.5.

5.3.2.2 Variation due à un champ magnétique d'origine extérieure

- a) Dans le cas où l'appareil n'est pas marqué du symbole F-29 (Tableau 6), l'intensité du champ magnétique dans l'appareil d'essai doit avoir une valeur de 0,4 kA/m.
- b) Dans le cas d'un appareil marqué du symbole F-29 (Tableau 6), l'intensité du champ magnétique dans l'appareil d'essai doit avoir la valeur exprimée en kiloampères par mètre, indiquée dans ce symbole.
- c) Dans les conditions de a) et b), la variation ne doit pas dépasser les limites indiquées dans les parties applicables.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.3.2.3 Variation due à un champ électrique d'origine extérieure (appareils électrostatiques seulement)

La variation due à un champ électrique d'origine extérieure en courant continu de 45 Hz à 65 Hz, d'une intensité de 20 kV/m, dans les conditions de phase et d'orientation les plus défavorables, ne doit pas dépasser 100 % de l'indice de classe.

Si l'appareil est marqué du symbole F-32 (Tableau 6), l'intensité du champ est rendue égale à la valeur indiquée dans le symbole.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.3.2.4 Variation due aux supports ferromagnétiques

L'incertitude des appareils montés sur un panneau dont la nature et l'épaisseur correspondent au symbole F-34, F-35 ou F-36 applicable ou sur un panneau de nature et d'épaisseur quelconques (s'il n'y a pas d'indication) doit rester dans les limites de l'incertitude intrinsèque.

Il n'existe aucune exigence relative à la variation due aux supports ferromagnétiques pour les appareils marqués du symbole F-36.

Lorsque la valeur X dans le symbole F-34 est différente de la valeur spécifiée dans l'IEC 60051-9, la variation due aux supports ferromagnétiques ne doit pas dépasser 50 % de l'indice de classe.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.3.2.5 Variation due aux supports conducteurs

Sauf exigence contraire décrite dans un document distinct et signalée par le symbole F-31 (Tableau 6), les appareils doivent satisfaire aux exigences des incertitudes intrinsèques relatives à leur indice de classe lorsqu'ils sont montés sur un panneau ou support de grande conductivité.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.3.3 Conditions à respecter pour la détermination des variations

5.3.3.1 Si un préconditionnement est spécifié pour la détermination des variations, le constructeur doit fixer sa durée ainsi que la ou les valeurs de la ou des grandeurs mesurées et de l'alimentation auxiliaire, s'il y a lieu.

La durée de préconditionnement ne doit pas dépasser 30 min.

5.3.3.2 Les variations doivent être déterminées séparément pour chaque grandeur d'influence.

Pendant chaque essai, toutes les grandeurs d'influence doivent être maintenues dans leurs conditions de référence, sauf la grandeur d'influence pour laquelle la variation doit être déterminée.

5.3.3.3 Dans le cas où une grandeur d'influence a une valeur de référence et sauf en cas de marquage contraire, la grandeur d'influence doit varier entre cette valeur et une valeur quelconque située entre les limites du domaine nominal d'utilisation indiquées dans le Tableau 3.

5.3.3.4 Dans le cas où une grandeur d'influence a un domaine de référence, la grandeur d'influence doit varier entre chaque limite du domaine de référence et la limite adjacente du domaine nominal d'utilisation.

5.4 Incertitude de fonctionnement, incertitude globale du système et variations

5.4.1 En dehors des conditions de référence, l'incertitude de fonctionnement d'un appareil associé à son ou ses accessoires non interchangeables (le cas échéant) ou d'un accessoire est la somme de l'incertitude intrinsèque et des variations dues à chaque grandeur d'influence. Dans la plage normale d'utilisation, l'incertitude de fonctionnement maximale d'un appareil est la somme de l'incertitude intrinsèque et des variations admissibles indiquées dans le Tableau 3. Pour plus d'informations sur leur relation, se reporter à l'Annexe C.

5.4.2 Lorsque l'appareil est utilisé en association avec son accessoire interchangeable externe, l'appareil, l'accessoire et le cordon constituent un système; l'incertitude globale du système dépend de son incertitude intrinsèque et de ses variations respectives. Pour plus d'informations sur leur relation, se reporter à l'Annexe C.

5.5 Exigences électriques

5.5.1 Exigences de sécurité électrique

Les exigences de sécurité applicables de l'IEC 61010-1:2010 et de l'IEC 61010-2-030:2010 doivent être mises en œuvre.

5.5.2 Autoéchauffement

5.5.2.1 Les appareils associés à leurs accessoires non interchangeables (s'il y en a), les accessoires interchangeables et les accessoires à interchangeabilité limitée doivent satisfaire aux exigences qui correspondent à leur indice de classe lorsqu'ils fonctionnent d'une manière continue à tout moment après la fin de la durée de préconditionnement spécifiée (s'il y a lieu).

Pour les essais:

- les appareils doivent être alimentés de manière à donner une indication d'environ 90 % de la limite supérieure de la plage de mesure;
- les shunts doivent être alimentés à environ 90 % de leur valeur nominale;
- les résistances (impédances) additionnelles doivent être alimentées à environ 90 % de leurs valeurs assignées.

5.5.2.2 La variation ne doit pas dépasser la valeur qui correspond à 100 % de l'indice de classe.

Cependant, l'appareil, associé à ses accessoires, doit également satisfaire aux exigences relatives à son indice de classe.

5.5.2.3 Les appareils et accessoires destinés à un usage intermittent (par exemple ceux qui sont munis d'un commutateur sans blocage) n'ont pas à répondre aux exigences relatives à l'autoéchauffement.

Les exigences données en 5.5.2.1, 5.5.2.2 et 5.5.2.3 ne s'appliquent pas aux ohmmètres.

5.5.2.4 Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.5.3 Surcharges admissibles

5.5.3.1 Surcharge continue

Les exigences relatives à une surcharge continue sont données dans les parties applicables.

5.5.3.2 Surcharges de courte durée

Les exigences relatives aux surcharges de courte durée sont données dans les parties applicables.

5.5.4 Limites de la plage de températures

5.5.4.1 Limites du domaine de fonctionnement

Sauf spécification contraire, les appareils et/ou accessoires doivent fonctionner sans subir aucun dommage permanent lorsqu'ils sont soumis aux températures ambiantes ci-dessous:

- Groupe A: -5 °C à +45 °C (7K2);
- Groupe B: -25 °C à +55 °C (3K6);
- Groupe C: -40 °C à +70 °C (3K7);
- Appareils avec des piles ou des accumulateurs: -25 °C à +55 °C (3K6);
- Appareils soumis à des environnements chauds: le domaine de fonctionnement en température peut être déterminé par un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

5.5.4.2 Limites de la plage de stockage et de transport

Lorsqu'ils sont stockés ou transportés, les appareils et/ou accessoires hors fonctionnement doivent résister à une température égale à une valeur comprise entre -40 °C et +70 °C sans dommage ni dégradation de leurs caractéristiques métrologiques lorsqu'ils fonctionnent par la suite dans leurs conditions de fonctionnement assignées.

5.5.4.3 L'absence de dommage permanent est admise si, après retour aux conditions de référence, les appareils et/ou accessoires satisfont aux exigences relatives à l'incertitude intrinsèque. Le réglage du zéro est permis.

5.5.4.4 Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.5.5 Ecart de zéro

Les exigences et les essais sur l'écart de zéro et le retour à zéro sont indiqués dans les parties applicables.

5.5.6 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les exigences de compatibilité électromagnétique telles que spécifiées dans l'IEC 61326-1:2012 et l'IEC 61326-2-1:2012 doivent être appliquées.

Les exigences en matière d'immunité doivent être sélectionnées dans le Tableau 1 de l'IEC 61326-1:2012 pour les appareils portables et dans le Tableau 2 de l'IEC 61326-1:2012 pour les appareils fixes.

Les exigences en matière d'émission décrites à l'Article 7 de l'IEC 61326-1:2012 doivent être appliquées uniquement pour les appareils et accessoires dont les circuits de mesure et/ou les circuits auxiliaires comportent des composants électroniques qui émettent. Les informations importantes sur les composants électroniques émetteurs, à partir desquelles l'utilisateur va déterminer s'il est nécessaire d'effectuer un essai d'émission, doivent être fournies par le fabricant dans un document distinct.

5.6 Exigences de construction

5.6.1 Exigences générales de construction

Un appareil et/ou accessoire ne doit pas constituer un danger pour l'opérateur lorsqu'il est en service et dans des conditions normales de fonctionnement.

Toutes les parties qui peuvent être sujettes à la corrosion en conditions normales de fonctionnement doivent être protégées efficacement. En conditions normales de fonctionnement, un revêtement de protection ne doit pas être susceptible de subir des dommages consécutifs à une manipulation ordinaire ni à une exposition à l'air.

Les appareils et/ou accessoires du Groupe C doivent résister aux rayonnements solaires.

NOTE Pour les appareils et accessoires particuliers utilisés dans des atmosphères corrosives, des exigences complémentaires sont fournies dans le contrat d'achat (par exemple: essai de brouillard salin selon l'IEC 60068-2-11).

5.6.2 Amortissement

5.6.2.1 Généralités

L'amortissement des appareils, à l'exception des appareils dont le temps de réponse est intentionnellement long et, sauf spécification contraire, dans la partie applicable, doit satisfaire aux exigences suivantes.

5.6.2.2 Dépassement

Le dépassement mécanique des appareils dont la déviation angulaire totale est inférieure à 180 ° ne doit pas dépasser 20 % de la longueur de l'échelle. Pour les autres appareils, la limite doit être de 25 %.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.2.3 Temps de réponse

Sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, l'écart entre la position de repos de l'index et sa position après application d'une excitation brusque qui produit une variation de l'indication finale égale aux deux tiers de la longueur de l'échelle ne doit pas dépasser 1,5 % de la longueur de l'échelle au bout de 4 s.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.2.4 Impédance du circuit de mesure extérieur

Lorsque les caractéristiques du circuit dans lequel l'appareil est inséré peuvent affecter l'amortissement, l'impédance du circuit extérieur doit être celle qui est indiquée dans la partie applicable ou celle qui est spécifiée par le constructeur.

5.6.3 Plombage destiné à interdire l'accès à l'intérieur de l'appareil

Lorsque l'appareil est plombé, il ne doit pas être possible d'accéder à l'élément de mesure ainsi qu'aux accessoires incorporés dans le boîtier sans détruire le plomb.

5.6.4 Echelles

5.6.4.1 Divisions de l'échelle

Les intervalles doivent correspondre à 1, 2 ou 5 fois l'unité de la grandeur mesurée ou indiquée ou à cette unité multipliée ou divisée par 10 ou par 100.

Dans le cas des appareils à plages multiples et/ou à échelles multiples, les exigences ci-dessus doivent être remplies pour au moins une plage ou une échelle.

Les divisions doivent être adéquates pour l'indice de classe de l'appareil, c'est-à-dire que l'incertitude relative à l'estimation visuelle de la valeur ne doit pas dépasser la spécification pour l'indice de classe.

5.6.4.2 Chiffraison de l'échelle

Il convient que les chiffres (entiers ou décimaux) de l'échelle inscrits sur le cadran comportent préférentiellement au plus trois chiffres. Il convient d'utiliser avec la chiffraison les unités et préfixes du Système International (SI).

5.6.4.3 Sens de la déviation

Le sens de la déviation de l'index d'un appareil doit s'effectuer de la gauche vers la droite ou de bas en haut lorsque la grandeur mesurée augmente.

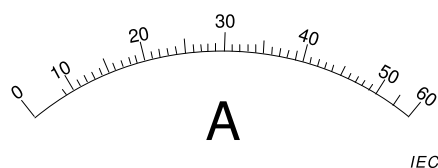
Lorsque la déviation angulaire de l'index est supérieure à 180°, il convient que le sens de la déviation pour les grandeurs mesurées croissantes soit celui des aiguilles d'une montre.

Pour les appareils à échelles multiples, au moins une des échelles doit satisfaire aux exigences énoncées ci-dessus.

5.6.4.4 Limites de la plage de mesure

5.6.4.4.1 Lorsque la plage de mesure ne correspond pas à la longueur totale de l'échelle, les limites de la plage de mesure doivent être clairement identifiées.

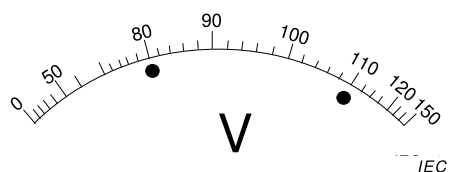
5.6.4.4.2 Lorsque la valeur des divisions ou la nature des repères de l'échelle permet d'identifier la plage de mesure avec ambiguïté minimale, aucun marquage n'est nécessaire. La Figure 1 donne un exemple de cette méthode.



NOTE Il n'existe aucune division intermédiaire en dehors de la plage de mesure.

Figure 1 – Plage de mesure de 10 A à 50 A

5.6.4.4.3 Lorsqu'il n'y a qu'une échelle et qu'un marquage est nécessaire, les limites de la plage de mesure doivent être identifiées par des petits cercles pleins. La Figure 2 donne un exemple de cette méthode.



NOTE La plage de mesure est délimitée par les marques ●...●.

Figure 2 – Plage de mesure de 80 V à 110 V

5.6.4.4.4 Lorsqu'il y a plusieurs échelles et qu'un marquage est nécessaire, les limites de la plage de mesure doivent être identifiées par des petits cercles pleins ou par des arcs d'échelle renforcés. La Figure 3 donne un exemple de cette méthode.

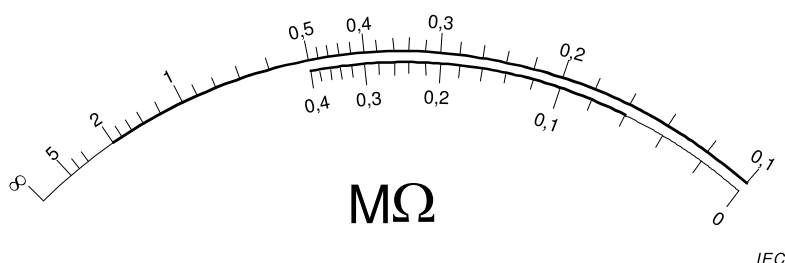


Figure 3 – Plages de mesure de 0,06 MΩ à 0,4 MΩ et de 0,1 MΩ à 2 MΩ

5.6.5 Butoir

Les positions du butoir d'un appareil ne doivent pas coïncider avec celles des repères d'échelle inférieurs et supérieurs de la plage de mesure. La longueur du butoir en dehors de l'échelle ne doit pas être inférieure à 2 % de la longueur de l'échelle.

5.6.6 Valeurs préférentielles

Les valeurs préférentielles doivent être utilisées lorsqu'il n'y a pas d'accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur.

Les exigences sur ces valeurs préférentielles sont indiquées dans les parties applicables.

5.6.7 Appareils de réglage, mécaniques et/ou électriques

5.6.7.1 Appareils de réglage du zéro

Lorsqu'un appareil est muni d'un ou de plusieurs appareils de réglage du zéro à la disposition de l'utilisateur, il est préférentiel que ceux-ci soient accessibles par le devant du boîtier.

La plage totale du réglage ne doit pas être inférieure à 2 % de la longueur de l'échelle ou 2°, selon la plus petite de ces deux valeurs; la finesse du réglage doit être adéquate pour l'indice de classe de l'appareil.

NOTE Par "adéquate", il faut entendre que la finesse du réglage est telle qu'elle permet de régler le zéro à 1/5 près de l'indice de classe.

Pour les appareils dans lesquels le centre de rotation effectif de l'équipage mobile ne peut pas être déterminé facilement, l'exigence de 2° n'est pas applicable.

Le rapport entre les plages de réglage supérieures et inférieures de part et d'autre du repère zéro ne doit pas être supérieur à 2.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.7.2 Appareils de réglage de l'intervalle de mesure

Lorsqu'un appareil est muni d'un ou de plusieurs appareils de réglage à la disposition de l'utilisateur, il est préférentiel que ceux-ci soient accessibles par le devant du boîtier.

La plage totale du réglage ne doit pas être inférieure à 2 % de la longueur de l'échelle ou 2°, selon la plus petite de ces deux valeurs; la finesse du réglage doit être adéquate pour l'indice de classe de l'appareil.

NOTE Par "adéquate", il faut entendre que la finesse du réglage est telle qu'elle permet de régler le zéro à 1/5 près de l'indice de classe.

Pour les appareils dans lesquels le centre de rotation effectif de l'équipage mobile ne peut pas être déterminé facilement, l'exigence de 2° n'est pas applicable.

Le rapport entre les plages de réglage supérieures et inférieures de part et d'autre du repère zéro ne doit pas être supérieur à 2.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.8 Effets des vibrations et des chocs

5.6.8.1 Essai de vibrations

Sauf spécification contraire, les appareils et accessoires d'indice de classe supérieur ou égal à 1 doivent pouvoir résister à l'essai de vibrations spécifié dans l'IEC 60051-9.

La variation due à l'effet des vibrations ne doit pas dépasser la valeur qui correspond à 100 % de l'indice de classe.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.8.2 Essai de chocs

Sauf spécification contraire, les appareils et accessoires d'indice de classe supérieur ou égal à 1 doivent pouvoir résister à l'essai de chocs spécifié dans l'IEC 60051-9.

La variation due à l'effet des chocs ne doit pas dépasser la valeur qui correspond à 100 % de l'indice de classe.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.9 Degrés de protection procurés par l'enveloppe

L'essai spécifié dans l'IEC 60529:2013 doit être réalisé pour les appareils et/ou accessoires en fonction du code IP (Ingress Protection) et des degrés de protection procurés par les enveloppes. Après l'essai, toute pénétration d'eau, de poussières et de corps solides, etc. ne doit se faire que dans une grandeur qui n'altère pas le fonctionnement de l'appareil de mesure et sa rigidité diélectrique.

Pour l'essai recommandé, se reporter à l'IEC 60051-9.

5.6.10 Bornes

5.6.10.1 Les bornes, les vis fixées et l'entretoise fixe, etc. d'un appareil ou accessoire doivent utiliser la construction et le mode de fixation des conducteurs aux bornes de façon à assurer un contact adéquat et durable, sans risque de desserrage ou d'élévation excessive de la température.

5.6.10.2 Le diamètre de la vis conductrice et le diamètre de la surface de contact (ou d'une aire de la surface de contact) ne doivent pas être inférieurs à la valeur applicable spécifiée dans le Tableau 4 pour le courant assigné qui les traverse.

Tableau 4 – Diamètres de la vis conductrice et de l'aire de la surface de contact

Courant assigné A	Diamètre de la vis	Diamètre de la surface de contact	Aire de la surface de contact
	mm (supérieur ou égal)		mm ² (supérieur ou égal)
$I \leq 10^a$	M3	6	20
$I \leq 20$	M4	8	36
$20 < I \leq 50$	M5	10	57
$50 < I \leq 100$	M6	12	83
$100 < I \leq 200$	M8	16	100

^a S'applique aux compteurs de type micro et aux bornes de signaux.

6 Informations, marquages et symboles

6.1 Informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur:

- Unité(s) de la ou des grandeurs mesurées.
- Nom ou marque du constructeur ou du fournisseur responsable.
- Référence du type, s'il y a lieu, donnée par le constructeur.
- Numéro de série des appareils et accessoires d'indice de classe inférieur ou égal à 0,3. Numéro de série ou date de fabrication (au moins l'année) des appareils et accessoires d'indice de classe supérieur ou égal à 0,5.
- Valeur(s) assignée(s).
- Nature de la ou des grandeurs mesurées et nombre d'éléments de mesure.
- Classe(s) d'exactitude.
- Valeur de référence ou domaine de référence en température pour les appareils et accessoires d'indice de classe inférieur ou égal à 0,3.
- Valeur(s) de référence ou plage(s) de référence pour chacune des grandeurs d'influence (autres que la température) données dans le Tableau 2 si les valeurs diffèrent de celles du Tableau 2; valeurs de référence ou plages de référence pour toutes les autres grandeurs d'influence appropriées qui ne figurent pas dans le Tableau 2.
- Plages nominales d'utilisation pour les grandeurs d'influence du Tableau 3 si les valeurs diffèrent. Plages nominales d'utilisation pour toutes les autres grandeurs d'influence appropriées qui ne figurent pas dans le Tableau 3.
- Valeur de l'accélération.
- Instructions d'utilisation de l'appareil et/ou du ou des accessoires, si nécessaire.
- Mode de fonctionnement de l'appareil.
- Charge exprimée en voltampères au courant nominal et/ou à la tension nominale.
- Facteur de crête.

- p) S'il y a lieu, position de référence et domaine nominal d'utilisation pour la position.
- q) Limites de température et autres exigences relatives au transport, au stockage et à l'utilisation, si nécessaire.
- r) Pour un appareil dont les repères de l'échelle ne correspondent pas directement à la grandeur électrique appliquée à l'entrée de l'appareil, la relation entre ceux-ci. Ne s'applique pas aux appareils munis d'un accessoire non interchangeable.
- s) Durée de préconditionnement si celle-ci n'est pas négligeable et valeur(s) de la ou des grandeurs mesurées à utiliser pour le préconditionnement.
- t) Symbole de l'accessoire avec lequel l'appareil a été réglé, s'il y a lieu.
- u) Rapport(s) de transformation du ou des transformateurs de mesure pour lequel ou lesquels l'appareil a été réglé, s'il y a lieu.
- v) Valeur de la résistance totale des cordons de mesure étalonnés, s'il y a lieu.
- w) Impédance du circuit de mesure extérieur, s'il y a lieu.
- x) Énoncé sur un temps de réponse intentionnellement long, s'il y a lieu.
- y) Nature de l'alimentation auxiliaire, tension assignée et fréquence assignée de l'alimentation auxiliaire, s'il y a lieu.
- z) Catégorie de surtension spécifiée selon l'IEC 61010-1:2010: I, II, III ou IV pour les circuits principaux; catégorie de mesure spécifiée selon l'IEC 61010-2-030:2010: I, II, III ou IV pour les circuits d'entrée de mesure.
- aa) Degré de pollution.
- bb) Degrés de protection procurés par les enveloppes.
- cc) Groupes d'environnements utilisés.
- dd) Toute autre information essentielle.

6.2 Marquages, symboles et leurs emplacements

6.2.1 Les symboles spécifiés dans le Tableau 6 doivent être utilisés chaque fois qu'ils sont applicables. Les marquages et symboles doivent être et rester lisibles et indélébiles. Les unités du SI, ainsi que leurs préfixes, doivent être marqués avec les symboles donnés en 6.4. Le marquage sur le cadran ne doit pas gêner la lecture de l'échelle.

6.2.2 Les informations suivantes en 6.1 doivent être portées sur le cadran ou sur une partie visible lorsque l'appareil/accessoire est en service:

- a);
- f) (symbole(s) B-1 ... B-9);
- g) (symbole(s) E-1 et E-4);
- p) (symbole D-1 ... D-6);
- z) (symbole selon l'IEC 61010-1:2010, 6.7.1.5);
- cc) (il convient de marquer les Groupes A et C, il convient de ne pas marquer le Groupe B);
- dd) (symbole F-31 si quelque autre information essentielle est donnée dans un document séparé).

6.2.3 Les informations suivantes en 6.1 doivent être portées sur le cadran ou sur une partie quelconque du boîtier:

- b); c); d); h);
- m) (symbole(s) F-1 ... F-21, F-26, F-27, F-28, s'il y a lieu);
- t) (symbole F-22 ... F-25);
- u);

- s'il y a lieu, la nature et l'épaisseur du panneau ou du support (symbole F-34... F-36).
- De plus, si les valeurs de référence des grandeurs d'influence sont différentes de celles qui sont données dans le Tableau 2, elles doivent être indiquées de la manière suivante:
 - champ magnétique d'origine extérieure (symbole F-29 et s'il y a lieu F-27 et/ou F-28);
 - champ électrique d'origine extérieure (symbole F-32 et s'il y a lieu F-26).

6.2.4 Les informations suivantes en 6.1 doivent être portées sur le cadran ou sur une partie quelconque du boîtier ou données dans un document séparé (s'il y a lieu):

- b); c); e); i); j); k); l); n); q); r); s); v); w); aa); bb); cc).
- o) (seulement pour les appareils qui comportent des dispositifs électroniques dans leurs circuits de mesure);
- x) (par accord entre le constructeur et l'utilisateur.)

6.2.5 Les marquages des accessoires et les marquages spéciaux des appareils ainsi que leurs emplacements sont indiqués dans les parties applicables.

6.2.6 Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, tout ou partie des informations peut être omis.

6.3 Marquages relatifs aux valeurs de référence et aux plages nominales d'utilisation des grandeurs d'influence

6.3.1 Lorsqu'une valeur de référence ou un domaine de référence est différent de ceux indiqués dans le Tableau 2, il doit être marqué et doit être souligné afin de le distinguer. Il est identifié par le symbole de l'unité dans laquelle il est mesuré.

6.3.2 Lorsqu'un domaine nominal d'utilisation est différent de celui donné dans le Tableau 3, il doit être marqué.

Ce marquage est effectué en même temps que le marquage de la valeur ou du domaine de référence. Il implique donc le marquage de la valeur ou du domaine de référence, même si cela n'est pas nécessaire autrement.

6.3.3 Pour effectuer le marquage, les limites du domaine nominal d'utilisation et la valeur (ou la plage) de référence sont écrites dans l'ordre croissant; chaque nombre est séparé du nombre voisin par trois points.

EXEMPLE 1 35 Hz... 50 Hz... 60 Hz implique une fréquence de référence de 50 Hz et un domaine nominal d'utilisation en fréquence de 35 Hz à 60 Hz.

EXEMPLE 2 35 Hz... 45 Hz... 55 Hz... 60 Hz implique une plage de fréquence de référence de 45 Hz à 55 Hz et un domaine nominal d'utilisation en fréquence de 35 Hz à 60 Hz.

6.3.4 Lorsque l'une des limites du domaine nominal d'utilisation est identique à la valeur de référence ou à la limite adjacente du domaine de référence, le nombre qui indique la valeur de référence ou la limite du domaine de référence doit être répété pour la limite du domaine nominal d'utilisation.

EXEMPLE 1 23 °C... 23 °C... 37 °C implique une température de référence de 23 °C et un domaine nominal d'utilisation en température de 23 °C à 37 °C.

EXEMPLE 2 20 °C... 20 °C... 25 °C... 35 °C implique un domaine de référence de température de 20 °C à 25 °C et un domaine nominal d'utilisation en température de 20 °C à 35 °C.

6.4 Symboles pour le marquage des appareils et accessoires

Les symboles relatifs aux unités de mesure et à leurs préfixes sont indiqués dans le Tableau 5.

Le symbole d'un préfixe (s'il est nécessaire) précède immédiatement, sans espace, le symbole de l'unité. S'il y a un nombre, il est suivi d'un espace avant le préfixe (s'il y en a un) et l'unité.

EXEMPLE 23 °C, 120 mV.

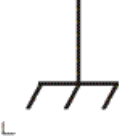
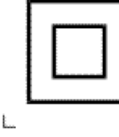
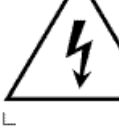
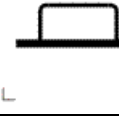
Tableau 5 – Unité, grandeurs et préfixes SI

Unités et grandeurs		Préfixes SI	
Elément	Symbole	Elément	Symbole
ampère	A	exa 10^{18}	E
décibel	dB	péta 10^{15}	P
hertz	Hz	téra 10^{12}	T
ohm	Ω	giga 10^9	G
seconde	s (minuscule)	méga 10^6	M (majuscule)
siemens	S (majuscule)	kilo 10^3	k (minuscule)
tesla	T	hecto ^a 10^2	h (minuscule)
volt	V (majuscule)	déca ^a 10	da (minuscules)
voltampère	VA (majuscules)	déci ^a 10^{-1}	d (minuscule)
voltampère réactif	var (minuscules)	centi ^a 10^{-2}	c (minuscule)
watt	W (majuscule)	milli 10^{-3}	m (minuscule)
facteur de puissance	FP	micro 10^{-6}	μ
degré Celsius	°C	nano 10^{-9}	n
		pico 10^{-12}	p
		femto 10^{-15}	f
		atto 10^{-18}	a
^a Ces préfixes ne sont pas préférentiels; il convient donc d'éviter de les utiliser.			

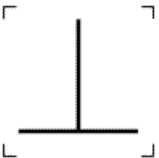
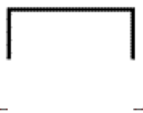
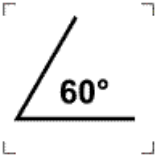
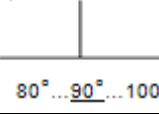
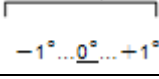
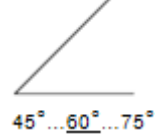
Les symboles pour le marquage des appareils et accessoires sont donnés dans le Tableau 6.

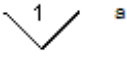
Tableau 6 – Symboles pour le marquage des appareils et accessoires

B Nature de la grandeur mesurée et nombre d'éléments de mesure			
N°	Elément	Symbole utilisé	Ancien symbole
B-1	Circuit à courant continu et/ou élément de mesure qui répond au courant continu (IEC 60417-5031:2002-10)		
B-2	Circuit à courant alternatif et/ou élément de mesure qui répond au courant alternatif (IEC 60417-5032:2002-10)		
B-3	Circuit à courant continu et/ou alternatif et/ou élément de mesure qui répond au courant continu et/ou alternatif (IEC 60417-5033:2002-10)		
B-4	Circuit à courant alternatif triphasé (symbole général) (IEC 60417-5032-1:2002-10)		
B-5	Un élément de mesure (E) pour réseau à trois fils	3 ~ 1E	
B-6	Un élément de mesure (E) pour réseau à quatre fils	3N ~ 1E	
B-7	Deux éléments de mesure (E) pour réseau à trois fils avec charges non équilibrées	3 ~ 2E	
B-8	Deux éléments de mesure (E) pour réseau à quatre fils avec charges non équilibrées	3N ~ 2E	
B-9	Trois éléments de mesure (E) pour réseau à quatre fils avec charges non équilibrées	3N ~ 3E	

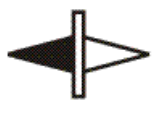
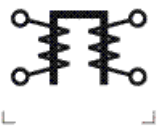
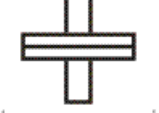
C Sécurité		
N°	Elément	Symbole
C-1	Borne de terre (IEC 60417-5017:2006-08)	
C-2	Borne de terre de protection (IEC 60417-5019:2006-08)	
C-3	Borne de masse (IEC 60417-5020:2002-10)	
C-4	Equipotentialité (IEC 60417-5021:2002-10)	
C-5	Marche (alimentation) (IEC 60417-5007:2002-10)	
C-6	Arrêt (alimentation) (IEC 60417-5008:2002-10)	
C-7	Appareil entièrement protégé par double isolation ou isolation renforcée (IEC 60417-5172:2003-02)	
C-8	Attention, risque de choc électrique (IEC 60417-6042:2010-11)	
C-9	Attention, surface chaude (IEC 60417-5041:2002-10)	
C-10	Position active d'une commande bistable (IEC 60417-5268:2002-10)	

C Sécurité		
N°	Elément	Symbole
C-11	Position repos d'une commande bistable (IEC 60417-5269:2002-10)	

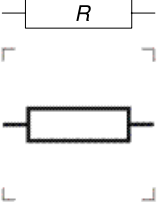
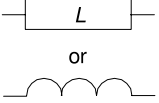
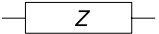
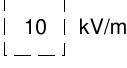
D Position d'utilisation		
D-1	Appareil à utiliser avec cadran vertical (IEC 60417-6264:2014-04)	
D-2	Appareil à utiliser avec cadran horizontal (IEC 60417-6265:2014-04)	
D-3	Appareil à utiliser avec cadran incliné par rapport à l'horizontale (par exemple de 60 °) (IEC 60417-6266:2014-04)	
D-4	Exemple pour un appareil à utiliser comme D-1 avec un domaine nominal d'utilisation de 80° à 100°	
D-5	Exemple pour un appareil à utiliser comme D-2 avec un domaine nominal d'utilisation de -1° à +1°	
D-6	Exemple pour un appareil à utiliser comme D-3 avec un domaine nominal d'utilisation de 45° à 75°	

E Classe d'exactitude		
E-1	Indice de classe (par exemple, 1) sauf lorsque la valeur de repère correspond à la longueur de l'échelle ou à la valeur indiquée ou à l'intervalle de mesure	1
E-2	Indice de classe (par exemple, 1) lorsque la valeur de repère correspond à la longueur de l'échelle	
E-3	Indice de classe (par exemple, 1) lorsque la valeur de repère correspond à la valeur indiquée	
E-4	Indice de classe (par exemple, 1) lorsque la valeur de repère correspond à l'intervalle de mesure	

F Symboles généraux (voir aussi l'IEC 60417)		
F-1	Instrument magnétoélectrique à cadre mobile (IEC 60417-6267:2014-04)	

F Symboles généraux (voir aussi l'IEC 60417)		
F-2	Logomètre (quotient-mètre) magnétoélectrique (IEC 60417-6268:2014-04)	
F-3	Appareil permanent à aimant mobile (IEC 60417-6270:2014-04)	
F-4	Logomètre (quotient-mètre) à aimant mobile (IEC 60417-6271:2014-04)	
F-5	Appareil à fer mobile (IEC 60417-6272:2014-04)	
F-6	Appareil à fer mobile polarisé (IEC 60417-6269:2014-04)	
F-7	Logomètre (quotient-mètre) ferromagnétique (IEC 60417-6273:2014-04)	
F-8	Appareil électrodynamique sans fer (IEC 60417-6274:2014-04)	
F-9	Appareil (ferrodynamique) électrodynamique à noyau de fer (IEC 60417-6275:2014-04)	
F-10	Logomètre (quotient-mètre) électrodynamique sans fer (IEC 60417-6276:2014-04)	
F-11	Logomètre (quotient-mètre) ferrodynamique (IEC 60417-6277:2014-04)	

F Symboles généraux (voir aussi l'IEC 60417)		
F-12	Appareil à induction (IEC 60417-6278:2014-04)	
F-13	Logomètre (quotient-mètre) à induction (IEC 60417-6279:2014-04)	
F-14	Appareil bimétallique (IEC 60417-6280:2014-04)	
F-15	Appareil électrostatique (IEC 60417-6281:2014-04)	
F-16	Appareil à lames vibrantes (IEC 60417-6282:2014-04)	
F-17	Thermocouple non isolé ^b (IEC 60417-6283:2014-04)	
F-18	Thermocouple isolé ^b (IEC 60417-6284:2014-04)	
F-19	Dispositif électronique dans un circuit de mesure ^b (IEC 60417-6323:2015-03)	
F-20	Dispositif électronique dans un circuit auxiliaire ^b (IEC 60417-6324:2015-03)	
F-21	Redresseur ^b (IEC 60417-5186:2002-10)	

F Symboles généraux (voir aussi l'IEC 60417)		
F-22	Shunt (d'un appareil de mesure) (IEC 60417-6322:2015-03)	
F-23	Résistance additionnelle (dispositif en série) (IEC 60417-6321:2015-03)	
F-24	Inductance additionnelle	
F-25	Impédance additionnelle	
F-26	Ecran électrique	
F-27	Ecran magnétique	
F-28	Appareil astatique	ast
F-29	Intensité du champ magnétique exprimée en kiloampères par mètre, qui produit une variation qui correspond à l'indice de classe (par exemple, 2 kA/m)	
F-30	Appareil de réglage du zéro (de l'intervalle) (IEC 60417-6285:2014-04)	
F-31	Attention (ISO 7000-0434A:2004-01)	
F-32	Intensité du champ électrique exprimée en kilovolts par mètre, qui produit une variation qui correspond à l'indice de classe (par exemple, 10 kV/m)	
F-33	Accessoire général ^b	
F-34	Panneau en fer d'une épaisseur de X mm	FeX
F-35	Panneau en fer d'une épaisseur quelconque	Fe
F-36	Panneau non ferreux d'une épaisseur quelconque	NFe
F-37	Borne de terre sans bruit (IEC 60417-5018:2011-07)	

F Symboles généraux (voir aussi l'IEC 60417)		
F-38	Borne de référence de signal (IEC 60417-5173:2002-10)	
F-39	Borne positive (IEC 60417-5005:2002-10)	
F-40	Borne négative (IEC 60417-5006:2002-10)	
F-41	Commande de réglage de plage de résistance	
F-42	Equipé d'un dispositif de protection contre les surcharges (IEC 60417-6286:2014-04)	
F-43	Commande de réarmement du dispositif de protection contre les surcharges	

G Groupes de conditions d'environnement		
G-1	Appareil utilisé en laboratoire	
G-2	Appareil utilisé à l'extérieur ou dans des conditions où la température ambiante est sujette à de brutales variations	

^a Le symbole E-2 n'est donné que pour information. Il ne doit pas être utilisé sur les appareils de conception nouvelle.

^b Si les symboles F-17, F-18, F-19, F-20 ou F-21 sont combinés avec le symbole d'un dispositif, par exemple le symbole F-1, le dispositif est incorporé.

^c Le symbole F-33 indique que le dispositif est extérieur à l'appareil et qu'il doit être combiné avec l'un des symboles F-17, F-18, F-19, F-20 ou F-21.

6.5 Marquages et symboles pour les bornes

6.5.1 Exigences relatives aux marquages

6.5.1.1 Le marquage doit être porté sur ou au voisinage de la borne appropriée.

6.5.1.2 S'il n'y a pas assez de place au voisinage immédiat d'une borne pour le marquage spécifié, une plaque signalétique inamovible doit être fournie pour donner le détail des bornes et les identifier d'une manière non ambiguë.

6.5.1.3 Les marquages doivent être et rester lisibles et indélébiles et être d'une couleur en contraste avec le fond ou doivent être moulés.

6.5.1.4 Un marquage ne doit pas être porté sur une partie amovible d'une borne (par exemple, tête de borne).

6.5.1.5 Si des marquages sont portés sur un couvercle commun à plusieurs bornes, il ne doit pas être possible de mettre ce couvercle en place avec les marquages non correctement disposés.

6.5.1.6 Lorsqu'un schéma de branchement est fourni, le marquage relatif à une borne doit être identique à celui qui figure sur le schéma de branchement relatif à cette borne.

6.5.1.7 Les bornes du circuit de mesure des appareils portables et à main doivent être marquées du symbole de la catégorie de mesure et les marquages doivent être effectués à côté des bornes concernées. Le symbole F-31 doit être marqué à un endroit visible des appareils montés sur panneau et doit être indiqué dans le manuel d'instructions des appareils.

6.5.2 Bornes de mise à la terre

6.5.2.1 Les bornes dont il n'est pas exigé qu'elles soient reliées à une terre de protection pour des raisons de sécurité doivent porter le symbole C-2 (Tableau 6).

6.5.2.2 Les bornes dont il n'est pas exigé qu'elles soient reliées à une terre sans bruit pour empêcher une dégradation des caractéristiques doivent porter le symbole F-37 (Tableau 6).

6.5.2.3 Les bornes qui sont reliées à un matériau conducteur accessible, mais dont il n'est pas exigé qu'elles soient reliées à la terre, doivent porter le symbole C-3 (Tableau 6).

6.5.3 Bornes du circuit de mesure

Si une borne d'un circuit de mesure est prévue pour être portée au potentiel de la terre ou à un potentiel voisin (par exemple pour des raisons de sécurité ou de fonctionnement), elle doit être marquée d'un N majuscule si elle est destinée à être reliée au conducteur neutre d'un circuit d'alimentation alternatif; dans tous les autres cas, elle doit être marquée du symbole F-38 (Tableau 6).

Ces marquages s'ajoutent à tout autre marquage prescrit pour la borne en question et doivent être placés à leur suite.

6.5.4 Marquages spéciaux pour les bornes

Les marquages spéciaux sont indiqués dans les parties applicables.

6.6 Instructions d'utilisation

Les instructions doivent comprendre les informations suivantes:

- brève description du principe de mesure;
- méthode de mesure;
- schémas des connexions;

- type de la ou des piles ou accumulateurs/éléments rechargeables (si nécessaire);
- informations relatives au courant de charge, tension de charge et durée de charge des éléments rechargeables (si nécessaire);
- durée de vie utile/durée opérationnelle de la pile ou de l'accumulateur/éléments rechargeables ou nombre possible de mesures (si nécessaire);
- degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP, IEC 60529:2013);
- toute autre information exigée à l'exception de celles spécifiées en 6.2.2 et les informations b), c), d), h), m) spécifiées en 6.2.3;
- toutes les informations qui peuvent être omises conformément à 6.2.7;
- si un danger peut être dû à une lecture incorrecte lors de la mesure ou de l'indication, les instructions doivent fournir les lignes directrices pour savoir comment déterminer le fonctionnement correct de l'appareil;
- autres lignes directrices particulières éventuellement nécessaires.

7 Emballage

7.1 Les appareils et accessoires doivent être emballés de façon à satisfaire, une fois transportés et livrés à l'utilisateur et dans des conditions normales, aux exigences de la présente norme pour ce qui est de leur indice de classe.

7.2 L'emballage externe doit être marqué des symboles relatifs à la manutention des marchandises selon l'ISO 780:1997.

8 Règles d'essai

8.1 Type d'essai

Trois types d'essais sont exigés: essais de type, essais individuels de série et essais récurrents.

8.2 Essais de type

Les essais de type ne doivent être réalisés que sur un seul spécimen ou sur un petit nombre de spécimens de chaque conception sélectionnée par le constructeur pour vérifier que le type respectif d'appareil satisfait à l'ensemble des exigences de la présente norme pour la classe d'appareil applicable.

8.3 Essais individuels de série

Les essais individuels de série doivent être réalisés sur tous les produits dans le but de vérifier que les produits fabriqués par le constructeur satisfont aux exigences principales partielles spécifiées dans la présente partie et développées dans les parties applicables.

Quelques essais individuels de série sont décrits à l'Annexe D.

Certains essais individuels de série peuvent être développés dans les parties applicables.

8.4 Essais récurrents

En règle générale, des essais récurrents sont réalisés périodiquement au cours de la vie d'un appareil ou accessoire pour en garantir la sécurité électrique.

Les essais applicables répertoriés à l'Article 5.5.1 doivent être utilisés en tant qu'essais récurrents.

Les valeurs trouvées lors de ces essais, ainsi que la méthode de mesure, doivent être documentées et doivent être évaluées. Les valeurs mesurées ne doivent pas dépasser la limite acceptable.

La période de réalisation des essais récurrents doit être spécifiée dans les documents joints.

8.5 Classification des non-conformités

Les non-conformités peuvent être classées de la manière suivante: classe A, classe B et classe C. Le poids de la classe A est 1, le poids de la classe B est 0,6 et le poids de la classe C est 0,2. La classification des non-conformités des essais est donnée en Annexe A de l'IEC 60051-2 à 8.

8.6 Jugement des résultats d'essai

Durant l'essai, si le poids de la classe de non-conformité A ou d'une autre classe équivalente à A d'un spécimen n'est pas de manière cumulative inférieure à 1, le spécimen est un élément non conforme. Sauf indication contraire, toute non-conformité qui se répète lors du même essai d'un même spécimen est considérée comme une non-conformité unique.

Annexe A (normative)

Limites de l'incertitude intrinsèque et limites de variations

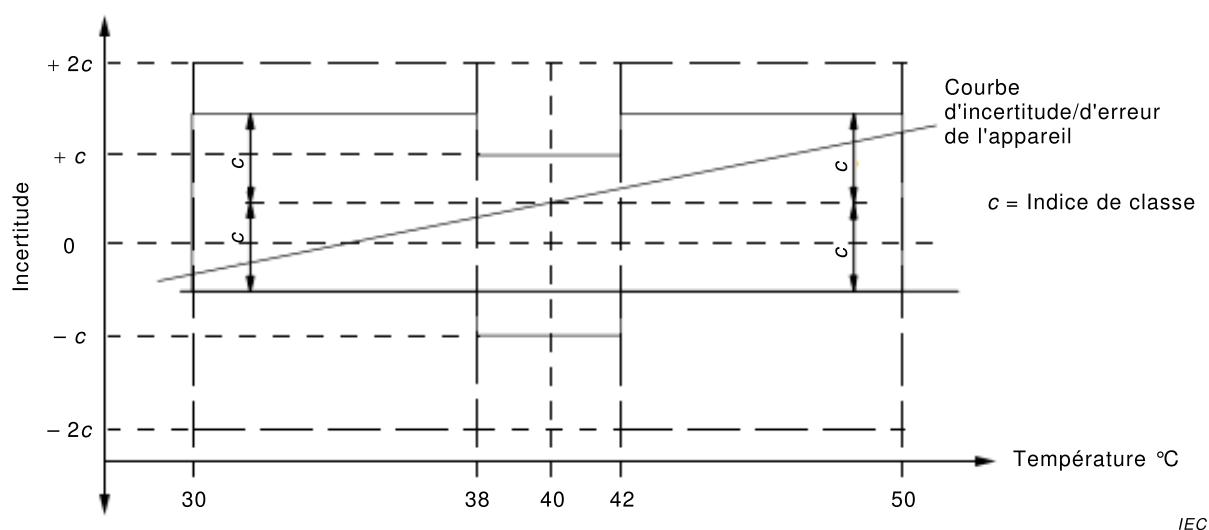
A.1 Lorsqu'un appareil ou accessoire est utilisé dans les conditions de référence, il est permis d'avoir une incertitude (l'incertitude intrinsèque) inférieure à celle qui correspond à son indice de classe; par exemple, pour un appareil de classe 0,5, les incertitudes intrinsèques ne peuvent pas dépasser 0,5 % de la valeur de repère.

A.2 Cependant, lorsqu'un appareil ou accessoire est utilisé en dehors de ses conditions de référence pour une grandeur d'influence particulière (mais dans les conditions de référence pour toutes les autres grandeurs d'influence), une modification de son incertitude, appelée variation, est autorisée lorsque la grandeur d'influence varie jusqu'à la limite de son domaine nominal d'utilisation. La valeur de la variation admissible est exprimée en pourcentage (généralement 100 %) de l'incertitude intrinsèque admissible.

A.3 La même valeur de variation est permise dans tout le domaine nominal d'utilisation jusqu'à ses deux limites, mais le signe peut ne pas être identique.

A.4 Par exemple, un appareil avec un indice de classe de 0,5 et une température de référence de 40 °C, marqué 40 °C conformément à 6.3.1, peut avoir une incertitude intrinsèque de ± 100 % de l'indice de classe à la température de référence et dans la tolérance d'essai de ± 2 °C (voir Tableau 2) autour de 40 °C.

A.5 De plus, dans le domaine nominal d'utilisation en température de 30 °C à 50 °C (température de référence 40 °C), l'indice de classe de cet appareil peut varier de ± 100 % autour de sa valeur d'incertitude à la température de référence (40 °C). L'appareil peut donc, à une température située dans le domaine nominal d'utilisation, avoir une incertitude plus petite que celle qu'il avait à la température de référence.



NOTE 1 Valeur de référence: 40 °C.

NOTE 2 Domaine nominal d'utilisation (Tableau 3): 30 °C à 50 °C.

Figure A.1 – Effet de la température

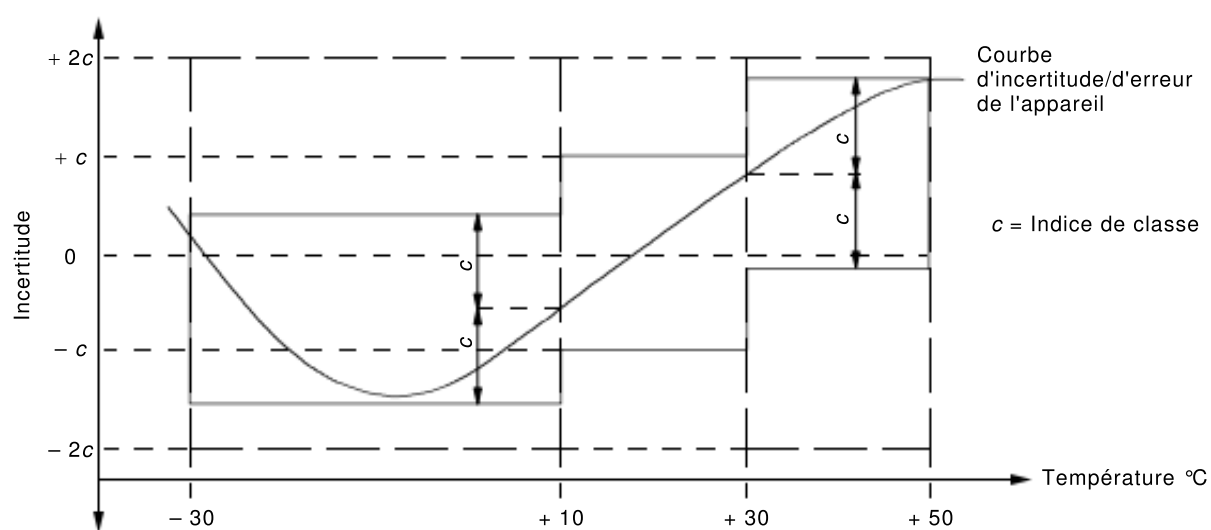
A.6 La Figure A.1 indique comment l'incertitude de cet appareil peut varier avec la température, où l'indice de classe est représenté par c .

A.7 Si l'incertitude à la température de référence (l'incertitude intrinsèque) avait atteint la valeur maximale admissible de $+c$, l'incertitude totale admissible dans les plages de température de 30 °C à 38 °C et de 42 °C à 50 °C aurait été comprise entre zéro et $+2c$. De même, si l'incertitude intrinsèque avait été égale à $-c$, l'erreur totale admissible aurait été comprise entre zéro et $-2c$.

A.8 Lorsque la condition de référence d'une grandeur d'influence particulière est un domaine de référence, dans les parties du domaine nominal d'utilisation extérieures au domaine de référence, la variation admissible est centrée sur la valeur de l'incertitude à la limite adjacente du domaine de référence.

A.9 En ce qui concerne la grandeur d'influence de température des groupes A et B, la variation due aux grandeurs d'influence passe de la température de référence aux limites supérieure et inférieure de la plage nominale en température. En ce qui concerne la grandeur d'influence de température du Groupe C, la variation est un coefficient de température. La variation admissible d'un appareil ou d'un accessoire causée par la variation de la grandeur d'influence de température de 10 K par rapport à la température de référence (domaine de référence de température) correspond à $\pm 50\%$ de l'indice de classe dans la plage nominale en température.

A.10 La Figure A.2 donne l'exemple d'un appareil avec un indice de classe de 0,5 et marqué $-30\text{ °C}... +10\text{ °C}... +30\text{ °C}... +50\text{ °C}$ conformément à 6.3.4 (domaine de référence en température $+10\text{ °C}$ à $+30\text{ °C}$; domaine nominal d'utilisation en température -30 °C à $+50\text{ °C}$). Son incertitude intrinsèque peut être égale à $\pm 100\%$ de l'indice de classe dans la plage de la température de $+10\text{ °C}$ à $+30\text{ °C}$.



IEC

NOTE 1 Domaine de référence: +10 °C à +30 °C (différent du Tableau 2).

NOTE 2 Domaine nominal d'utilisation: -30 °C à +50 °C (différent du Tableau 3).

Figure A.2 – Effet de la température

A.11 De plus, dans le domaine nominal d'utilisation de -30 °C à +10 °C, l'appareil peut subir une variation de $\pm 100\%$ de l'indice de classe centrée sur son incertitude à la température de +10 °C. De même, dans le domaine nominal d'utilisation de +30 °C à +50 °C, l'appareil peut subir une variation de $\pm 100\%$ de l'indice de classe centrée sur son incertitude à la température de +30 °C.

A.12 Si, comme cela se produit souvent en pratique, plusieurs grandeurs d'influence sont simultanément extérieures aux conditions de référence, il est peu probable que l'incertitude résultante dépasse la somme des variations distinctes; elle peut même être inférieure à chacune d'elles, car les incertitudes résultantes peuvent, dans une certaine mesure, s'annuler.

A.13 Les informations sur l'effet simultané de plusieurs grandeurs d'influence ne peuvent généralement être obtenues que par l'exécution d'essais qui correspondent aux combinaisons particulières de valeurs des grandeurs d'influence. Le constructeur peut parfois être en mesure de fournir ces informations.

A.14 Les constructeurs peuvent ne pas être en mesure de fournir les informations sur l'effet simultané de plusieurs ou de toutes les grandeurs d'influence. Les utilisateurs peuvent évaluer l'incertitude de fonctionnement maximale admissible à l'aide de la formule donnée à l'Annexe C.

Annexe B (informative)

Relation entre température ambiante et humidité relative

La relation entre température ambiante et humidité relative est représentée à la Figure B.1.

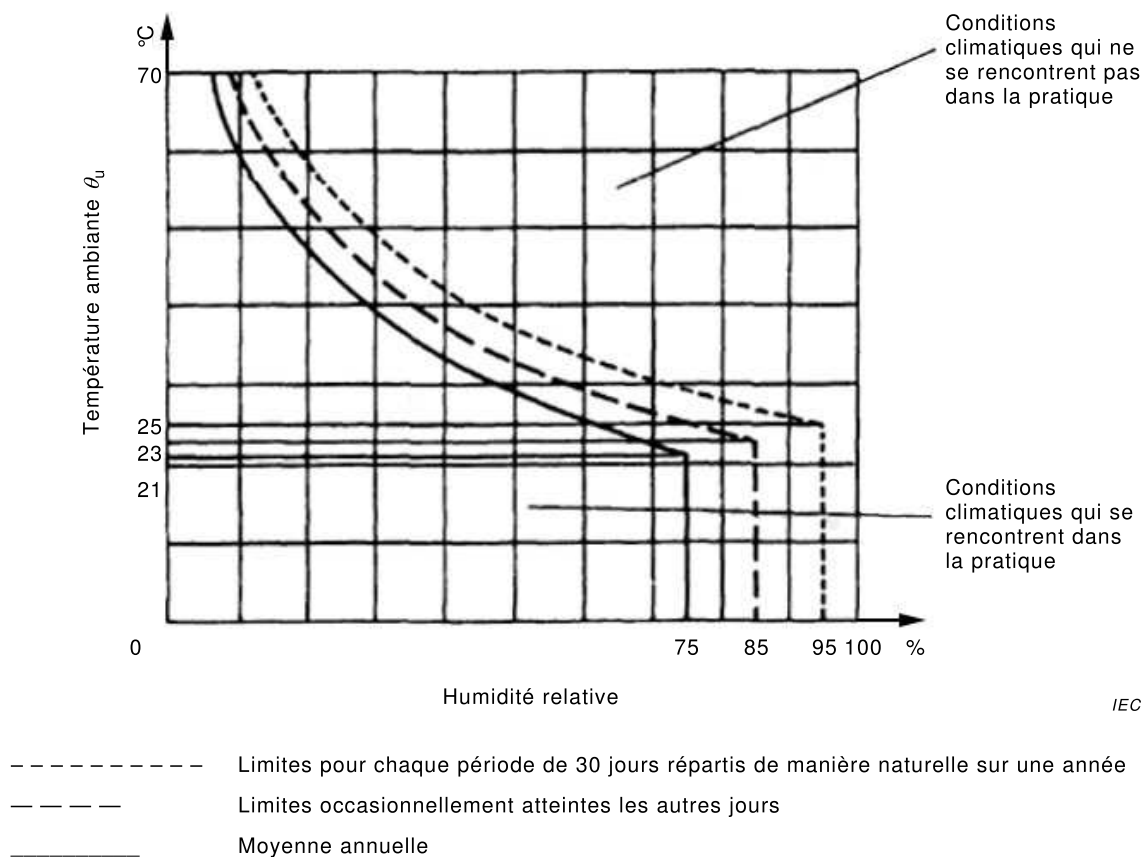


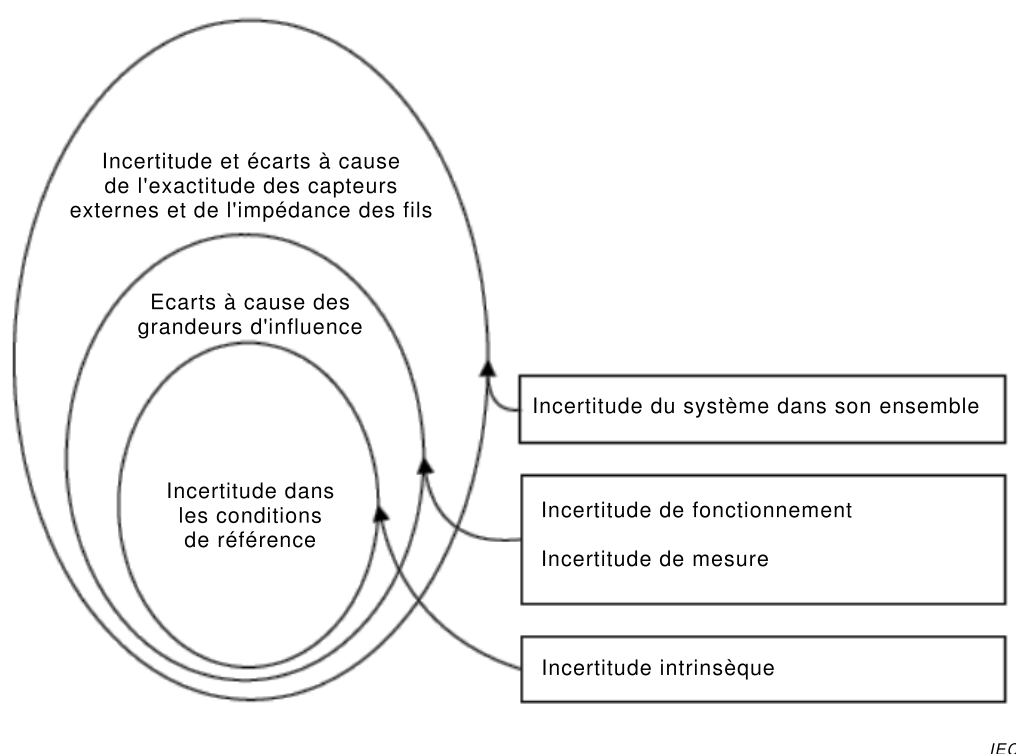
Figure B.1 – Relation entre température ambiante et humidité relative

Annexe C (informative)

Estimation des incertitudes

C.1 Incertitudes décrites dans la présente norme

Les incertitudes décrites dans la présente partie de l'IEC 60051 sont représentées à la Figure C.1.



IEC

Figure C.1 – Différents types d'incertitudes

C.2 Incertitude de fonctionnement

C.2.1 Généralités

L'incertitude de fonctionnement doit inclure l'incertitude intrinsèque (dans les conditions de référence) et les variations dues aux grandeurs d'influence. Les utilisateurs ont deux moyens d'estimer l'incertitude de fonctionnement maximale d'un appareil en service. La première méthode consiste à effectuer l'estimation par rapport aux données d'essai de type communiquées par le constructeur tandis que la seconde méthode consiste à effectuer l'estimation en fonction des limites de l'incertitude intrinsèque et des limites de variations dues à chaque grandeur d'influence spécifiées dans la présente norme relativement à leur indice de classe.

C.2.2 Estimation de l'incertitude absolue de fonctionnement en fonction des résultats d'essai de type

L'incertitude de fonctionnement doit inclure l'incertitude intrinsèque (dans les conditions de référence) et les variations dues aux grandeurs d'influence.

Lorsque les constructeurs communiquent des données d'essai de type, l'incertitude absolue de fonctionnement peut être estimée à l'aide de la Formule C.1. L'incertitude intrinsèque est liée à chaque grandeur d'influence, les variations obtenues après l'essai de type peuvent être traitées comme une distribution rectangulaire et les grandeurs d'influence sont mutuellement indépendantes. L'incertitude de fonctionnement est une incertitude élargie dont le facteur d'élargissement est égal à 2 (ce qui correspond à une probabilité d'élargissement d'environ 95 %), alors:

$$U_{op} = U_{int} + 2 \sqrt{\frac{V_1^2}{\sqrt{3}^2} + \frac{V_2^2}{\sqrt{3}^2} + \dots + \frac{V_n^2}{\sqrt{3}^2}}$$

$$U_{op} = U_{int} + 1,15 \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2} \quad (C.1)$$

Où:

U_{op} est l'incertitude absolue de fonctionnement;

U_{int} est l'incertitude absolue intrinsèque;

V_i désigne les variations dues à chaque grandeur d'influence (dans le domaine de fonctionnement assigné), qui sont déterminées lors de l'essai;

i est le nombre de variations;

n désigne les grandeurs des variations.

C.2.3 Estimation de l'incertitude absolue de fonctionnement en fonction des limites de l'incertitude intrinsèque et des limites de variations dues à chaque grandeur d'influence spécifiées dans la présente norme relativement à leur indice de classe

En l'absence des données d'essai de type du constructeur, l'incertitude absolue de fonctionnement peut être estimée en fonction des limites de l'incertitude intrinsèque et des limites de variations dues à chaque grandeur d'influence spécifiées dans la présente partie de l'IEC 60051 relativement à leur indice de classe, à l'aide de la Formule C.2.

L'incertitude intrinsèque est en outre relative aux grandeurs d'influence et les grandeurs d'influence sont mutuellement indépendantes. Les limites de variations spécifiées dans la présente partie de l'IEC 60051 peuvent être traitées comme une distribution gaussienne. L'incertitude de fonctionnement est une incertitude élargie qui possède un facteur d'élargissement de 2 (ce qui correspond à une probabilité d'élargissement d'environ 95 %). Les limites de variations spécifiées dans la présente norme possèdent un facteur d'élargissement de 2, ce qui fait que la moitié de la limite de variation est considérée comme l'incertitude-type. Alors:

$$U_{op} = U_{int} + 2 \sqrt{\frac{V_1^2}{2^2} + \frac{V_2^2}{2^2} + \dots + \frac{V_n^2}{2^2}}$$

$$U_{op} = U_{int} + \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2} \quad (C.2)$$

Où:

U_{op} est l'incertitude absolue de fonctionnement obtenue à partir de la présente norme;

- U_{int} est l'incertitude absolue intrinsèque spécifiée dans la présente norme;
- V_i désigne les variations dues à chaque grandeur d'influence (dans le domaine de fonctionnement assignée), qui sont spécifiées dans le Tableau 3 et dans les parties applicables de la présente norme;
- i est le nombre de variations;
- n désigne les grandeurs des variations.

C.3 Incertitude globale du système

L'incertitude globale du système d'un appareil qui comporte un ou plusieurs accessoires externes (par exemple, shunt), la résistance et l'impédance doivent inclure l'incertitude de fonctionnement de l'appareil, l'incertitude de l'impédance des fils ainsi que l'incertitude de fonctionnement du ou des accessoires.

La Formule C.3 est une approche simplifiée et s'applique uniquement aux mesures de la tension, du courant, de la puissance active, de la puissance réactive, du facteur de puissance et de la phase:

$$U_s = 1,15 \sqrt{U_{op}^2 + \sum_{i=1}^N (U_a + U_w)^2} \quad (\text{C.3})$$

Où:

- U_s est l'incertitude globale du système;
- U_{op} est l'incertitude absolue de fonctionnement d'un appareil;
- U_a est l'incertitude absolue de fonctionnement d'un accessoire interchangeable;
- U_w est l'incertitude absolue due à l'impédance des fils;
- N désigne les grandeurs des accessoires;
- i est le nombre de transducteurs ou de fils.

C.4 Incertitude conventionnelle de fonctionnement

Conformément à 3.7.1, Note 5, l'incertitude conventionnelle est le rapport U/V_f entre l'incertitude absolue U et une valeur conventionnelle choisie V_f . L'incertitude conventionnelle de fonctionnement exprimée sous la forme d'un pourcentage doit être déterminée au moyen de la Formule C.4:

$$U_F = \frac{U_{\text{abs}}}{F} 100\% \quad (\text{C.4})$$

Où:

- U_F est l'incertitude conventionnelle de fonctionnement;
- U_{abs} est l'incertitude absolue de fonctionnement;
- F est la valeur de repère.

Annexe D (normative)

Essais individuels de série

Les essais individuels de série généraux doivent être réalisés sur l'ensemble des produits par rapport aux éléments spécifiés ci-dessous:

- Essai pour la détermination de l'incertitude intrinsèque (Paragraphe 5.2);
- Essai de variation en fonction de la position (Paragraphe 5.3, Tableau 3);
- L'essai de tension doit être réalisé sur l'ensemble des appareils et accessoires qui comportent des parties actives dangereuses et des parties conductrices accessibles (Paragraphe 5.5.1);

NOTE Les bornes de mesure des appareils de mesure montés en baie et sur panneau en conditions normales de fonctionnement ne sont pas considérées comme des parties accessibles.

- Essai de retour à zéro (Paragraphe 5.5.5);
- Les autres essais sont développés dans les parties applicables.

Bibliographie

IEC 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-300:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – 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*

IEC 60050-581:2008, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

IEC 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

IEC 60417-DB-12M, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Abonnement de 12 mois à la base de données en ligne comprenant tous les symboles graphiques publiés dans l'IEC 60417*

IEC 61557-12:2007, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 12: Dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD)*

IEC 62052-11:2003, *Equipelement de comptage de l'électricité (CA) – Prescriptions générales, essais et conditions d'essai – Partie 11: Equipelement de comptage*

IEC 62586-1:2013, *Mesure de la qualité de l'alimentation dans les réseaux d'alimentation – Partie 1: Instruments de mesure de la qualité de l'alimentation*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch