

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Laboratory resistors –
Part 1: Laboratory DC resistors**

**Résistances de laboratoire –
Partie 1: Résistances de laboratoire à courant continu**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60477-1:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Laboratory resistors –
Part 1: Laboratory DC resistors**

**Résistances de laboratoire –
Partie 1: Résistances de laboratoire à courant continu**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20; 31.040.01

ISBN 978-2-8322-1092-6

**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	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
3.1 General terms	7
3.2 Characteristic values	9
3.3 Accuracy class, class index	10
3.4 Influence quantities, reference conditions, nominal range of use	11
3.5 Uncertainty and variations	13
4 Classification and construction	16
4.1 Classification	16
4.2 Construction	16
5 Limits of intrinsic uncertainty	16
5.1 General	16
5.2 Requirement for multiple resistors	17
6 Reference conditions	17
7 Permissible variations	18
7.1 Limits of variation	18
7.2 Conditions for the determination of the variations	19
7.3 Influence of self-heating (power dissipation)	19
7.4 Influence of position	20
8 Further electrical and mechanical requirements	20
8.1 Electrical safety requirements	20
8.2 Insulation resistance	20
8.3 Storage and transport conditions	20
8.4 Terminal	20
8.5 Provision of temperature measuring facilities	21
8.6 Guarding and screening requirements	21
9 Information, markings and symbols	21
9.1 Information	21
9.2 Markings, symbols and their locations	22
9.3 Marking relating to the reference conditions and nominal ranges of use	22
Annex A (informative) Reference information	25
A.1 Thermoelectric effects (see Clause 6, Note 2)	25
A.2 Reference range and nominal range of use	25
A.3 Example of marking for a single resistor	26
A.4 Example of marking for a five-dial resistor	26
Bibliography	27
Figure A.1 – Effect of temperature	25
Figure A.2 – Example of marking for a single resistor	26
Figure A.3 – Example of marking for a five-dial resistor	26
Table 1 – Limits of intrinsic relative uncertainty and limits of relative stability	17
Table 2 – Reference conditions and permissible range of influence quantities	18

Table 3 – Nominal range of use for influence quantities (applicable unless marked otherwise).....	19
Table 4 – Examples of markings for temperature	23
Table 5 – Symbols for marking resistors	24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60477-1:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LABORATORY RESISTORS –**Part 1: Laboratory DC resistors****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.

IEC 60477-1 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities. It is an International Standard.

This first edition cancels and replaces the first edition of IEC 60477 published in 1974, and its Amendment 1:1997. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) extended the resistor accuracy classes;
- b) deleted the resistor accuracy class expression in parts per million (ppm);
- c) excluded the active resistor from the scope of this document;
- d) updated the terms and definitions according to new IEC 60050 series;
- e) changed the term "resistance decade" to "resistance dial" to cover the multi-dial resistors with other resistance step values;
- f) updated the intrinsic error to intrinsic uncertainty according to IEC 60359;

- g) added the limits of relative stability for resistors of classes 0,000 05 to 0,01;
- h) added the requirements of high voltage resistors;
- i) updated the safety symbols and requirements according to the new IEC 61010 series;
- j) updated the insulation resistance requirements of resistors;
- k) added the requirements of temperature coefficient;
- l) updated the temperature requirements for transport and storage of resistors.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
85/821/FDIS	85/824/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

A list of all parts in the IEC 60477 series, published under the general title *Laboratory resistors*, can be found on the IEC website.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

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

LABORATORY RESISTORS –

Part 1: Laboratory DC resistors

1 Scope

This document applies to resistors intended for use as laboratory DC resistors (hereinafter referred to as "resistors") comprising standard resistors, single or multiple resistors of accuracy Classes 0,000 05 to 10 and single or multi-dial resistors of accuracy Classes 0,000 5 to 10.

This document does not apply to:

- 1) resistors which are intended for use solely as permanently mounted circuit components,
- 2) resistors used on alternating current or on pulsed current,
- 3) active resistors,
- 4) series resistors and shunts which are considered as accessories of electrical measuring instruments in the relevant IEC document (examples of these are as follows).

EXAMPLE 1 IEC 60051 series: Recommendations for direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.

EXAMPLE 2 IEC 60258: Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*
IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 General terms

3.1.1

terminal

point of interconnection of an electric circuit element, an electric circuit or a network with other electric circuit elements, electric circuits or networks

Note 1 to entry: For an electric circuit element the terminals are the points at which or between which the related integral quantities are defined. At each terminal, there is only one electric current from outside into the element.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-11-11, modified – Note 2 to entry omitted.]

3.1.2

two-terminal device

device having two terminals, or device having more than two terminals where only the performance at two terminals forming a pair is of interest

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-13, modified – Note 1 to entry omitted.]

3.1.3

resistor

two-terminal device characterized essentially by its resistance

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-19, modified – Note 1 to entry omitted.]

3.1.4

four-terminal resistor

resistor fitted with two current terminals and two voltage terminals

[SOURCE: IEC 60050-313:2001, 313-09-06, modified – deletion of the words "injection" and "measuring".]

3.1.5

single value resistor

device which provides a single definite resistance value between certain terminals

3.1.6

multiple value resistor

assembly comprising a number of resistors which are accessible either singly or in combination and which provides definite resistance values between certain terminals

3.1.7

resistance dial

multiple resistor which, by means of a switching device, generally allows the selection of a combination of resistance values rising in equal steps, each step corresponding to an increment of an n-ary resistance value

Note 1 to entry: Resistance decade with each step corresponding to an increment of a decadic resistance value is common (e.g. 0,1 Ω or 1 Ω or 10 Ω , etc.).

Note 2 to entry: A resistance decade generally allows a selection of 10, 11 or 12 resistance values (including zero).

3.1.8

multi-dial resistor

multiple resistor comprising a number of resistance dials which are generally connected in series

Note 1 to entry: A resistor comprising a number of resistance decades is usually called a multi-decade resistor.

3.1.9

material measure

device intended to reproduce or supply, in a permanent manner during its use, one or more known values of a given quantity

EXAMPLE: Standard electric resistor.

Note 1 to entry: The quantity concerned may be called the supplied quantity.

Note 2 to entry: The definition covers also those devices, such as signal generators and standard voltage or current generators, often referred to as supply instruments.

Note 3 to entry: The identification of the value and uncertainty of the supplied quantity is given by a number tied to a unit of measurement or a code term, called the nominal value or marked value of the material measure.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.3, modified – The example has been added, as given in IEC 60050-311:2001, 311-03-03.]

3.1.10

(measurement) standard

material measure, measuring instrument, reference material or measuring system intended to define, represent physically, conserve or reproduce a unit of a quantity, or a multiple or sub-multiple thereof (for example, standard resistance), or a known value of a quantity (for example, standard cell), with a given uncertainty

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-04-01]

3.1.11

residual resistance

resistance value between the terminals of a multiple resistor having switching devices with a zero position, when all switching elements are set to the zero position

3.1.12

screen

shield (US)

device intended to reduce the penetration of an electric, magnetic or electromagnetic field into a given region

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-09]

3.1.13

local earth

local ground, US

part of the Earth that is in electric contact with an earth electrode and that has an electric potential not necessarily equal to zero

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-01-03]

3.1.14

earth, verb

ground, verb US

to make an electric connection between a conductive part and a local earth

Note 1 to entry: The connection to local earth can be

- intentional, or
- unintentional or accidental

and can be permanent or temporary.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-01-08]

3.1.15**earthing terminal****grounding terminal, US**

terminal provided on equipment and intended for the electric connection with the earthing arrangement

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-31]

3.1.16**working voltage**

highest RMS value of the AC or DC voltage across any particular insulation which can occur when the equipment is supplied at rated voltage

Note 1 to entry: Transients and voltage fluctuations are not considered to be part of the working voltage.

Note 2 to entry: Both open-circuit conditions and normal operating conditions are taken into account.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-19, modified – Note 1 and Note 2 to entry have been added according to IEC 61010-1:2010, 3.3.3.]

3.1.17**measurement category**

classification of testing and measuring circuits according to the type of mains to which they are intended to be connected

Note 1 to entry: Measurement categories take into account overvoltage categories, short-circuit current levels, the location in the building installation where the test or measurement is to be made, and some forms of energy limitation or transient protection included in the building installation. See IEC 61010-2-30:2017, Annex AA for more information.

[SOURCE: IEC 61010-2-30:2017, 3.5.101]

3.1.18**insulation resistance**

resistance under specified conditions between two conductive elements separated by the insulating materials

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-43]

3.2 Characteristic values**3.2.1****nominal value**

value of a quantity used to designate and identify a component, device, equipment, or system

Note 1 to entry: The nominal value is generally a rounded value.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-09]

3.2.2**(measure-) value**

mid element of the set assigned to represent the measurand

Note 1 to entry: The measure-value is no more representative of the measurand than any other element of the set. It is singled out merely for the convenience of expressing the set in the format $V \pm U$, where V is the mid element and U the half-width of the set, rather than by its extremes. The qualifier "measure-" is used when deemed necessary to avoid confusion with the reading-value or the indicated value.

Note 2 to entry: For a multiple resistor with switching devices having a zero position, the measure-value for a given setting is the value obtained for that setting minus the residual resistance (see 3.1.11).

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.3, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.2.3

indication

reading-value

output signal of the instrument

Note 1 to entry: The indicated value can be derived from the indication by means of the calibration curve.

Note 2 to entry: For a material measure, the indication is its nominal or stated value.

Note 3 to entry: The indication depends on the output format of the instrument:

- for analogue outputs it is a number tied to the appropriate unit of the display;
- for digital outputs it is the displayed digitized number;
- for code outputs it is the identification of the code pattern.

Note 4 to entry: For analogue outputs meant to be read by a human observer (as in the index-on-scale instruments) the unit of output is the unit of scale numbering; for analogue outputs meant to be read by another instrument (as in calibrated transducers) the unit of output is the unit of measurement of the quantity supporting the output signal.

Note 5 to entry: The indication is the assigned value for a resistor, the measure-value stated in this document (see 9.1 p)) for a single or a multiple resistor of classes 0,00005 to 0,01, or the nominal value for a single or a multiple resistor of classes 0,01 to 10.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.5, modified – Note 5 to entry has been added.]

3.2.4

indicated value

value given by an indicating instrument on the basis of its calibration curve

Note 1 to entry: The indicated value is the measure-value of the measurand when the instrument is used in a direct measurement under all the operating conditions for which the calibration diagram is valid.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.9]

3.2.5

stability of a measuring instrument

stability

property of a measuring instrument, whereby its metrological properties remain constant in time

Note 1 to entry: Stability may be quantified in several ways.

EXAMPLE 1 In terms of the duration of a time interval over which a metrological property changes by a stated amount.

EXAMPLE 2 In terms of the change of a property over a stated time interval.

Note 2 to entry: For a resistor, stability is quantified in the change of resistance measure-value over a year. In this document, it is expressed in relative form divided by the resistance measure-value.

[SOURCE: ISO/IEC GUIDE 99:2007, 4.19, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.3 Accuracy class, class index

3.3.1

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.

Note 4 to entry: Accuracy class of a resistor is defined by the limits of intrinsic relative uncertainty, the limits of relative stability and the limits of variations due to influence quantities.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.7, modified – Note 4 to entry has been added.]

3.3.2

class index

conventional designation of an accuracy class by a number or symbol

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-10]

3.4 Influence quantities, reference conditions, nominal range of use

3.4.1

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]

3.4.2

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]

3.4.3

reference value

specified value of one of a set of reference conditions

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.11]

3.4.4

reference range

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

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.12]

3.4.5

rated operating conditions

set of conditions that must be fulfilled during the measurement in order that a calibration diagram may be valid

Note 1 to entry: Beside the specified measuring range and rated operating ranges for the influence quantities, the conditions may include specified ranges for other performance characteristics and other indications that cannot be expressed as ranges of quantities.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.13]

3.4.6

nominal range of use (for influence quantities)

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]

3.4.7

limiting values for operation

extreme values which an influence quantity can assume during operation 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 60050-311:2001, 311-07-06]

3.4.8

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]

3.4.9

temperature coefficient

<of a resistor> coefficient of the formula which defines the measure-value of resistance as a function of temperature

Note 1 to entry: In general, the value of resistance at any temperature can be calculated according to the following temperature formula:

$$R_t = R_{t_0} \left[1 + \alpha(t - t_0) + \beta(t - t_0)^2 \right] \quad (1)$$

where:

R_t value of resistance at t °C (Ω)

R_{t_0} measure-value of resistance at t_0 °C (Ω)

α primary temperature coefficient of resistance ($1/^\circ\text{C}$)

β secondary temperature coefficient of resistance ($1/^\circ\text{C}^2$)

t temperature of resistance

t_0 reference temperature value.

3.4.10

temperature coefficient of resistance

TCR

α

reversible relative variation of resistance between two given temperatures divided by the difference in the temperature producing it

Note 1 to entry: It should be noted that the term expresses a maximum relative resistance variation within a given temperature range, hence the use of the term does not imply any degree of linearity for this function, nor should any be assumed.

Note 2 to entry: The temperature coefficient of resistance is usually determined between the reference temperature and the category temperatures, LCT and UCT, respectively, for which the larger of the two determined coefficients is expressed as the result.

Note 3 to entry: Related terminology: variation of resistance with temperature

[SOURCE: IEC 60115-1:2021, 3.1.34]

3.4.11

steady-state conditions

operating conditions of a measuring device in which the variation of the measurand with the time is such that the relation between the input and output signals of the instruments does not suffer a significant change with respect to the relation obtaining when the measurand is constant in time

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.15]

3.5 Uncertainty and variations

3.5.1

uncertainty (of measurement)

parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

Note 1 to entry: The parameter can be, for example, a standard deviation (or a given multiple of it), or a half-width of an interval having a stated level of confidence.

Note 2 to entry: Uncertainty of measurement comprises, in general, many components. Some of these components can be evaluated from the statistical distribution of the results of a series of measurements and can be characterized by experimental standard deviations. The other components, which can also be characterized by standard deviations, are evaluated from the assumed probability distributions based on experience or other information.

Note 3 to entry: It is understood that the result of the measurement is the best estimate of the value of the measurand, and that all components of uncertainty, including those arising from systematic effects, such as components associated with corrections and reference standards, contribute to the dispersion.

Note 4 to entry: The definition and notes 1 and 2 are from GUM, clause B.2.18. The option used in this standard is to express the uncertainty as the half-width of an interval with the GUM procedures with a coverage factor of 2. This choice corresponds to the practice now adopted by many national standards laboratories. With the normal distribution a coverage factor of 2 corresponds to a level of confidence of 95 %. Otherwise statistical elaborations are necessary to establish the correspondence between the coverage factor and the level of confidence. As the data for such elaborations are not always available, it is deemed preferable to state the coverage factor. This interval can be "reasonably" assigned to describe the measurand, in the sense of the GUM definition, as in most usual cases it ensures compatibility with all other results of measurements of the same measurand assigned in the same way at a sufficiently high confidence level.

Note 5 to entry: Following CIPM document INC-1 and GUM, the components of uncertainty that are evaluated by statistical methods are referred to as components of category A, and those evaluated with the help of other methods as components of category B.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.4]

3.5.2

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]

3.5.3

intrinsic uncertainty of the measurand

minimum uncertainty that can be assigned in the description of a measured quantity

Note 1 to entry: No quantity can be measured with narrower and narrower uncertainty, inasmuch as any given quantity is defined or identified at a given level of detail. If one tries to measure a given quantity with uncertainty lower than its own intrinsic uncertainty one is compelled to redefine it with higher detail, so that one is actually measuring another quantity. See also GUM D.1.1.

Note 2 to entry: The result of a measurement carried out with the intrinsic uncertainty of the measurand may be called the best measurement of the quantity in question.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.11]

3.5.4

(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 or in the fiducial form. The relative uncertainty is the ratio U/V of the absolute uncertainty U to the measure value V , and the fiducial uncertainty the ratio U/V_f of the absolute uncertainty U to a conventionally chosen value V_f .

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.12]

3.5.5

intrinsic uncertainty

intrinsic instrument uncertainty

uncertainty of a measuring instrument when used under reference conditions

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-03-09, modified – The term "intrinsic instrument uncertainty" has been added and the note deleted.]

3.5.6

relative form of expression

expression of a metrological characteristic, or of other data, by means of its ratio to the measure value of the quantity under consideration

Note 1 to entry: Expression in relative form is possible when the quantity under consideration allows the ratio relationship and its value is not zero.

Note 2 to entry: Uncertainties and limits of uncertainty are expressed in relative form by dividing their absolute value by the value of the measurand, ranges of influence quantities by dividing the halved range by the mid value of the domain, etc.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.3]

3.5.7

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]

3.5.8

calibration

set of operations which establishes the relationship which exists, under specified conditions, between the indication and the result of a measurement by reference to standards

Note 1 to entry: The relationship between the indications and the results of measurement can be expressed, in principle, by a calibration diagram.

Note 2 to entry: The calibration must be performed under well defined operating conditions for the instrument. The calibration diagram representing its result is not valid if the instrument is operated under conditions outside the range used for the calibration.

Note 3 to entry: Quite often, specially for instruments whose metrological characteristics are sufficiently known from past experience, it is convenient to predefine a simplified calibration diagram and perform only a verification of calibration to check whether the response of the instrument stays within its limits. The simplified diagram is of course wider than the diagram that would be defined by the full calibration of the instrument, and the uncertainty assigned to the results of measurements is consequently larger.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.6]

3.5.9

verification (of calibration)

set of operations which is used to check whether the indications, under specified conditions, correspond with a given set of known measurands within the limits of a predetermined calibration diagram

Note 1 to entry: The known uncertainty of the measurand used for verification will generally be negligible with respect to the uncertainty assigned to the instrument in the calibration diagram.

Note 2 to entry: The verification of calibration of a material measure consists in checking whether the result of a measurement of the supplied quantity is compatible with the interval given by the calibration diagram.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.12]

3.5.10

deviation (for the verification of calibration)

difference between the indication of an instrument undergoing verification of calibration and the indication of the reference instrument, under equivalent operating conditions

Note 1 to entry: The comparison of the indications may be carried out by simultaneous measurement or by substitution. In principle the comparison ought to be carried out on the same measurand in the same measuring conditions, but this is impossible because the measurand can never be rigorously the same. Only the metrological expertise of the operator can warranty that the difference in the measurement conditions of the two instruments is negligible for the comparison purposes.

Note 2 to entry: The term is used only in operations of verification of calibration where the uncertainty of the reference instrument is negligible by definition.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.15, modified – Note 2 to entry has been deleted.]

4 Classification and construction

4.1 Classification

Resistors satisfying the provisions of this document are classified according to their accuracy class (as defined in 3.3.1) in the classes designated by the class indices given in Table 1.

The class index of a resistor shall be expressed using the relative form of intrinsic uncertainty as a percentage.

For multi-dial resistors, each dial may have a different class index (see example in Clause A.4).

4.2 Construction

The DC resistors to which this document applies are classified according to their construction, as follows:

- a) two-terminal resistor, each terminal being able to be used both for current or potential;
- b) four-terminal resistor which has independent current terminals and potential terminals to reduce contact resistances to realize the least uncertainty of resistance of connection leads.

5 Limits of intrinsic uncertainty

5.1 General

Resistors of Classes 0,000 05 to 0,01 shall comply with the limits of intrinsic relative uncertainty specified for their respective accuracy class in Table 1 at initial calibration.

The difference at initial calibration between the measure-value and the nominal value for resistors of Classes 0,000 05 to 0,01 shall not exceed $\pm 0,01$ % of the nominal value.

Resistors of Classes 0,000 05 to 0,01 shall comply with the limits of relative stability specified for their respective accuracy class in Table 1 for the duration of one year from the date of calibration associated with delivery or another date (such as the date of initial calibration) agreed upon by manufacturer and user. This requirement applies only if the working and storage conditions specified by the manufacturer are complied with.

NOTE In this document, the requirement as regards the limits of relative stability is specified only for the duration of one year, but experience has shown that the rate of change due to ageing effects decreases with time.

Resistors of Classes 0,02 to 10 shall comply with the limits of intrinsic relative uncertainty specified for their respective accuracy class in Table 1 for the duration of one year from the date of calibration associated with delivery or another date (such as the date of initial calibration) agreed upon by manufacturer and user. This requirement applies only if the working and storage conditions specified by the manufacturer are complied with.

Table 1 – Limits of intrinsic relative uncertainty and limits of relative stability

Class index	Limits of intrinsic relative uncertainty (%)	Limits of relative stability (% / year)	Limits of difference at initial calibration (%)
0,000 05	0,000 05	±0,000 05	±0,01
0,000 1	0,000 1	±0,000 1	
0,000 2	0,000 2	±0,000 2	
0,000 5	0,000 5	±0,000 5	
0,001	0,001	±0,001	
0,002	0,002	±0,002	
0,005	0,005	±0,005	
0,01	0,01	±0,01	
0,02	0,02	—	—
0,05	0,05	—	—
0,1	0,1	—	—
0,2	0,2	—	—
0,5	0,5	—	—
1	1	—	—
2	2	—	—
5	5	—	—
10	10	—	—

5.2 Requirement for multiple resistors

In a multiple resistor, the measure-value relates to each resistor, singly or in combination, the value of which is stated and which is intended for measurement and is directly accessible by terminals or other connection means.

For a multiple resistor with switching devices each having a zero position, the manufacturer shall state the nominal value of the residual resistance with its limits if it is higher than 50 % of a value corresponding to the class index of the smallest resistance step.

6 Reference conditions

The reference conditions relative to each of the influence quantities are shown in Table 2.

Table 2 – Reference conditions and permissible range of influence quantities

Influence quantity	Reference value or reference range, unless marked ^a	Permissible range of influence quantities
Ambient temperature (atmosphere, oil bath, etc.)	20 °C	1/10 of the nominal range of use, but not less than $\pm 0,1$ °C ^b
Relative humidity	50 %	40 % to 60 %
Power dissipation	Should be specified ^c	—
Cooling	None	—
Position	Any	—
External connections	Any	—
^a For a reference range, no permissible range is allowed. ^b For resistors of Classes 0,000 05 to 0,000 5, as an exception, the limit is $\pm 0,1$ °C and not 1/10 of the nominal ranges of use (see Table 3). ^c For resistors that do not have a reference power dissipation, take 1/10 of their nominal power dissipation upper limit as their reference power dissipation.		

The reference values are for stable conditions. Any change in conditions shall be followed by a sufficient time under reference conditions to allow steady-state conditions to be established before measurements are made.

The measurement of resistance values shall be made with a steady-state of direct current (or voltage) which shall have been applied for a time that does not suffer a significant resistance change unless a shorter time or range of time is specified by the manufacturer. These requirements shall also apply to current (or voltage) that is interrupted or reversed.

NOTE 1 The value of resistance is taken as the average(mean) of the values determined using the two directions of the current (or voltage).

NOTE 2 Resistance can vary or appear to vary with time because of:

- transient effects due to reactance either inductive or capacitive;
- dielectric absorption;
- polarization voltage;
- thermo-electric Seebeck, Peltier and Thomson effects (see Annex A).

Owing to the complexity of these causes of change, it is not generally reliable to obtain a direct current value of resistance by extrapolation from measurements of resistance using alternating current over a range of low frequencies.

7 Permissible variations

7.1 Limits of variation

When the resistor is under the conditions given in Table 3 and a single influence quantity is varied in accordance with 7.2, the variation expressed as a percentage of the measure-value shall not exceed:

- a value corresponding to the class index for the influence quantities listed in Table 3,
- the limits stated in 7.3 and 7.4 for other influence quantities.

The primary temperature coefficient for single resistors of Classes 0,000 05 to 0,002 shall be given in a separate document, also the secondary temperature coefficient should be given for these resistors.

Table 3 – Nominal range of use for influence quantities
(applicable unless marked otherwise)

Influence quantity	Class index	Resistance range	Nominal range of use
Ambient temperature (atmosphere, oil bath, etc.)	0,000 05 to 0,000 5	All values	Reference temperature $\pm 0,5$ °C
	0,001	All values	Reference temperature ± 1 °C
	0,002	All values	Reference temperature ± 2 °C
	0,005 to 0,02	All values	Reference temperature ± 5 °C
	0,05 to 10	$< 10^7 \Omega$	Reference temperature ± 10 °C
$\geq 10^7 \Omega$		Reference temperature ± 5 °C	
Relative humidity	25 % to 75 %		
Power dissipation ^a	Shall be specified in all cases		
NOTE Those influence quantities not listed in Table 3 and Clause 7 are considered not to have a nominal range of use.			
^a Alternatively, nominal range of use for current or voltage is permitted.			

7.2 Conditions for the determination of the variations

The variations shall be determined for each influence quantity. During each test, all other influence quantities shall be maintained at their reference conditions.

The degree of variation is assessed as follows.

When a reference value is assigned to the resistor, 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.

When a reference range is assigned to the resistor, the nominal range of use shall include the whole of the reference range and shall extend beyond it at least at one of the limits of the reference range. The influence quantity shall be varied between each of the limits of the reference range and any value in that part of the nominal range of use adjacent to the chosen limit of the reference range.

7.3 Influence of self-heating (power dissipation)

Variation due to self-heating, unless otherwise specified, at any power between the reference value or the upper limit of the reference range and the upper limit of the nominal range of use shall not exceed a value corresponding to the class index, stable conditions being assumed.

The manufacturer may indicate that the upper limit of the nominal range of use for power dissipation may be exceeded, by marking on the resistor the value of the limiting power dissipation. When so marked, the difference between the value of the resistor before and after the application of this limiting power dissipation shall not exceed 10 % of a value corresponding to the class index when the resistor is again under reference conditions. Unless otherwise specified by the manufacturer, the length of time for which the nominal range of use may be exceeded shall be unlimited. When testing the resistor, the limiting power dissipation shall be applied for at least 2 h unless a shorter time has been specified by the manufacturer.

If the value of the limiting power dissipation depends on additional cooling (such as a temperature-controlled oil bath or forced ventilation), the value of the limiting power dissipation shall be stated both with and without the extra cooling.

7.4 Influence of position

When a reference position is marked (see Table 5) on the resistor, then the nominal range of use for position shall be the reference position $\pm 20^\circ$, unless otherwise stated by the manufacturer. The permissible variation is 10 % of a value corresponding to the class index.

8 Further electrical and mechanical requirements

8.1 Electrical safety requirements

Electrical safety related requirements shall at least comply with the requirements of measurement category II and pollution degree 1 specified in IEC 61010-1 and IEC 61010-2-30.

The working voltage is the highest voltage to earth at which the resistor may be operated.

8.2 Insulation resistance

The DC insulation resistance measured between any two points which are not intended to have any connection shall be:

- a) 1 000 times of the nominal value for the resistor divided by class index, but not less than 500 M Ω for Classes 0,000 05 to 0,01,
- b) 1 000 times of the nominal value for the resistor divided by class index, but not less than 100 M Ω for Classes 0,02 to 10,
- c) not less than 500 M Ω for highest working voltage greater than 1 000 V.

For this test the nominal value of a multiple resistor shall be the maximum selectable value. The test voltage shall be as close to the working voltage as possible.

8.3 Storage and transport conditions

Unless otherwise stated by the manufacturer, resistors shall be capable of withstanding, without damage, exposure to ambient temperatures within the range -40°C to $+70^\circ\text{C}$. After returning to reference conditions, the resistors shall meet the requirements of Clause 5.

Resistors shall be transported in accordance with the manufacturer's instructions using a method which avoids both shock and continued vibration so as to prevent a change in value due to strain or hardening of the resistance material. If a resistor is installed in a rack or test deck, care should be taken to ensure that the ventilation required for its operation is in no way impeded.

8.4 Terminal

Each terminal shall be so designed that, after 100 connections and disconnections, the measure-value of resistance shall not vary by more than:

- 10 % of a value corresponding to the class index for single resistors,
- 10 % of a value corresponding to the class index of the chosen selectable value for multiple resistors.

This test shall be carried out under reference conditions.

Unless otherwise specified by the manufacturer, the selectable value to be used for a multiple resistor shall be the lowest selectable value other than zero.

The connections shall be properly made, and this shall be verified.

8.5 Provision of temperature measuring facilities

Provision for the measurement of the temperature of the resistor shall be provided when the measurement of the temperature of the surrounding medium does not sufficiently define the temperature of the resistor itself.

8.6 Guarding and screening requirements

High-voltage high-resistance devices with resistance greater than 10 M Ω and with nominal voltage greater than 1 kV should have separate guarding and screening terminals.

9 Information, markings and symbols

9.1 Information

The following information shall be given by the manufacturer (the format in which the information is to be given is specified in 9.2):

- a) unit(s) of measured quantity(ies);
- b) manufacturer's name or trade mark or those of the responsible supplier;
- c) type reference, if any, given by the manufacturer;
- d) serial number of the resistor;
- e) nominal value of resistor(s) (symbol J-1 or according to 9.3);
- f) class index or class indices (symbol E-1). If a multi-dial resistor has resistance dials which have different limits of intrinsic uncertainty, the class index for each resistance dial shall be marked;
- g) nominal residual resistance with its limits, if necessary (symbol J-2);
- h) position symbol, if necessary (symbols D-1 to D-6);
- i) reference value or reference range and nominal range of use, if any, for temperature (see 9.3);
- j) type of cooling, if necessary (see Table 2);
- k) reference value or reference range for power dissipation, if necessary (see 9.3);
- l) nominal range of use for power dissipation, or nominal range of use for voltage or current (see 9.3);
- m) limiting power dissipation or limiting voltage or limiting current, if necessary (symbol J-3);
- n) any other reference value or reference range and nominal range of use, if relevant;
- o) temperature limits and other instructions for transport, storage and use, if necessary;
- p) measure-value(s) with the associated uncertainty(ies), if necessary;
- q) date of measurement;
- r) certifying authority;
- s) stability, if necessary (see symbol J-4);
- t) where relevant, the symbol showing that some other essential information is given in a separate document (symbol F-33);
- u) instructions for the use of the resistor(s), if necessary;
- v) measurement category specified in accordance with IEC 61010-2-030;
- w) pollution degree;
- x) temperature coefficient, if necessary (see 7.1);
- y) safety warning in accordance with IEC 61010-1.

9.2 Markings, symbols and their locations

The symbols specified in Table 5 shall be used, where relevant.

The following information (see 9.1) shall be given on a nameplate or on the enclosure, if any (see Annex A):

- information specified in list items 9.1 a), b), c), d), e), f), g), h).

In addition, the following marking shall be made (see Annex A):

- "Laboratory DC resistor".

This term can be marked in any other language.

The following information shall be given on the nameplate or on the enclosure, if any, or in a separate document:

- information specified in list items 9.1 i), j), k), l), m), v), w), and in 9.1 a), b), c), d), if relevant.

The following information shall be given in separate documents:

- information specified in list items 9.1 n), o), p), q), r), s), t), u), x), y) and in 9.1 a), b), c), d).

For linking the resistor with the relevant separate document, the information specified in 9.1 a), b), c) and d) which is given on a nameplate or on the enclosure shall be repeated in the separate document.

All marking shall be legible and indelible.

9.3 Marking relating to the reference conditions and nominal ranges of use

Reference values or reference ranges corresponding to each influence quantity shall be marked if different from those given in Table 2.

The nominal ranges of use shall be marked if different from those given in Table 3.

If the reference value or reference range is marked, it shall be identified by underlining.

The influence quantity shall be identified by the symbol of the unit in which it is measured (see Table 5). If other units and prefixes are needed, they shall be in accordance with IEC 60027 (all parts). If other symbols are needed, they shall be in accordance with IEC 60417. The following examples (Table 4) show the significance of the various markings for temperature.

Table 4 – Examples of markings for temperature

Indication	Example	Meaning ^a
No marking		Reference value: 20 °C (see Table 2) Nominal range of use: 18 °C to 22 °C (see Table 3)
One number	<u>23 °C</u>	Reference value: 23 °C Nominal range of use: 21 °C to 25 °C (see Table 3)
Three numbers	20 °C... <u>25 °C</u> ...30 °C	Reference value: 25 °C Nominal range of use: 20 °C to 30 °C (both limits of the nominal range of use are different from those specified in Table 3)
Three numbers	15 °C... <u>20 °C</u> ... <u>25 °C</u>	Reference range: 20 °C to 25 °C Nominal range of use: 15 °C to 27 °C (the lower limit of the nominal range of use is different from that specified in Table 3; for the upper limit of the same, see Table 3)
Four numbers	15 °C... <u>20 °C</u> ... <u>25 °C</u> ...30 °C	Reference range: 20 °C to 25 °C Nominal range of use: 15 °C to 30 °C (permissible variations between 15 °C to 20 °C and 25 °C to 30 °C)
Four numbers	15 °C... <u>15 °C</u> ... <u>20 °C</u> ...25 °C	Reference range: 15 °C to 20 °C Nominal range of use: 15 °C to 25 °C (permissible variations between 20 °C to 25 °C)
^a The nominal ranges of use for these examples are taken from Table 3 for a resistor of Class 0,002		

Table 5 – Symbols for marking resistors

No.	Item	Symbol	No.	Item	Symbol
A	Principal units and their principal multiples		D-6	Example for resistor to be used as D-3 Nominal range of use 45°.....75°	 45°...60°...75°
A-5	kilovolt	kV	E	Accuracy classes	
A-6	volt	V			
A-11	watt	W	E-1	Class index expressed in % (e.g. 0,02 %)	0,02
A-18	megohm	MΩ	F	General symbols	
A-19	kilohm	kΩ			
A-20	ohm	Ω			
A-21	milliohm	mΩ	F-31	Earth (ground) Terminal (IEC 60417-5017:2006-08)	
A-24	Degree Celsius	°C			
C	Safety (See IEC 61010-1)		F-33	Refer to a separate document (ISO 7000-0434A:2004-01)	
D	Position of use		J	Characteristic values	
D-1	Resistor to be used with marked surface in vertical plane (IEC 60417-6264:2014-04)		J-1	Nominal resistance value (e.g. 1 Ω)	1 Ω
D-2	Resistor to be used with marked surface in horizontal plane (IEC 60417-6265:2014-04)		J-2	Nominal residual resistance and its limits (e.g. 5 mΩ ± 0, 5 mΩ)	$R_0 = (5 \pm 0,5) \text{ m}\Omega$
D-3	Resistor to be used with marked surface inclined (e.g. 60°) from the horizontal plane (IEC 60417-6266:2014-04)		J-3	Limiting power dissipation (e.g. 2 W)	(2)W
D-4	Example for resistor to be used as D-1 Nominal range of use 80°...100°	 80°...90°...100°	J-4	Stability expressed in % (e.g. 0,02 %)	0,02
D-5	Example for resistor to be used as D-2 Nominal range of use -1°...+1°	 -1°...0...+1°			

Annex A (informative)

Reference information

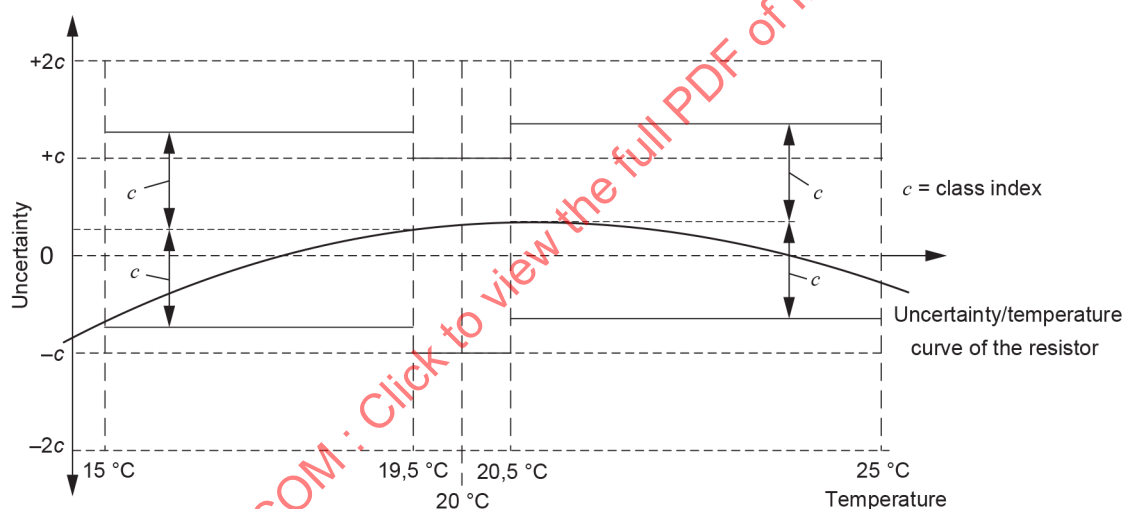
A.1 Thermoelectric effects (see Clause 6, Note 2)

It is recommended that in relation to copper, the Seebeck coefficients of the resistance material, the connections and the terminals should not exceed $2 \mu\text{V} / ^\circ\text{C}$. This is important especially for resistors of low resistance value.

NOTE Commercial copper is sometimes impure and has an appreciable Seebeck coefficient with respect to pure copper.

A.2 Reference range and nominal range of use

The concept of the reference value or reference range and nominal range of use is fully described in IEC 60359. Figure A.1 is an example of a resistor of class index 0,005 without markings relating to temperature.



NOTE 1 Reference value: $20\text{ }^\circ\text{C}$.

NOTE 2 Nominal range of use: $15\text{ }^\circ\text{C}$ to $25\text{ }^\circ\text{C}$.

Figure A.1 – Effect of temperature

In Figure A.1 the uncertainty of this resistor is permitted to alter with temperature, the class index being shown as c .

If the resistor had been of any other accuracy class, the reference temperature and the nominal range of use for temperature would have to be marked. The effect of temperature from $19,5\text{ }^\circ\text{C}$ to $20,5\text{ }^\circ\text{C}$ is negligible, from $15\text{ }^\circ\text{C}$ to $19,5\text{ }^\circ\text{C}$ and from $20,5\text{ }^\circ\text{C}$ to $25\text{ }^\circ\text{C}$, a variation of the resistance is permitted, the maximum value of which is equivalent to a value corresponding to the class index.

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 $15\text{ }^\circ\text{C}$ to $19,5\text{ }^\circ\text{C}$ and $20,5\text{ }^\circ\text{C}$ to $25\text{ }^\circ\text{C}$ 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 $-2c$, as represented by the broken boundary lines in Figure A.1.

A.3 Example of marking for a single resistor

NN Laboratory DC resistor	
1 Ω 0,002	
CAT II	0 W ... 0,1 W ... 1 W
Pollution degree I	15 °C ... 20 °C ... 25 °C
No. 000 000	

IEC

Figure A.2 – Example of marking for a single resistor

Figure A.2 is an example of marking for a five-dial resistor. The marking denotes that if the resistor is subjected to a load up to 0,1 W, the limits of intrinsic uncertainty of a resistor of accuracy Class 0,002 comply with Table 1 and that for loads of more than 0,1 W up to 1 W, the variation will not exceed $\pm 0,002$ % of the measure-value, all other influence quantities being maintained under stable reference conditions.

The resistor No. 000 000 was manufactured by NN and complies with the requirements of measurement category II and pollution degree 1. The reference value for temperature is 20 °C and the nominal range of use for temperature is 15 °C to 25 °C. The reference value or reference range and nominal range of use for all other influence quantities are as specified in this document.

A.4 Example of marking for a five-dial resistor

NN Laboratory DC resistor					
10 × 1 000	100	10	1	0,1 Ω	
0,01	0,02	0,02	0,1	0,2	
0 W ... 0,5 W ... 1 (2) W					
CAT II		15 °C ... 20 °C ... 25 °C			
Pollution degree I		$R_0 = (5 \pm 0,5) \text{ m}\Omega$			
No. 000 000					

IEC

Figure A.3 – Example of marking for a five-dial resistor

Figure A.3 is an example of marking for a five-dial resistor. The marking denotes that if the resistor remains within the reference range of power of 0 W to 0,5 W for each step, the limits of intrinsic uncertainty for the marked accuracy class of each are complied with for the ten increasing values of each resistance dial. For loads of more than 0,5 W up to 1 W for each step, the variation due to self-heating does not exceed the limits according to the accuracy class of each resistance dial. It may be subjected to a loading of 2 W for each step without causing permanent damage. The residual resistance (with all dials set to zero) is $(5 \pm 0,5) \text{ m}\Omega$.

The resistor No. 000 000 was manufactured by NN. The reference value for temperature is 20 °C and the nominal range of use for temperature is 15 °C to 25 °C. The reference value or reference range and nominal range of use for all other influence quantities are as specified in this document.

Bibliography

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60258, *Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60477-1:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	33
3.1 Termes généraux	33
3.2 Valeurs caractéristiques	36
3.3 Classe d'exactitude, indice de classe	37
3.4 Grandeurs d'influence, conditions de référence, domaine nominal d'utilisation	37
3.5 Incertitude et variations	40
4 Classification et construction	42
4.1 Classification	42
4.2 Construction	43
5 Limites d'incertitude intrinsèque	43
5.1 Généralités	43
5.2 Exigence pour les résistances multiples	44
6 Conditions de référence	44
7 Variations admissibles	45
7.1 Limites de variation	45
7.2 Conditions pour la détermination des variations	46
7.3 Influence de l'échauffement propre (puissance dissipée)	46
7.4 Influence de la position	47
8 Autres exigences électriques et mécaniques	47
8.1 Exigences de sécurité électrique	47
8.2 Résistance d'isolement	47
8.3 Conditions de stockage et de transport	47
8.4 Borne	47
8.5 Dispositions particulières pour faciliter la mesure de la température	48
8.6 Exigences relatives à la garde et à l'écran	48
9 Informations, marquages et symboles	48
9.1 Informations	48
9.2 Marquages, symboles et leurs emplacements	49
9.3 Marquages concernant les conditions de référence et les domaines nominaux d'utilisation	49
Annexe A (informative) Informations de référence	52
A.1 Effets thermoélectriques (voir Article 6, Note 2)	52
A.2 Domaine de référence et domaine nominal d'utilisation	52
A.3 Exemple de marquage d'une résistance simple	53
A.4 Exemple de marquage d'une résistance à cinq commutateurs	53
Bibliographie	55
Figure A.1 – Influence de la température	52
Figure A.2 – Exemple de marquage d'une résistance simple	53
Figure A.3 – Exemple de marquage d'une résistance à cinq commutateurs	53

Tableau 1 – Limites d’incertitude relative intrinsèque et limites de stabilité relative	44
Tableau 2 – Conditions de référence et plage admissible des grandeurs d’influence	45
Tableau 3 – Domaine nominal d’utilisation pour les grandeurs d’influence (applicable sauf indication contraire)	46
Tableau 4 – Exemples de marquages concernant la température	50
Tableau 5 – Symboles utilisés pour les résistances	51

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60477-1:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSISTANCES DE LABORATOIRE –

Partie 1: Résistances de laboratoire à courant continu

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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 du présent document 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.

L'IEC 60477-1 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Equipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60477 parue en 1974 et son Amendement 1:1997. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) extension des classes de précision des résistances;
- b) suppression de l'expression classe de précision d'une résistance en parties par million (ppm);
- c) exclusion de la résistance active du domaine d'application du présent document;
- d) mise à jour des termes et définitions conformément à la nouvelle série IEC 60050;

- e) remplacement du terme "résistance à décade" par "commutateur de résistance" pour couvrir les résistances à commutateurs multiples avec d'autres valeurs d'échelon de résistance;
- f) mise à jour de l'erreur intrinsèque à l'incertitude intrinsèque conformément à l'IEC 60359;
- g) ajout des limites de stabilité relative pour les résistances de classes 0,000 05 à 0,01;
- h) ajout des exigences relatives aux résistances haute tension;
- i) mise à jour des symboles de sécurité et des exigences conformément à la nouvelle série IEC 61010;
- j) mise à jour des exigences de résistance d'isolement d'une résistance;
- k) ajout des exigences relatives au coefficient de température;
- l) mise à jour des exigences de température pour le transport et le stockage des résistances.

Le texte de la présente Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
85/821/FDIS	85/824/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60477, publiées sous le titre général *Résistances de laboratoire*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera:

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé

RÉSISTANCES DE LABORATOIRE –

Partie 1: Résistances de laboratoire à courant continu

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux résistances destinées à être utilisées comme résistances de laboratoire à courant continu (ci-après désignées "résistances"), comprenant des résistances étalons, des résistances simples ou multiples des classes de précision 0,000 05 à 10 et des résistances à commutateurs simples ou multiples des classes de précision 0,000 5 à 10.

Le présent document ne s'applique pas:

- 1) aux résistances qui sont destinées à être utilisées seulement comme composants, branchées de façon permanente dans des circuits;
- 2) aux résistances utilisées en courant alternatif ou en courant impulsionnel;
- 3) aux résistances actives;
- 4) aux résistances additionnelles et aux shunts qui sont considérés comme accessoires des appareils de mesure électriques dans le document correspondant de l'IEC (en voici des exemples).

EXEMPLE 1 Série IEC 60051, Recommandations pour appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires.

EXEMPLE 2 IEC 60258, Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible sous <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*
IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030, *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*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes généraux

3.1.1

borne

point d'interconnexion d'un élément de circuit électrique, d'un circuit électrique ou d'un réseau avec d'autres éléments de circuit électrique, circuits électriques ou réseaux

Note 1 à l'article: Pour un élément de circuit électrique, les bornes sont les points auxquels ou entre lesquels les grandeurs intégrales sont définies. A chaque borne, il y a un seul courant électrique de l'extérieur vers l'élément de circuit.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-11-11, modifié – omission de la Note 2 à l'article]

3.1.2

bipôle

dispositif à deux bornes, ou à plus de deux bornes lorsque le comportement, vu de deux bornes formant une paire, est seul pris en considération

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-13, modifié – omission de la Note 1 à l'article]

3.1.3

résistance

bipôle caractérisé essentiellement par la grandeur résistance

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-19, modifié – omission de la Note 1 à l'article]

3.1.4

résistance à quatre bornes

résistance équipée de deux bornes de courant et de deux bornes de tension

[SOURCE: IEC 60050-313:2001, 313-09-06, modifié – suppression des mots "d'injection" et "de mesure"]

3.1.5

résistance à valeur simple

élément qui fournit une valeur de résistance définie entre des bornes déterminées

3.1.6

résistance à valeur multiple

ensemble comprenant plusieurs résistances accessibles soit individuellement, soit par combinaison entre elles, et qui fournit des valeurs de résistances définies entre des bornes déterminées

3.1.7

commutateur de résistance

résistance multiple qui permet généralement d'obtenir, à l'aide d'un dispositif de commutation, une combinaison de valeurs de résistances croissant par échelon constant; chaque échelon correspondant à une valeur n-aire de résistance

Note 1 à l'article: Il s'agit généralement d'une résistance à décade, chaque échelon correspondant à une valeur décimale de résistance (par exemple 0,1 Ω , 1 Ω ou 10 Ω , etc.).

Note 2 à l'article: Généralement, une résistance à décade permet le choix entre 10, 11 ou 12 valeurs de résistance (y compris la valeur zéro).

3.1.8

résistance à commutateurs multiples

résistance multiple, comprenant plusieurs commutateurs de résistance généralement montés en série

Note 1 à l'article: Une résistance comprenant plusieurs résistances à décade est généralement appelée résistance à décades multiples.

3.1.9

mesure matérialisée

dispositif destiné à reproduire ou à fournir, d'une façon permanente pendant son emploi, une ou plusieurs valeurs connues d'une grandeur connue

EXEMPLE: Résistance électrique étalon.

Note 1 à l'article: La grandeur en question peut être appelée grandeur fournie.

Note 2 à l'article: La définition couvre également tous les appareils tels que les générateurs de signaux et les générateurs de tension et de courant étalons que l'on appelle souvent appareils d'alimentation.

Note 3 à l'article: L'identification de la valeur et celle de l'incertitude de la grandeur fournie sont données par un nombre lié à une unité de mesure ou à un code appelés la valeur nominale ou valeur marquée de la mesure matérialisée.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.3, modifié – L'exemple a été ajouté, tel que donné dans l'IEC 60050-311:2001, 311-03-03.]

3.1.10

étalon

mesure matérialisée, appareil de mesure, matériau de référence ou système de mesure destiné à définir, matérialiser, conserver ou reproduire l'unité d'une grandeur, ou un multiple ou un sous-multiple de cette unité (par exemple, résistance étalon), ou bien une valeur connue d'une grandeur (par exemple, pile étalon), avec une incertitude donnée

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-04-01]

3.1.11

résistance résiduelle

valeur de la résistance mesurée entre les bornes d'une résistance multiple ayant un dispositif de commutateur à position de zéro lorsque tous les organes de commutation sont mis sur la position zéro

3.1.12

écran

blindage (électromagnétique)

dispositif destiné à réduire la pénétration d'un champ électrique, magnétique ou électromagnétique dans une région déterminée

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-09]

3.1.13**terre locale**

partie de la Terre en contact électrique avec une prise de terre, et dont le potentiel électrique n'est pas nécessairement égal à zéro

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-01-03]

3.1.14**mettre à la terre, verbe**

réaliser une liaison électrique entre une partie conductrice et une terre locale

Note 1 à l'article: La liaison à la terre locale peut être:

- intentionnelle, ou
 - non intentionnelle ou accidentelle,
- et peut être permanente ou temporaire.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-01-08]

3.1.15**borne de terre**

borne dont un équipement est muni, et destinée à être connectée électriquement à l'installation de mise à la terre

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-31]

3.1.16**tension de service**

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou en courant continu à travers tout isolant particulier, pouvant se produire lorsque le matériel est alimenté à la tension assignée

Note 1 à l'article: Les transitoires et les fluctuations de tension ne sont pas considérées comme faisant partie de la tension de service.

Note 2 à l'article: Les conditions en circuit ouvert et les conditions normales de fonctionnement sont prises en compte.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-19, modifié – La Note 1 et la Note 2 à l'article ont été ajoutées à partir de l'IEC 61010-1:2010, 3.3.3]

3.1.17**catégorie de mesure**

classification des circuits d'essai et de mesure selon le type de réseaux auxquels ils sont prévus d'être reliés

Note 1 à l'article: Les catégories de mesure tiennent compte des catégories de surtension, des niveaux des courants de court-circuit, de l'endroit de l'installation du bâtiment où l'essai ou le mesurage est à réaliser et de certaines dispositions de limitation de l'énergie ou de protection contre les transitoires de l'installation du bâtiment. Voir IEC 61010-2-30:2017, Annexe AA, pour de plus amples informations.

[SOURCE: IEC 61010-2-30:2017, 3.5.101]

3.1.18**résistance d'isolement**

résistance, mesurée dans des conditions spécifiées, entre deux éléments conducteurs séparés par des isolants

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-43]

3.2 Valeurs caractéristiques

3.2.1

valeur nominale

valeur de dénomination

valeur d'une grandeur, utilisée pour dénommer et identifier un composant, un dispositif, un matériel ou un système

Note 1 à l'article: La valeur nominale est généralement une valeur arrondie.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-09]

3.2.2

valeur (de mesure)

élément milieu de l'ensemble défini pour représenter le mesurande

Note 1 à l'article: La valeur de mesure n'est pas plus représentative du mesurande que n'importe quel autre élément de l'ensemble. Elle n'est retenue que pour des raisons de commodité d'expression de l'ensemble sous la forme $V \pm U$, où V est l'élément milieu et U la demi-largeur de l'ensemble, plutôt que par ses extrêmes. Le qualificateur "de mesure" est employé lorsqu'on l'estime nécessaire pour éviter une confusion avec la valeur lue ou indiquée.

Note 2 à l'article: Pour une résistance multiple équipée d'un dispositif de commutation comportant une position zéro, la valeur de mesure obtenue pour une position donnée des commutateurs est la valeur obtenue pour cette position moins la résistance résiduelle (voir 3.1.11).

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.3, modifié – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.2.3

valeur indiquée

valeur lue

signal de sortie d'appareil

Note 1 à l'article: La valeur indiquée peut être dérivée de l'indication en utilisant la courbe d'étalonnage.

Note 2 à l'article: Pour une mesure matérialisée, l'indication est sa valeur nominale ou sa valeur déclarée.

Note 3 à l'article: L'indication dépend du format de sortie de l'appareil:

- pour les sorties analogiques, c'est un nombre lié à l'unité appropriée de l'affichage;
- pour les sorties numériques, c'est le nombre affiché;
- pour les sorties codées, c'est l'identification de la signification du code.

Note 4 à l'article: Pour les sorties analogiques destinées à être lues par un observateur humain (comme sur les appareils à index et échelle), l'unité de sortie est l'unité de division de l'échelle. Pour les sorties analogiques destinées à être lues par un autre appareil (comme dans les transmetteurs étalonnés), l'unité de sortie est l'unité de mesure de la grandeur supportant le signal de sortie.

Note 5 à l'article: La valeur indiquée est la valeur assignée à une résistance, de la valeur de mesure indiquée dans le présent document [voir 9.1 p)] pour une résistance simple ou multiple des classes 0,000 05 à 0,01, ou de la valeur nominale pour une résistance simple ou multiple des classes 0,01 à 10.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.5, modifié – La Note 5 à l'article a été ajoutée.]

3.2.4

valeur indiquée

valeur donnée par un appareil indicateur sur la base de sa courbe d'étalonnage

Note 1 à l'article: La valeur indiquée est la valeur de mesure du mesurande lorsque l'appareil est utilisé pour une mesure directe dans toutes les conditions d'utilisation pour lesquelles le diagramme d'étalonnage est valable.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.9]

3.2.5

stabilité

constance

propriété d'un instrument de mesure selon laquelle celui-ci conserve ses propriétés métrologiques constantes au cours du temps

Note 1 à l'article: La stabilité d'un instrument de mesure peut être exprimée quantitativement de plusieurs façons.

EXEMPLE 1 Par la durée d'un intervalle de temps au cours duquel une propriété métrologique évolue d'une quantité donnée.

EXEMPLE 2 Par la variation d'une propriété au cours d'un intervalle de temps déterminé.

Note 2 à l'article: Pour une résistance, la stabilité est exprimée quantitativement par la variation de la valeur de mesure de la résistance sur un an. Dans le présent document, elle est exprimée sous forme relative divisée par la valeur de mesure de la résistance.

[SOURCE: ISO/IEC GUIDE 99:2007, 4.19, modifié – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.3 Classe d'exactitude, indice de classe

3.3.1

classe d'exactitude

classe d'appareils de mesure dont tous sont destinés à satisfaire à un ensemble de spécifications concernant l'incertitude

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

Note 2 à l'article: Un appareil peut être assigné à différentes classes d'exactitude correspondant à différentes conditions de fonctionnement.

Note 3 à l'article: Sauf indication contraire, la limite d'incertitude définissant une classe d'exactitude est censée être un intervalle ayant un facteur d'élargissement de 2.

Note 4 à l'article: La classe d'exactitude d'une résistance est définie par les limites de l'incertitude relative intrinsèque, les limites de la stabilité relative et les limites des variations dues aux grandeurs d'influence.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.7, modifié – La Note 4 à l'article a été ajoutée.]

3.3.2

indice de classe

désignation conventionnelle d'une classe d'exactitude, par un nombre ou par un symbole

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-10]

3.4 Grandeurs d'influence, conditions de référence, domaine nominal d'utilisation

3.4.1

grandeur d'influence

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

3.4.2

conditions de référence

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

Note 1 à l'article: Les domaines de valeurs spécifiés pour les conditions de référence, appelés domaines de référence, ne sont pas plus larges, et sont généralement plus étroits, que ceux spécifiés pour les conditions de fonctionnement assignées.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.4.3

valeur de référence

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

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.11]

3.4.4

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]

3.4.5

conditions de fonctionnement assignées

ensemble de conditions devant être remplies pendant la mesure pour qu'un diagramme d'étalonnage soit valable

Note 1 à l'article: Outre l'étendue de mesure spécifiée et les domaines de fonctionnement assignés pour les grandeurs d'influence, les conditions peuvent comprendre des domaines spécifiés d'autres caractéristiques de performances de fonctionnement, et d'autres indications qu'il est impossible d'exprimer sous forme de domaines de grandeurs.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.13]

3.4.6

domaine nominal d'utilisation (pour les grandeurs d'influence)

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]

3.4.7

valeurs limites de fonctionnement

valeurs extrêmes qu'une grandeur d'influence peut prendre pendant le fonctionnement sans endommager l'appareil de mesure d'une façon telle qu'il ne puisse plus satisfaire aux exigences fixées pour cet appareil quand 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 60050-311:2001, 311-07-06]

3.4.8**conditions de stockage et de transport**

conditions extrêmes pouvant être supportées hors fonctionnement par un appareil de mesure, sans dommage et sans dégradation de ses caractéristiques métrologiques lors d'une utilisation ultérieure dans ses conditions de fonctionnement assignées

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.17]

3.4.9**coefficient de température (d'une résistance)**

coefficient de la formule qui définit la valeur de mesure d'une résistance en fonction de la température

Note 1 à l'article: En général, la valeur de la résistance à n'importe quelle température peut être calculée à l'aide de la formule de température suivante:

$$R_t = R_{t_0} \left[1 + \alpha(t - t_0) + \beta(t - t_0)^2 \right] \quad (1)$$

où:

R_t valeur de la résistance à t °C (Ω)

R_{t_0} valeur de mesure de la résistance à t_0 °C (Ω)

α coefficient de température primaire de la résistance ($1/^\circ\text{C}$)

β coefficient de température secondaire de la résistance ($1/^\circ\text{C}^2$)

t température de la résistance

t_0 valeur de température de référence

3.4.10**coefficient de température de résistance****TCR**

α

variation relative réversible de résistance entre deux températures données divisée par la différence de températures qui produit cette variation

Note 1 à l'article: Il convient de noter que le terme exprime une variation de résistance relative maximale dans une plage de températures données, et que son utilisation n'implique donc pas de degré de linéarité pour cette fonction, et il convient de ne pas en considérer.

Note 2 à l'article: Le coefficient de température de résistance est en général déterminé entre la température de référence et les températures de catégorie (LCT et UCT, respectivement) pour lesquelles le plus élevé des deux coefficients déterminés est exprimé comme étant le résultat.

Note 3 à l'article: Terminologie connexe: variation de la résistance avec la température.

[SOURCE: IEC 60115-1:2021, 3.1.34]

3.4.11**conditions stables**

conditions de fonctionnement d'un appareil de mesure dans lesquelles la variation du mesurande dans le temps est telle que la relation entre les signaux d'entrée et les signaux de sortie des appareils ne subissent pas d'altération significative par rapport à celle obtenue lorsque le mesurande est constant dans le temps

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.15]

3.5 Incertitude et variations

3.5.1

incertitude (de mesure)

paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient être raisonnablement attribuées au mesurande

Note 1 à l'article: Ce paramètre peut être, par exemple, un écart-type (ou un multiple de celui-ci), ou la demi-largeur d'un intervalle de niveau de confiance déterminé.

Note 2 à l'article: L'incertitude de mesure comprend en général plusieurs composantes. Certaines de ces composantes peuvent être évaluées à partir de la distribution statistique des résultats de séries de mesures et peuvent être caractérisées par des écarts-types expérimentaux. Les autres composantes, qui peuvent aussi être caractérisées par des écarts-types, sont évaluées en admettant des distributions de probabilité d'après l'expérience acquise ou d'autres informations.

Note 3 à l'article: Il est entendu que le résultat de la mesure est la meilleure estimation de la valeur du mesurande, et que toutes les composantes de l'incertitude, y compris celles qui proviennent d'effets systématiques, telles que les composantes associées à des corrections aux étalons de référence, contribuent à la dispersion.

Note 4 à l'article: La définition et les Notes 1 et 2 sont tirées du GUM, B.2.18. On a décidé, dans la présente norme, d'exprimer l'incertitude par la demi-largeur d'un intervalle en utilisant les procédures du GUM et un facteur d'élargissement de 2. Cette option correspond à la pratique adoptée actuellement dans de nombreux laboratoires nationaux. Dans le cas d'une distribution normale, un facteur d'élargissement de 2 correspond à un niveau de confiance de 95 %. Dans les autres cas, des études statistiques sont nécessaires pour établir la correspondance entre le facteur d'élargissement et le niveau de confiance. Etant donné que les données nécessaires à de telles études ne sont pas toujours disponibles, il est préférable de définir le facteur d'élargissement. Cet intervalle peut "raisonnablement" être adopté pour décrire le mesurande dans l'esprit de la définition du GUM; il assure en effet, dans les cas les plus usuels, la compatibilité avec tous les autres résultats de mesures adoptés de la même manière pour le même mesurande avec un niveau de confiance suffisant.

Note 5 à l'article: Conformément au document CIPM INC-1 et au GUM, les composantes de l'incertitude qui sont évaluées par des méthodes statistiques sont appelées composantes de catégorie A et celles, évaluées par d'autres méthodes, composantes de catégorie B.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.4]

3.5.2

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 la plage 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]

3.5.3

incertitude intrinsèque du mesurande

incertitude minimale pouvant être définie dans la description d'une grandeur mesurée

Note 1 à l'article: Il n'est pas possible de mesurer une grandeur avec une incertitude toujours plus étroite, dans la mesure où toute grandeur, quelle qu'elle soit, est définie ou identifiée à un niveau de détail donné. Si l'on essaie de la mesurer avec une incertitude plus étroite que sa propre incertitude intrinsèque, on se trouve amené à la redéfinir avec plus de détail, de sorte qu'on mesure en fait une autre grandeur. Voir aussi GUM D.1.1.

Note 2 à l'article: Le résultat d'une mesure effectuée avec l'incertitude intrinsèque du mesurande peut être appelé meilleure mesure de la grandeur en question.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.11]

3.5.4

incertitude instrumentale (absolue)

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

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

Note 2 à l'article: Pour les mesures directes par lecture unique effectuées sur des mesurandes ayant 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 sera traitée comme une composante de catégorie B pour évaluer l'incertitude de la mesure sur la base du modèle reliant 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 ou fiduciaire. L'incertitude relative est le rapport U/V de l'incertitude absolue U à la valeur de mesure V , et l'incertitude fiduciaire le rapport U/V_f de l'incertitude absolue U à une valeur conventionnelle V_f .

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.12]

3.5.5

incertitude intrinsèque

incertitude intrinsèque de l'instrument

incertitude d'un appareil de mesure lorsqu'on l'utilise dans les conditions de référence

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-03-09, modifié – Le terme "incertitude intrinsèque de l'instrument" a été ajouté et la note supprimée]

3.5.6

forme relative de l'expression

expression d'une caractéristique métrologique, ou d'autres données, au moyen de leur rapport avec la valeur mesurée de la grandeur considérée

Note 1 à l'article: L'expression sous forme relative est possible lorsque la grandeur considérée permet d'établir un rapport et que sa valeur est non nulle.

Note 2 à l'article: On exprime les incertitudes et leurs limites sous forme relative en divisant leur valeur absolue par celle du mesurande, et les plages de grandeurs d'influence en divisant leur moitié par la valeur milieu du domaine, etc.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.3]

3.5.7

limite d'incertitude

valeur limite de l'incertitude instrumentale pour les appareils fonctionnant 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 prescrivant que dans des conditions spécifiées, il convient que l'incertitude instrumentale ne lui soit pas supérieure pour que l'appareil reste dans 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 fiduciaire.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.6]

3.5.8

étalonnage

ensemble des opérations établissant la relation qui existe, dans les conditions spécifiées, entre l'indication et la mesure, en référence à des étalons

Note 1 à l'article: La relation entre les indications et les mesures peut être donnée en principe dans un diagramme d'étalonnage.

Note 2 à l'article: L'étalonnage doit être effectué dans des conditions opératoires bien définies pour l'appareil. Le diagramme d'étalonnage représentant son résultat n'est pas valable si l'appareil est utilisé dans des conditions sortant de la plage utilisée pour l'étalonnage.

Note 3 à l'article: Assez souvent, notamment pour des appareils dont les caractéristiques métrologiques sont suffisamment connues par expérience, il s'avère commode de prédéfinir un diagramme d'étalonnage simplifié et de n'effectuer qu'une vérification de l'étalonnage afin de confirmer que la réponse de l'appareil reste dans ses limites. Le diagramme simplifié est, bien entendu, plus large que celui qui serait défini par un étalonnage complet de l'appareil, et l'incertitude affectée aux résultats de mesures est par conséquent plus grande.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.6]

3.5.9

vérification (d'étalonnage)

ensemble des opérations utilisées pour vérifier si les indications, dans des conditions spécifiées, correspondent à un ensemble donné de mesurandes connus, à l'intérieur des limites d'un diagramme d'étalonnage prédéterminé

Note 1 à l'article: L'incertitude connue du mesurande utilisé pour vérification est généralement négligeable par rapport à l'incertitude assignée à l'appareil dans le diagramme d'étalonnage.

Note 2 à l'article: La vérification de l'étalonnage d'une mesure matérialisée consiste à vérifier si le résultat d'une mesure de la grandeur fournie est compatible avec l'intervalle indiqué par le diagramme d'étalonnage.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.12]

3.5.10

écart (pour la vérification d'étalonnage)

différence entre l'indication d'un appareil durant la vérification d'étalonnage et l'indication de l'appareil de référence, dans des conditions équivalentes de fonctionnement

Note 1 à l'article: La comparaison des indications peut être effectuée par mesure simultanée ou par substitution. En principe, il convient que la comparaison porte sur le même mesurande dans les mêmes conditions de mesure, mais ceci est impossible parce que le mesurande ne peut jamais être rigoureusement le même. Seul le savoir-faire en métrologie de l'opérateur peut garantir que la différence entre les conditions de mesure des deux appareils est négligeable aux fins de comparaison.

Note 2 à l'article: Ce terme n'est utilisé que pour les opérations de vérification d'étalonnage dans lesquelles l'incertitude de l'appareil de référence est négligeable par définition.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.15, modifié – La Note 2 à l'article a été supprimée.]

4 Classification et construction

4.1 Classification

Les résistances qui satisfont aux exigences du présent document sont classées suivant leur classe de précision (définie en 3.3.1) dans les classes définies par les indices de classe donnés dans le Tableau 1.

L'indice de classe d'une résistance doit être exprimé sous la forme relative de l'incertitude intrinsèque en pourcentage.

Pour les résistances à commutateurs multiples, chaque commutateur peut avoir un indice de classe différent (voir exemple à l'Article A.4).

4.2 Construction

Les résistances à courant continu considérées dans le présent document sont classées selon leur construction, comme suit:

- a) les résistances à deux bornes dont chacune des bornes est destinée à la fois au courant et au potentiel;
- b) les résistances à quatre bornes qui ont des bornes de courant et des bornes de potentiel indépendantes afin de réduire les résistances de contact pour réaliser l'incertitude la plus faible sur la résistance des conducteurs de liaison.

5 Limites d'incertitude intrinsèque

5.1 Généralités

Les résistances des classes 0,000 05 à 0,01 doivent satisfaire aux limites de l'incertitude relative intrinsèque spécifiées pour leur classe de précision respective indiquée dans le Tableau 1 lors de l'étalonnage initial.

La différence lors de l'étalonnage initial entre la valeur de mesure et la valeur nominale des résistances des classes 0,000 05 à 0,01 ne doit pas dépasser $\pm 0,01$ % de la valeur nominale.

Les résistances des classes 0,000 05 à 0,01 doivent satisfaire aux limites de stabilité relative spécifiées pour leur classe de précision respective indiquée dans le Tableau 1 pendant une durée d'une année à compter de la date d'étalonnage fournie lors de la livraison ou d'une autre date (telle que la date d'étalonnage initial) fixée, d'un commun accord, par le constructeur et l'utilisateur. Cette dernière exigence n'est valable que sous réserve que toutes les consignes, données par le constructeur, concernant les conditions d'emploi et de stockage soient appliquées.

NOTE Dans le présent document, l'exigence concernant les limites de stabilité relative est spécifiée seulement pour une durée d'un an, mais l'expérience a montré que le taux de la variation due au vieillissement diminue avec le temps.

Les résistances des classes 0,02 à 10 doivent satisfaire aux limites de l'incertitude relative intrinsèque spécifiées pour leur classe de précision respective indiquée dans le Tableau 1 pendant une durée d'une année à compter de la date d'étalonnage fournie lors de la livraison ou d'une autre date (telle que la date d'étalonnage initial) fixée, d'un commun accord, par le constructeur et l'utilisateur. Cette dernière exigence n'est valable que sous réserve que toutes les consignes, données par le constructeur, concernant les conditions d'emploi et de stockage soient appliquées.

Tableau 1 – Limites d'incertitude relative intrinsèque et limites de stabilité relative

Indice de classe	Limites d'incertitude relative intrinsèque (%)	Limites de stabilité relative (%/an)	Limites de différence à l'étalonnage initial (%)
0,000 05	0,000 05	±0,000 05	±0,01
0,000 1	0,000 1	±0,000 1	
0,000 2	0,000 2	±0,000 2	
0,000 5	0,000 5	±0,000 5	
0,001	0,001	±0,001	
0,002	0,002	±0,002	
0,005	0,005	±0,005	
0,01	0,01	±0,01	
0,02	0,02	—	—
0,05	0,05	—	—
0,1	0,1	—	—
0,2	0,2	—	—
0,5	0,5	—	—
1	1	—	—
2	2	—	—
5	5	—	—
10	10	—	—

5.2 Exigence pour les résistances multiples

Pour une résistance multiple, la valeur de mesure s'entend pour chaque résistance désignée, prise soit séparément, soit suivant la combinaison choisie, et qui est accessible à la mesure à l'aide des bornes ou autres moyens de connexion.

Pour une résistance multiple comportant des commutateurs avec position de zéro, le constructeur doit indiquer la valeur nominale de la résistance résiduelle ainsi que les limites, lorsque cette résistance résiduelle est supérieure à 50 % de la valeur correspondant à l'indice de classe du plus petit échelon de résistance.

6 Conditions de référence

Les conditions de référence relatives à chaque grandeur d'influence sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Conditions de référence et plage admissible des grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Valeur de référence ou domaine de référence, en l'absence d'autres indications ^a	Plage admissible des grandeurs d'influences
Température ambiante (air, bain d'huile, etc.)	20 °C	1/10 du domaine nominal d'utilisation, mais pas inférieure à $\pm 0,1$ °C ^b
Humidité relative	50 %	40 % à 60 %
Puissance dissipée	il convient qu'elle soit spécifiée ^c	—
Refroidissement	Aucune	—
Position	Quelconques	—
Connexions extérieures	Quelconques	—
^a Lorsqu'un domaine de référence est indiqué, aucune tolérance n'est admise. ^b En effet, pour les résistances de classe 0,000 05 à 0,000 5, par exception, les limites sont $\pm 0,1$ °C au lieu de 1/10 des domaines nominaux d'utilisation (voir Tableau 3). ^c Pour les résistances qui n'ont pas de puissance dissipée de référence, prendre 1/10 de leur limite supérieure de puissance dissipée nominale comme leur puissance dissipée de référence.		

Les valeurs de référence sont données dans les conditions de régime établi. Toute modification des conditions d'essais doit être suivie d'une durée suffisante dans les conditions de référence, pour permettre que l'établissement de conditions stables avant d'effectuer les mesures.

La détermination des valeurs de la résistance doit être effectuée avec un courant continu (ou une tension continue) stable, qui doit avoir été appliqué pendant une durée n'entraînant pas de variation significative de la résistance, à moins que le constructeur n'ait indiqué une durée ou un domaine de temps plus court. Ces exigences doivent aussi être appliquées après une interruption ou une inversion de polarité de courant (ou de tension).

NOTE 1 La valeur de la résistance mesurée est celle de la moyenne des valeurs déterminées pour chaque polarité de courant (ou de tension).

NOTE 2 La résistance peut varier ou sembler varier avec le temps pour les raisons suivantes:

- a) effets transitoires dus à la réactance inductive ou capacitive;
- b) absorption diélectrique;
- c) tension de polarisation;
- d) effets thermoélectriques Seebeck, Peltier et Thompson (voir Annexe A).

En raison de la complexité de ces phénomènes, il n'est pas indiqué de déterminer la valeur d'une résistance en courant continu par extrapolation des mesures de résistance effectuées en utilisant des courants alternatifs à basses fréquences.

7 Variations admissibles

7.1 Limites de variation

Lorsque la résistance est placée dans les conditions données dans le Tableau 3 et que l'on fait varier une seule grandeur d'influence conformément à 7.2, la variation exprimée en pourcentage de la valeur de mesure ne doit pas être supérieure:

- à une valeur correspondant à l'indice de classe pour les grandeurs d'influence énumérées dans le Tableau 3;
- aux limites indiquées en 7.3 et en 7.4 pour les autres grandeurs d'influence.

Le coefficient de température primaire de résistances simples des classes 0,000 05 à 0,002 doit être indiqué dans un document séparé, il convient que le coefficient de température secondaire soit également indiqué pour ces résistances.

Tableau 3 – Domaine nominal d'utilisation pour les grandeurs d'influence
(applicable sauf indication contraire)

Grandeur d'influence	Indice de classe	Plage de résistances	Domaine nominal d'utilisation
Température ambiante (air, bain d'huile, etc.)	0,000 05 à 0,000 5	Toutes valeurs	Température de référence ±0,5 °C
	0 001	Toutes valeurs	Température de référence ±1 °C
	0 002	Toutes valeurs	Température de référence ±2 °C
	0,005 à 0,02	Toutes valeurs	Température de référence ±5 °C
	0,05 à 10	< 10 ⁷ Ω	Température de référence ±10 °C
≥ 10 ⁷ Ω		Température de référence ±5 °C	
Humidité relative	25 % à 75 %		
Puissance dissipée ^a	Elle doit être spécifiée dans tous les cas		
NOTE Les grandeurs d'influence ne figurant pas dans le Tableau 3 et à l'Article 7 sont supposées ne pas avoir de domaine nominal d'utilisation.			
^a Alternativement, le domaine nominal d'utilisation pour le courant ou la tension est autorisé.			

7.2 Conditions pour la détermination des variations

Les variations doivent être déterminées pour chacune des grandeurs d'influence. A chaque essai, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans leurs conditions de référence.

Le degré de variation est déterminé comme suit.

Lorsqu'une valeur de référence est assignée à la résistance, la grandeur d'influence doit être modifiée entre cette valeur et une valeur quelconque du domaine nominal d'utilisation précisé dans le Tableau 3, sauf s'il en est autrement indiqué.

Lorsqu'un domaine de référence est assigné à la résistance, le domaine nominal d'utilisation doit inclure la totalité du domaine de référence et doit le dépasser au moins dans une direction. La grandeur d'influence doit être modifiée entre chacune des limites du domaine de référence et une valeur quelconque dans la partie du domaine nominal d'utilisation adjacente à cette limite choisie.

7.3 Influence de l'échauffement propre (puissance dissipée)

Sauf spécification contraire, la variation due à l'échauffement propre pour toute puissance dissipée comprise entre, d'une part, la valeur de référence ou la limite supérieure du domaine de référence et, d'autre part, la limite supérieure du domaine nominal d'utilisation, ne doit pas dépasser, en régime établi, une valeur correspondant à l'indice de classe.

Le constructeur peut indiquer que la limite supérieure du domaine nominal d'utilisation peut être dépassée en marquant sur la résistance la valeur de la puissance dissipée maximale admissible. Lorsqu'une résistance porte une telle inscription, la différence entre la valeur de la résistance mesurée dans les conditions de référence, avant et après l'application de cette puissance dissipée maximale admissible, ne doit pas dépasser 10 % de la valeur correspondant à l'indice de classe. La durée pendant laquelle le domaine nominal d'utilisation peut être dépassé doit être illimitée, sauf spécification contraire du constructeur. En l'absence d'une telle spécification, la durée de l'essai à la puissance dissipée maximale admissible doit être d'au moins 2 h.