

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Expression of performance of gas analyzers –
Part 1: General**

**Expression des performances des analyseurs de gaz –
Partie 1: Généralités**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61207-1

Edition 2.0 2010-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Expression of performance of gas analyzers –
Part 1: General**

**Expression des performances des analyseurs de gaz –
Partie 1: Généralités**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 19.080; 71.040.40

ISBN 978-2-88910-947-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
3.1 General.....	7
3.2 Basic terms and definitions.....	8
3.3 General terms and definitions of devices and operations	11
3.4 Terms and definitions on manners of expression	15
3.5 Specific terms and definitions for gas analyzers	18
4 Procedure for specification	20
4.1 Specification of values and ranges	20
4.2 Operation, storage and transport conditions	21
4.3 Performance characteristics requiring statements of rated values.....	21
4.4 Uncertainty limits to be stated for each specified range	22
4.4.1 General	22
4.4.2 Limits of intrinsic uncertainty	22
4.4.3 Variations	22
4.5 Other performance characteristics.....	23
5 Procedure for compliance testing	23
5.1 General.....	23
5.1.1 Compliance tests	23
5.1.2 Test instruments.....	23
5.1.3 Test instrument uncertainties.....	23
5.1.4 Influence quantities	24
5.1.5 Operational conditions.....	24
5.2 Calibration gases	24
5.3 Adjustments made during tests.....	24
5.4 Reference conditions during measurement of intrinsic uncertainty.....	24
5.5 Reference conditions during measurement of influence quantity.....	24
5.6 Testing procedures.....	25
5.6.1 General	25
5.6.2 Intrinsic uncertainty	25
5.6.3 Linearity uncertainty	25
5.6.4 Repeatability	26
5.6.5 Output fluctuation	26
5.6.6 Drift.....	27
5.6.7 Delay time, rise time and fall time	27
5.6.8 Warm-up time	28
5.6.9 Interference uncertainty.....	28
5.6.10 Variations	29
Annex A (informative) Recommended standard values of influence – Quantities affecting performance from IEC 60359.....	31
Annex B (informative) Performance characteristics calculable from drift tests	37
Bibliography.....	38
Figure 1 – Rise and fall times	20

Figure 2 – Output fluctuations 26

Table A.1 – Mains supply voltage 35

Table A.2 – Mains supply frequency 35

Table A.3 – Ripple of d.c. supply 36

Table B.1 – Data: applied concentration 1 000 units 37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPRESSION OF PERFORMANCE OF GAS ANALYZERS –

Part 1: General

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61207-1 has been prepared by subcommittee 65B: Devices and process analysis, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1994 and constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the first edition are the following:

- a) All references (normative and informative) have been updated, deleted or added, as appropriate.
- b) All the terms and definitions relating to this International Standard have been updated.
- c) All references to “errors” have been replaced by “uncertainties” and appropriate updated definitions applied.
- d) Where only one value is quoted for a performance specification, such as intrinsic uncertainty, linearity uncertainty or repeatability throughout a measurement range, this

has now been defined as the maximum value, rather than an average or “representative” value. This was previously undefined.

- e) Where zero and 100 % span calibration gases are used, there is now a defined requirement that the analyser must be able to respond within its standard performance specifications beyond its normal measurement range, to allow for any under or over response of the instrument to be recorded.
- f) A new Annex A has been added giving recommended standard values of influence.

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

FDIS	Report on voting
65B/741/FDIS	65B/752/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61207 series, under the general title *Expression of performance of gas analyzers*, can be found on the IEC website.

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

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

EXPRESSION OF PERFORMANCE OF GAS ANALYZERS –

Part 1: General

1 Scope and object

This part of IEC 61207 is applicable to gas analyzers used for the determination of certain constituents in gaseous mixtures.

This part of IEC 61207 specifies the terminology, definitions, requirements for statements by manufacturers and tests that are common to all gas analyzers. Other international standards in this series, for example IEC 61207-2, describe those aspects that are specific to certain types (utilizing high-temperature electrochemical sensors).

This part IEC 61207 is in accordance with the general principles set out in IEC 60359 and IEC 60770.

This standard is applicable to analyzers specified for permanent installation in any location (indoors or outdoors) and to such analyzers utilizing either a sample handling system or an *in situ* measurement technique.

This standard is applicable to the complete analyzer when supplied by one manufacturer as an integral unit, comprised of all mechanical, electrical and electronic portions. It also applies to sensor units alone and electronic units alone when supplied separately or by different manufacturers.

For the purposes of this standard, any regulator for mains-supplied power or any non-mains power supply, provided with the analyzer or specified by the manufacturer, is considered part of the analyzer whether it is integral with the analyzer or housed separately.

Safety requirements are dealt with in IEC 61010-1.

If one or more components in the sample is flammable, and air or another gas mixture containing oxygen or other oxidizing component is present, then the concentration range of the reactive components are limited to levels which are not within flammability limits.

Standard range of analogue d.c. current and pneumatic signals used in process control systems are dealt with in IEC 60381-1 and IEC 60382.

Specifications for values for the testing of influence quantities can be found in IEC 60654.

Requirements for documentation to be supplied with instruments are dealt with in IEC 61187.

Requirements for general principles concerning quantities, units and symbols are dealt with in ISO 1000. See also ISO 31-0.

This part of IEC 61207 does not apply to:

- accessories such as recorders, analogue-to-digital converters or data acquisition systems used in conjunction with the analyzer, except that when two or more such analyzers are combined and sold as a subsystem and a single electronic unit is supplied to provide continuous measurement of several properties, that read-out unit is considered to be part of the analyzer. Similarly, e.m.f.-to-current or e.m.f.-to-pressure converters which are an integral part of the analyzer are included.

The object of this part of IEC 61207 is:

- to specify the general aspects in the terminology and definitions related to the performance of gas analyzers used for the continuous measurement of gas composition;
- to unify methods used in making and verifying statements on the functional performance of such analyzers;
- to specify which tests should be performed in order to determine the functional performance and how such tests should be carried out;
- to provide basic documents to support the application of standards of quality assurance within ISO 9001.

2 Normative references

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

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

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

IEC 60381-1, *Analogue signals for process control systems – Part 1: Direct current signals*

IEC 60382, *Analogue pneumatic signal for process control systems*

IEC 60654 (all parts), *Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions*

IEC 60654-1, *Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions – Part 1: Climatic conditions*

IEC 60770 (all parts), *Transmitters for use in industrial-process control systems*

IEC 60770-1, *Transmitters for use in industrial-process control systems – Part 1: Methods for performance evaluation*

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

IEC 61187, *Electrical and electronic measurement equipment – Documentation*

ISO 31-0, *Quantities and units – General principles*

ISO 1000, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

3 Terms and definitions

3.1 General

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply. The definitions in 3.2 (excepting 3.2.17), 3.3 and 3.4 are taken from IEC 60359.

3.2 Basic terms and definitions

3.2.1

measurand

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

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

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

3.2.2

(result of a) measurement

set of values attributed to a measurand, including a value, the corresponding uncertainty and the unit of measurement

[IEC 60050-311, 311-01-01, modified]

NOTE 1 The mid-value of the interval is called the value (see 3.2.3) of the measurand and its half-width the uncertainty (see 3.2.4).

NOTE 2 The measurement is related to the indication (see 3.2.5) given by the instrument and to the values of correction obtained by calibration.

NOTE 3 The interval can be considered as representing the measurand provided that it is compatible with all other measurements of the same measurand.

NOTE 4 The width of the interval, and hence the uncertainty, can only be given with a stated level of confidence (see 3.2.4, NOTE 1).

3.2.3

(measure-) value

mid element of the set assigned to represent the measurand

NOTE 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.

3.2.4

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 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 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.

[IEC 60050-311, 311-01-02, ISO/IEC Guide 99, 2.26 modified]

NOTE 3 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 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 Following CIPM document INC-1 and ISO/IEC Guide 98-3, 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.

3.2.5

indication or reading-value

output signal of the instrument

[IEC 60050-311, 311-01-01, modified]

NOTE 1 The indicated value can be derived from the indication by means of the calibration curve.

NOTE 2 For a material measure, the indication is its nominal or stated value.

NOTE 3 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 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.

3.2.6

calibration

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

[IEC 60050-311, 311-01-09]

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

NOTE 2 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 Quite often, especially 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 (see 3.3.12) 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.

3.2.7

calibration diagram

portion of the co-ordinate plane, defined by the axis of indication and the axis of results of measurement, which represents the response of the instrument to differing values of the measurand

[IEC 60050-311, 311-01-10]

3.2.8

calibration curve

curve which gives the relationship between the indication and the value of the measurand

NOTE 1 When the calibration curve is a straight line passing through zero, it is convenient to refer to the slope which is known as the instrument constant.

[IEC 60050-311, 311-01-11]

NOTE 2 The calibration curve is the curve bisecting the width of the calibration diagram parallel to the axis of results of measurement, thus joining the points representing the values of the measurand.

3.2.9

indicated value

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

[IEC 60050-311, 311-01-08]

NOTE The indicated value is the measure-value of the measurand when the instrument is used in a direct measurement (see 3.3.7) under all the operating conditions for which the calibration diagram is valid.

3.2.10

(measurement) compatibility

property satisfied by all the results of measurement of the same measurand, characterized by an adequate overlap of their intervals

[IEC 60050-311, 311-01-14]

NOTE 1 The compatibility of any result of a measurement with all the other ones that represent the same measurand can be asserted only at some level of confidence, as it depends on statistical inference, a level that should be indicated, at least by implicit convention or through a coverage factor.

NOTE 2 The compatibility of the results of measurements obtained with different instruments and methods is ensured by the traceability (see 3.2.16) to a common primary standard (see 3.3.6) of the standards used for the calibration of the several instruments (and of course by the correctness of the calibration and operation procedures).

NOTE 3 When two results of a measurement are not compatible it must be decided by independent means whether one or both results are wrong (perhaps because the uncertainty is too narrow), or whether the measurand is not the same.

NOTE 4 Measurements carried out with wider uncertainty yield results which are compatible on a wider range, because they discriminate less among different measurands allowing to classify them with simpler models; with narrower uncertainties the compatibility calls for more detailed models of the measured systems.

3.2.11

intrinsic uncertainty of the measurand

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

NOTE 1 No quantity can be measured with narrower and narrower uncertainty, in as much 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 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.

3.2.12

(absolute) instrumental uncertainty

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

NOTE 1 Unless explicitly stated otherwise, the instrumental uncertainty is expressed as an interval with coverage factor 2.

NOTE 2 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 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 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 When possible and convenient the uncertainty may be expressed in the relative form (see 3.4.3) or in the fiducial form (see 3.4.4). 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 .

3.2.13

conventional value measure

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

NOTE This definition is adapted to the object of this standard from the definition of "conventional true value (of a quantity)": value attributed to a particular quantity and accepted, sometimes by convention, as having an uncertainty appropriate for a given purpose (see IEC 60050-311, 311-01-06, ISO/IEC Guide 99, 2.13 modified).

3.2.14

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 Influence quantities can originate from the measured system, the measuring equipment or the environment.

NOTE 2 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.

[IEC 60050-311, 311-06-01]

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

3.2.15

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

3.2.16

traceability

property of the result of a measurement or of the value of a standard such that it can be related to stated references, usually national or international standards, through an unbroken chain of comparisons all having stated uncertainties

[IEC 60050-311, 311-01-15, ISO/IEC Guide 99, 2.41 modified]

NOTE 1 The concept is often expressed by the adjective traceable.

NOTE 2 The unbroken chain of comparisons is called a traceability chain.

NOTE 3 The traceability implies that a metrological organization be established with a hierarchy of standards (instruments and material measures) of increasing intrinsic uncertainty. The chain of comparisons from the primary standard to the calibrated device adds indeed new uncertainty at each step.

NOTE 4 Traceability is ensured only within a given uncertainty that should be specified.

3.2.17

mean

summation of the individual values divided by the total number of values for a set of values

3.3 General terms and definitions of devices and operations

3.3.1

(measuring) instrument

device intended to be used to make measurements, alone or in conjunction with supplementary devices

[IEC 60050-311, 311-03-01, ISO/IEC Guide 99, 3.1 modified]

NOTE The term "(measuring) instruments" includes both the indicating instruments and the material measures.

3.3.2
indicating (measuring) instrument
measuring instrument which displays an indication

NOTE 1 The display can be analogue (continuous or discontinuous), digital or coded [IEV].

NOTE 2 Values of more than one quantity can be displayed simultaneously [IEV].

NOTE 3 A displaying measuring instrument can also provide a record [IEV].

NOTE 4 The display can consist of an output signal not directly readable by a human observer, but able to be interpreted by suitable devices [IEV].

[IEC 60050-311, 311-03-02, ISO/IEC Guide 99, 3.3 modified]

NOTE 5 An indicating instrument may consist of a chain of transducers with the possible addition of other process devices, or it may consist of one transducer.

NOTE 6 The interaction between the indicating instrument, the measured system and the environment generates a signal in the first stage of the instrument (called sensor). This signal is elaborated inside the instrument into an output signal which carries the information on the measurand. The description of the output signal in a suitable output format is the indication supplied by the instrument.

NOTE 7 A chain of instruments is treated as a single indicating instrument when a single calibration diagram is available that connects the measurand to the output of the last element of the chain. In this case the influence quantities must be defined for the whole chain.

3.3.3
material measure
device intended to reproduce or supply, in a permanent manner during its use, one or more known values of a given quantity

NOTE 1 The quantity concerned may be called the supplied quantity [IEV].

[IEC 60050-311, 311-03-03, ISO/IEC Guide 99, 3.6 modified]

NOTE 2 The definition covers also the devices, such as signal generators and standard voltage or current generators, often referred to as supply instruments.

NOTE 3 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 nominal value or marked value of the material measure.

3.3.4
electrical measuring instrument
measuring instrument intended to measure an electrical or non-electrical quantity using electrical or electronic means

[IEC 60050-311, 311-03-04]

3.3.5
transducer
technical device which performs a given elaboration on an input signal, transforming it into an output signal

NOTE All indicating instruments contain transducers and they may consist of one transducer. When the signals are elaborated by a chain of transducers, the input and output signals of each transducer are not always directly and univocally accessible.

3.3.6
primary standard
standard that is designated or widely acknowledged as having the highest metrological qualities and whose value is accepted without reference to other standards of the same quantity

NOTE 1 The concept of a primary standard is equally valid for base quantities and derived quantities.

NOTE 2 A primary standard is never used directly for measurement other than for comparison with other primary standards or reference standards.

[IEC 60050-311, 311-04-02, ISO/IEC Guide 99, 5.4 modified]

3.3.7

direct (method of) measurement

method of measurement in which the value of a measurand is obtained directly, without the necessity for supplementary calculations based on a functional relationship between the measurand and other quantities actually measured

NOTE 1 The value of the measurand is considered to be obtained directly even when the scale of a measuring instrument has values which are linked to corresponding values of the measurand by means of a table or a graph [IEV].

NOTE 2 The method of measurement remains direct even if it is necessary to make supplementary measurements to determine the values of influence quantities in order to make corrections [IEV].

[IEC 60050-311, 311-02-01]

NOTE 3 The definitions of the metrological characteristics of the instruments refer implicitly to their use in direct measurements.

3.3.8

indirect (method of) measurement

method of measurement in which the value of a quantity is obtained from measurements made by direct methods of measurement of other quantities linked to the measurand by a known relationship

[IEC 60050-311, 311-02-02]

NOTE 1 In order to apply an indirect method of measurement a model is needed which is able to supply the relationship, and which is fully explicit, between the measurand and the parameters that are measured by direct measurement.

NOTE 2 The computations must be carried out on both values and uncertainties, and therefore require accepted rules for the propagation of the uncertainty as provided by GUM.

3.3.9

(method of) measurement by repeated observations

method of measurement by which the result of the measurement is assigned on the basis of a statistical analysis on the distribution of the data obtained by several observations repeated under nominally equal conditions

NOTE 1 One should resort to a statistical analysis when the instrumental uncertainty is too small to ensure the measurement compatibility. This may happen in two quite different sets of circumstances:

- a) when the measurand is a quantity subjected to intrinsic statistical fluctuations (e.g. in measurements involving nuclear decay). In this case the actual measurand is the statistical distribution of the states of the measured quantity, to be described by its statistical parameters (mean and standard deviation). The statistical analysis is carried out on a population of results of measurement, each with its own value and uncertainty, as each observation correctly describes one particular state of the measured quantity. The situation may be considered a particular case of indirect measurement.
- b) when the noise associated with the transmission of signals affects the reading-value more than in the operating conditions used for the calibration, contributing to the uncertainty of the measurement to an extent comparable with the instrumental uncertainty or higher (e.g. in the field use of surveyor instruments). In this case, the statistical analysis is carried out on a population of reading-values with the purpose of separating the information on the measurand from the noise. The situation may be considered as a new calibration of the instrument for a set of operating conditions outside their rated range.

NOTE 2 One cannot presume to obtain by means of repeated observation an uncertainty lower than the instrumental uncertainty assigned by the calibration or the class of precision of the instrument. Indeed, if the results of the repeated measurements are compatible with each other within the instrumental uncertainty, the latter is the valid datum for the uncertainty of the measurement and several observations do not bring more information than one. In the other hand, if they are not compatible within the instrumental uncertainty, the final result of the measurement should be expressed with a larger uncertainty in order to make all results compatible as they should be by definition.

NOTE 3 For instruments that exhibit non-negligible hysteresis a straightforward statistical analysis of repeated observations is misleading. Appropriate test procedures for such instruments should be expounded in their particular standards.

3.3.10

intrinsic (instrumental) uncertainty

uncertainty of a measuring instrument when used under reference conditions

[IEC 60050-311, 311-03-09, modified]

3.3.11

operating instrumental uncertainty

instrumental uncertainty under the rated operating conditions

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

3.3.12

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 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.

[IEC 60050-311, 311-01-13]

NOTE 2 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.

3.3.13

adjustment (of a measuring instrument)

set of operations carried out on an measuring instrument in order that it provides given indications corresponding to given values of the measurand

NOTE When the instrument is made to give a null indication corresponding to a null value of the measurand, the set of operations is called zero adjustment.

[IEC 60050-311, 311-03-16]

3.3.14

user adjustment (of a measuring instrument)

adjustment, employing only the means at the disposal of the user, specified by the manufacturer

[IEC 60050-311, 311-03-17]

3.3.15

deviation (for the verification of calibration)

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

[IEC 60050-311, 311-01-21]

NOTE 1 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 comparison purposes.

NOTE 2 If one of the instruments is a material measure, its nominal value is taken as the assigned measure - value.

NOTE 3 The term is used only in operations of verification of calibration where the uncertainty of the reference instrument is negligible by definition.

3.4 Terms and definitions on manners of expression

3.4.1

metrological characteristics

data concerning the relations between the readings of a measuring instrument and the measurements of the quantities interacting with it

3.4.2

range

domain of values of a quantity included between a lower and an upper limit

NOTE 1 The term "range" is usually used with a modifier. It may apply to a performance characteristic, to an influence quantity, etc.

NOTE 2 When one of the limits of a range is zero or infinity, the other finite limit is called a threshold.

NOTE 3 No uncertainty is associated with the values of range limits or thresholds as they are not themselves results of measurements but a priori statements about conditions to be met by results of measurements. If the result of a measurement have to lie within a rated range, it is understood that the whole interval $V \pm U$ representing it must lie within the values of the range limits or beyond the threshold value, unless otherwise specified by relevant standards or by explicit agreements.

NOTE 4 A range may be expressed by stating the values of its lower and upper limits, or by stating its mid value and its half-width.

3.4.3

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

NOTE 2 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.

3.4.4

fiducial form of expression

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

NOTE 1 Expression in fiducial form is possible when the quantity under consideration allows the ratio relationship.

NOTE 2 The value to which reference is made in order to define the uncertainty is called fiducial value.

3.4.5

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

[IEC 60050-311, 311-07-03]

NOTE 1 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 The variation is a meaningful parameter when it is greater than the intrinsic instrumental uncertainty.

3.4.6

limit of uncertainty

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

NOTE 1 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 A limit of uncertainty may be expressed in absolute terms or in the relative or fiducial forms.

3.4.7

accuracy class

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

[IEC 60050-311, 311-06-09]

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

NOTE 2 An instrument may be assigned to different accuracy classes for different rated operating conditions.

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

3.4.8

rated value

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

NOTE A rated value V assigned with an uncertainty U is actually a range $V \pm U$ and should be handled as such (see 3.4.2, Note 4).

3.4.9

(specified) measuring range

range defined by two values of the measurand, or quantity to be supplied, within which the limits of uncertainty of the measuring instrument are specified

NOTE 1 An instrument can have several measuring ranges.

[IEC 60050-311, 311-03-12, modified]

NOTE 2 The upper and lower limits of the specified measuring range are sometimes called the maximum capacity and minimum capacity respectively.

3.4.10

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

[IEC 60050-311, 311-06-02, modified]

NOTE 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.

3.4.11

reference value

specified value of one of a set of reference conditions

[IEC 60050-311, 311-07-01, modified]

3.4.12**reference range**

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

[IEC 60050-311, 311-07-02, modified]

3.4.13**rated operating conditions**

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

NOTE 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.

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

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

[IEC 60050-311, 311-07-05]

NOTE The rated operating range of each influence quantity is a part of the rated operating conditions.

3.4.15**limiting conditions**

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

3.4.16**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 The limiting values can depend on the duration of their application.

[IEC 60050-311, 311-07-06]

3.4.17**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

3.4.18**limiting values for storage**

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

NOTE The limiting values can depend on the duration of their application.

[IEC 60050-311, 311-07-07]

3.4.19**limiting values for transport**

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

NOTE The limiting values can depend on the duration of their application.

[IEC 60050-311, 311-07-08]

3.5 Specific terms and definitions for gas analyzers

3.5.1

gas analyzer

analytical instrument that provides an output signal which is a monotonic function of the concentration, partial pressure or condensation temperature of one or more components of a gas mixture

3.5.2

stable test gas mixture

mixture of gases (and/or vapour) where the component to be measured is known and does not react with, and is not adsorbed on to the containment system (such as a gas cylinder). The concentrations of gases and their uncertainty ranges shall be known for the components of the gas mixture, and commensurate with the criteria to be evaluated.

NOTE For preparation of these mixtures, refer to documents in the Bibliography.

3.5.3

calibration gas

stable test gas mixture of known concentration used for periodic calibration of the analyzer and for various performance tests

NOTE 1 For the purpose of this part the parameter to be measured should be expressed in SI units, as in ISO 31-0.

NOTE 2 For example, the partial pressure of a component in Pascals. Alternatively, the ratio of partial pressure to total pressure, this being the same as the volume ratio or the mole ratio for ideal gases. The mass of the component per unit volume has also been used but the component and physical conditions should be stated.

NOTE 3 For the purpose of this part the value of the parameter represents the conventional value, against which the indicated value is compared.

NOTE 4 If the calibration gas mixture is unstable, some components of the mixture can be replaced by substitutes which increase stability and give a known change in analyzer sensitivity, subject to agreement between the manufacturer and the user.

3.5.4

zero gas

calibration gas mixture used to calibrate the lower end of a specified calibration range. This should be of a value which is either at or close to the specified lowest value in the given calibration range when used with a defined analytical procedure.

3.5.5

span gas

calibration gas mixture used to establish the span point (maximum or near maximum value of range) of a calibration curve when used with a given analytical procedure within a defined calibration range.

3.5.6

performance

degree to which the intended functions of an instrument are accomplished

3.5.7

performance characteristic

one of the quantities (described by values, tolerances, range) assigned to an equipment in order to define its performance

NOTE 1 Depending on its application, one and the same quantity may be referred to in this part as a "performance characteristic", as a "measured or supplied quantity", and also may act as an "influence quantity".

NOTE 2 In addition, the term "performance characteristic" includes quotients of quantities, such as voltage per unit of length.

3.5.8

linearity uncertainty

maximum deviation between actual analyzer readings and the readings predicted by a linear function of the measured quantity which includes the indicated values at the upper and lower limits of the effective range

3.5.9

repeatability

spread of the results from measurements taken on successive samples at short intervals of time with identical test material, carried out by the same method, with the same measuring instruments, by the same observer, in the same laboratory, in unchanged environmental conditions

NOTE 1 A time interval equal to about 10 times the 90 % response time of the analyzer may be considered a short interval.

NOTE 2 When practical, the approach to the measured value should be from both upscale and downscale directions.

3.5.10

drift

change of the indications of an analyzer, for a given level of concentration over a stated period of time, under reference conditions which remain constant and without any adjustments being made to the analyzer by external means

NOTE The rate of change of uncertainty with time is derived by linear regression.

3.5.11

output fluctuation

peak-to-peak deviations of the output with constant input and constant influence quantities

3.5.12

minimum detectable change

change in value of the property to be measured equivalent to twice the output fluctuation measured over a 5 min period

3.5.13

delay time

T_{10}

time interval from the instant a step change occurs in the value of the property to be measured to the instant when the change in the indicated value passes (and remains beyond) 10 % of its steady-state amplitude difference

NOTE In cases where the rising delay time and falling delay time differ, the different delay times should be specified.

3.5.14

90 % response time

T_{90}

time interval from the instant a step change occurs in the value of the property to be measured to the instant when the change in the indicated value passes (and remains beyond) 90 % of its steady-state amplitude difference, that is, $T_{90} = T_{10} + T_r$ (or T_f)

NOTE In cases where the rising and falling response times differ, the different response times should be specified.

3.5.15

rise (fall) time

T_r, T_f

difference between the 90 % response time and delay time (see Figure 1)

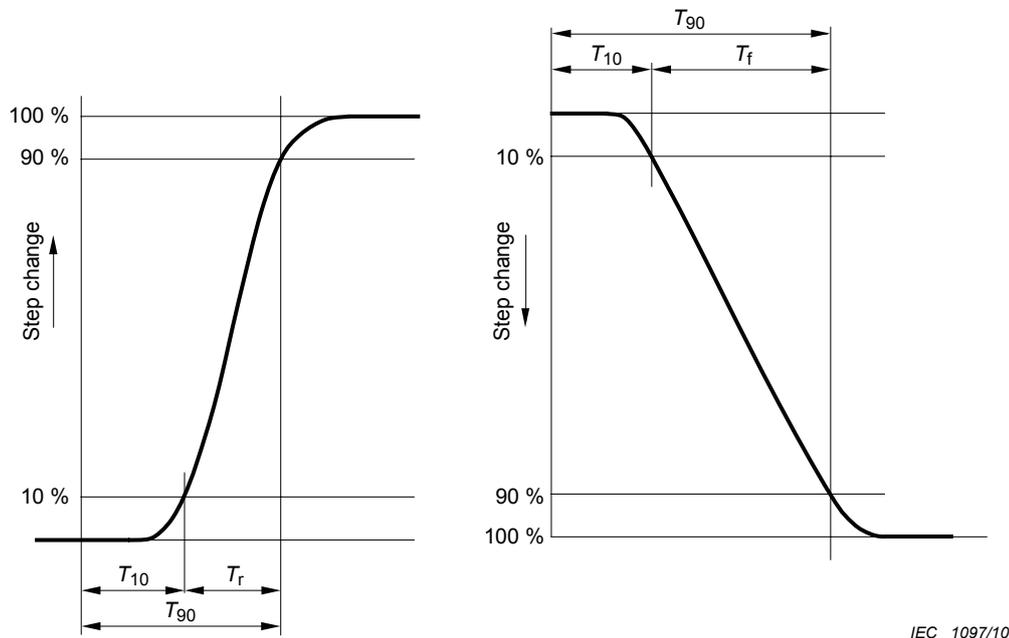


Figure 1 – Rise and fall times

3.5.16

warm-up time

time interval after switching on the power, under reference conditions, necessary for a unit or analyzer to comply with and remain within specific limits of uncertainty

3.5.17

interference uncertainty

special category of influence quantity; it is the uncertainty caused by interfering substances being present in the sample

3.5.18

limits of uncertainty

maximum values of uncertainty assigned by the manufacturer to a measured quantity of an apparatus operating under specified conditions

4 Procedure for specification

4.1 Specification of values and ranges

The manufacturer shall state rated values or specified measuring ranges for all parameters which are considered to be performance characteristics applicable to the particular equipment. The statements on values and ranges shall be accompanied by the appropriate statements on uncertainty. The manufacturer shall state a reference range and/or a rated operating range for each influence quantity which is taken into account. The rated operating range shall include the whole of the reference range.

These statements shall cover the parameters listed below, which will be described in the following subclauses:

- operation and storage requirements;
- specification of ranges of measurement and output signals;
- limits of uncertainties;
- recommended reference values and rated ranges of influence quantities.

4.2 Operation, storage and transport conditions

4.2.1 Statements shall be made on rated operating conditions and limit conditions of operation in such a way that the following requirements are met, unless otherwise specified.

4.2.2 The apparatus, while functioning, shall show no damage or degradation of performance when any number of performance characteristics and/or influence quantities assume any value within the limit conditions of operation during a specified time.

4.2.3 The apparatus shall show no permanent damage or degradation of performance while inoperative when it has been subjected to conditions where any number of influence quantities assume any value within their storage or transport conditions during a specified time.

NOTE Absence of degradation of performance means that, after re-establishing reference conditions or rated operating conditions, the apparatus again satisfies the requirements concerning its performance.

4.2.4 Construction materials in contact with the sample shall be stated and verified to be non-contaminating.

4.2.5 For analyzers consisting of several discrete subunits, the manufacturer shall state if individual units can be replaced by an exact equivalent of the original without re-calibration. If this is not the case, all necessary steps for the replacement of subunits shall be stated.

4.3 Performance characteristics requiring statements of rated values

4.3.1 Minimum and maximum rated values for the property shall be measured (range or ranges).

4.3.2 Minimum and maximum rated values for output signals shall correspond to the rated values as given in 4.3.1.

The output signals, which can be related to the gas concentration, shall be stated in units of voltage, current or pressure. If stated in units of voltage, the minimum allowable load, in ohms, shall also be stated. If stated in units of current, the maximum allowable load, in ohms, shall also be stated.

All multiple outputs for the analyzer shall be stated additionally. If a capacitive or inductive load will influence the output signal, this shall be specified.

If the analyzer output signal is a voltage, see IEC 60382, and if it is an electrical current, see IEC 60381-1. If it is pneumatic, see IEC 60382. If the analyzer output is digital, then the physical interface and protocol shall be specified.

4.3.3 Limiting conditions and rated ranges of use for sample conditions shall be stated, at the analyzer inlet for a sampling analyzer, or at the sensor unit for an *in situ* type analyzer, including flow rate (if appropriate), pressure and temperature, also the rated maximum rate of change for sample temperature.

4.3.4 Limiting conditions and rated ranges for conditions at the sample outlet (where such exists) for pressure, temperature and flow rate shall be stated, and also any special precautions required for the safe venting of the sample.

4.3.5 The reference value (or range) and rated range of use for all influence quantities shall be stated. These should be selected from only one of the usage groups I, II or III in IEC 60359 (see Annex A) or may be from usage groups in IEC 60654-1. Any exceptions to the values given there shall be explicitly and clearly stated by the manufacturer with an indication that they are exceptions.

NOTE The analyzer may correspond to one group of rated ranges of use for environmental conditions, and to another group for mains supply conditions, but this should be clearly stated by the manufacturer.

4.4 Uncertainty limits to be stated for each specified range

4.4.1 General

These shall be in accordance with the limits of intrinsic uncertainty and variations (type A) in IEC 60359.

4.4.2 Limits of intrinsic uncertainty

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

4.4.3 Variations

4.4.3.1 Linearity uncertainty

For the analyzer linearity uncertainty may also be stated separately.

Where a non-linear output is produced the manufacturers should accurately specify the relationship between output value and the measured parameter.

NOTE Deviation from linearity is strictly considered as an uncertainty only if a linear output is claimed.

4.4.3.2 Interference uncertainties

Where known, these may also be stated separately in terms of the equivalent level of the property to be measured for at least two concentration levels of the interfering component. The manufacturer should indicate which components are known to have interference effects in the application under consideration, and whether the interference is in a positive or negative direction. The specifications of interfering components, their concentration levels, and test methods shall be made by agreement between the manufacturer and the user except where other publications in this series state specific requirements.

4.4.3.3 Repeatability

This value is to be stated on the basis that no adjustments shall be made by external means during the test.

4.4.3.4 Drift

The drift performance characteristics shall consist of a value for output fluctuation over at least one time interval as chosen from the list in 5.6.6, with the associated value of drift for that time interval. These parameters are to be stated for at least one input value within the span and on the basis that no adjustments shall be made by external means during the stated time intervals. The warm-up time is always excluded from the time interval. The time interval(s) and input value(s) shall be chosen from the list in 5.6.6, and shall be subject to agreement between the user and the manufacturer.

4.5 Other performance characteristics

Although no statements of uncertainty limits are required for the performance characteristics listed below, the manufacturer shall state their values or ranges for each specified operating range.

- a) Output fluctuation of electronic unit or the complete analysis system.
- b) Minimum detectable change for the electronic unit or the complete analysis system.
- c) Delay time (T_{10}). Differences may exist between upscale and downscale delay times.
- d) Rise (fall) time (T_r , T_f).
- e) 90 % response time (T_{90}). Differences may exist between upscale and downscale 90 % response time.
- f) Warm-up time.
- g) The quantitative effect on indicated value of the property to be measured produced by variation of ambient temperature.
- h) The quantitative effect on indicated value of the property to be measured produced by variation of the sample temperature.
- i) The quantitative effect on indicated value of the property to be measured produced by variation in the sample pressure.
- j) The quantitative effect on indicated value of the property to be measured produced by any other sample conditions (e.g. flow rate).

5 Procedure for compliance testing

5.1 General

5.1.1 Compliance tests

Compliance tests shall be performed with the apparatus ready for use (including accessories) after warm-up time, and after performing adjustments according to the manufacturer's instructions.

In the case of special applications where these tests are not appropriate, additional test procedures may be agreed upon between manufacturer and user.

Testing shall be based upon the IEC 60359 procedures of limits of intrinsic uncertainty and variations (type A).

5.1.2 Test instruments

In general, measurements for verification shall be carried out with instruments which do not appreciably (or only calculably) affect the value to be measured. In principle, the uncertainties in measurements made with these instruments should be negligible in comparison with the uncertainties to be determined. See also 5.2.

5.1.3 Test instrument uncertainties

When the uncertainty of the test instrument is not negligible, the following rule should apply.

If an apparatus is claimed to have a limit uncertainty of $\pm e$ % for a given performance characteristic and the manufacturer used for its checking an instrument resulting in an uncertainty of $\pm n$ %, the uncertainty being checked shall remain between the limits $\pm(e + n)$ %.

Likewise, if a customer checks the same apparatus using another instrument resulting in an uncertainty of measurement of $\pm m$ %, he is not entitled to reject the apparatus if its apparent uncertainty exceeds the limits $\pm e$ %, but remains between the limits $\pm(e + m)$ %.

If the apparatus is tested by applying a calibration gas with 95 % confidence limits in composition of $\pm m$ %, the apparatus should not be rejected or re-calibrated if the apparent uncertainty is within the limits $\pm(e + m)$ %.

5.1.4 Influence quantities

Unless otherwise specified, the influence quantities shall be at reference conditions during the tests concerned, and during the test the apparatus shall be supplied with its rated voltage and frequency. See also 5.6.

5.1.5 Operational conditions

The analyzer shall be in operational condition as specified by this standard and due consideration shall be given to the application of test gas using appropriate conditions for flow, pressure and temperature. These shall be the reference conditions unless otherwise specified by a particular test.

5.2 Calibration gases

Test equipment shall include at least two calibration gas mixtures for initial calibration referred to as zero gas (see 3.5.4) and span gas (see 3.5.5). Span gas shall normally contain the component to be measured at a concentration such that when correctly adjusted, the analyzer indicates between 70 % and 100 % of the range to be tested. Further calibration gases distributed in value through the range can be required where linearity is to be separately adjusted. For preparation or analysis of these calibration mixtures agreed international or national standards or methods shall be utilized (see Bibliography).

5.3 Adjustments made during tests

During tests, adjustments by external means may be repeated at the intervals prescribed by the manufacturer or at any suitable interval, if this adjustment does not interfere with the uncertainty to be checked (e.g. an initial calibration with the gases referred to in 5.2 may be required by the manufacturer).

Adjustments shall also be performed when uncertainty values have expressly been quoted to be valid only after such adjustment. Measurements shall then be made immediately after such adjustment so that any drift will not influence them.

5.4 Reference conditions during measurement of intrinsic uncertainty

When measuring the intrinsic uncertainty of a performance characteristic, the combination of values and/or ranges of influence quantities shall remain within the reference conditions which include relevant tolerances on reference values.

5.5 Reference conditions during measurement of influence quantity

When measuring the influence uncertainty of a performance characteristic due to an influence quantity, all other quantities shall remain within reference conditions. The relevant influence quantity may assume any value within its rated range of use.

5.6 Testing procedures

5.6.1 General

These tests are repeated for each rated input range. Further tests are identified for specific types of analyzer in subsequent parts, as there are variations dependent on type and application of the analyzer. The uncertainties may be expressed as absolute uncertainties, relative uncertainties or percentage uncertainties, but the one selected shall be identified. Where one of the modes of expression is specified, it shall be used.

5.6.2 Intrinsic uncertainty

While operating under reference conditions the analyzer is presented with zero gas, a span gas mixture giving a full-scale (see note 1) or near full scale indication, and at least two intermediate test gas mixtures with concentrations approximately uniformly distributed through the analyzer range. This procedure shall be performed at least six times and the intrinsic uncertainties calculated using the means (see 3.2.17) of the indicated values (see 3.2.9) and conventional values (see 3.2.13) as described below.

The mean value for the intrinsic uncertainty at each gas concentration is the difference between the mean of the indicated values and the conventional values (stable test gas or calibration gas concentrations used for the performance tests). The associated 95% confidence limit is given by twice the standard deviation (see 3.2.4) for a normal distribution of indicated values. The stated intrinsic uncertainty at each concentration in this case will therefore be the summation of the differences between the mean of the indicated values and the conventional values and the associated confidence limits:

Intrinsic uncertainty = (mean indicated value – conventional value) ± twice standard deviation

Where only one value for the intrinsic uncertainty is quoted for these measurements for a specified range, it must be the maximum value.

The intrinsic uncertainty shall be determined at both limits of the reference range where a reference range is specified.

NOTE 1 Where 100 % of range span gas is used, the analyzer must report any positive deviation (above the maximum stated calibration range) to within its standard performance specifications.

NOTE 2 When the zero gas is used, the analyzer must report any negative (below its minimum stated calibration range) deviation to within its standard performance specifications.

NOTE 3 This test is combined with the repeatability test. The uncertainty limits due to repeatability should be taken into account.

NOTE 4 This definition for intrinsic uncertainty is only used in this standard and is not currently defined in IEC 60359.

NOTE 5 If the indicated values do not fit a normal distribution, then the 95 % confidence limits must be found following the procedures outlined in ISO/IEC Guide 98-3).

5.6.3 Linearity uncertainty

The results obtained in 5.6.2 are used to perform a linear regression using the mean of all the indicated values for each test gas mixture. The maximum deviation between the mean recorded values and this straight line is the linearity uncertainty. It is expressed in terms of the units of the property to be measured.

NOTE 1 Where the output signal is only provided as a non-linear function of the measured parameter, the manufacturer's linear transform function should be applied to the output signal prior to data analysis.

NOTE 2 The line fit from the linear regression values may not necessarily pass through zero.

5.6.4 Repeatability

The results obtained as in 5.6.2 are used to calculate and report the standard deviation for each test gas concentration. This is the repeatability for each gas concentration which should be expressed in the units of the property to be measured.

Where only one repeatability value is quoted for these measurements, it should be the maximum standard deviation.

5.6.5 Output fluctuation

The analyzer is presented with zero gas for a sufficient time that the indicated value is essentially constant. When the zero gas is used, the analyzer shall report any negative (below its minimum stated calibration range) deviation to within its standard performance specifications, otherwise the output should be adjusted so that all indications are positive (on scale, see Note 3). The gas is continuously applied for a further 5 min period and the maximum peak-to-peak value of the random, or regular, deviation from the mean output is determined.

The test is repeated for a total of three times, and the average of the indicated values is reported, in terms of minimum detectable change as a percentage of the span (see Figure 2).

NOTE 1 For the purposes of this standard, spikes caused by the influence of external electromagnetic fields or by supply mains spikes are considered as due to changes in influence quantities, and are therefore ignored in the determination of output fluctuation.

NOTE 2 In the case of the electronic unit or analyzer having variable time constants in the output circuit, the output fluctuation must be stated for the same time constant as used for the statement of delay time, rise time, fall time and response time.

NOTE 3 Where an analyzer cannot be adjusted to give a slight positive reading when presented with zero gas, a stable gas mixture can be used instead of zero gas.

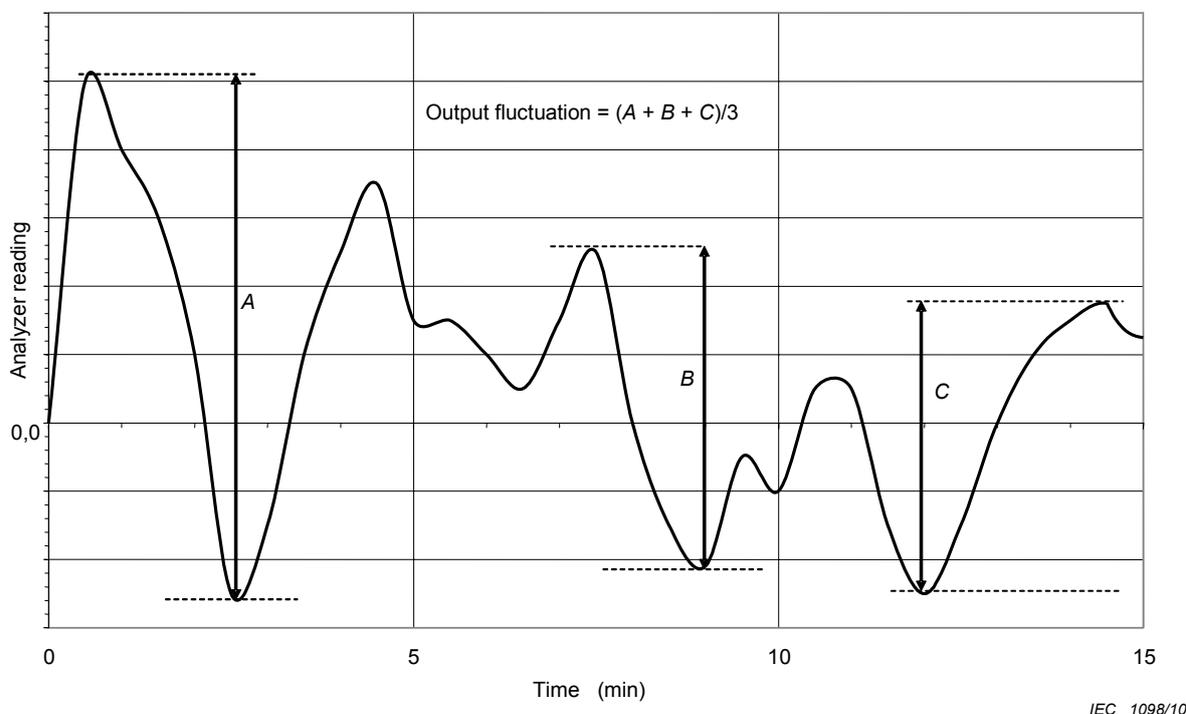


Figure 2 – Output fluctuations

5.6.6 Drift

The test procedure shall be used to determine the output fluctuation and drift performance characteristics under reference conditions, over at least one time interval and for at least one rated input value in the range 50 % to 100 % of span (see Notes 2 and 3). The output fluctuation is the difference between the maximum and minimum indicated values during the the time interval tested.

The time interval for which the stability limits are stated should be chosen appropriately for the specific application from the following values:

15 min	7 days
1 h	30 days
3 h	3 months
7 h	6 months
24 h	1 year

The analyzer should be fully warmed up. It is then calibrated, according to the manufacturer's instructions, immediately before starting the test and operated according to the manufacturer's instructions during the test. At no time after the start of the test may the analysis system be adjusted by external means.

The appropriate stable test gas concentration(s) are applied to the analyzer until a stable indication is given and the indicated value(s) recorded. This procedure is carried out at the beginning and end of the specified time interval, and at a minimum of six, approximately evenly spread, time intervals within the test period. Readings may be corrected for barometric pressure variation.

The results shall be analyzed, to state the output fluctuation over the period, and by linear regression with respect to time. The slope of the linear regression (for each input value) provides an estimate of the drift over that time period (see Annex B).

NOTE 1 Parameters measured over periods up to 24 h are usually referred to as short-term. For on-line analyzer long-term values are also normally required for time periods of 7 days to 3 months.

NOTE 2 Where 100 % of range span gas is used, the analyzer must report any positive deviation (above the maximum stated calibration range) to within its standard performance specifications.

NOTE 3 Parameters may also be measured for an input value between 0 % and 10 % of span. When the zero gas is used, the analyzer must report any negative (below its minimum stated calibration range) deviation to within its standard performance specifications. If this is the only drift figure quoted then the value of the concentration at which it is measured must also be stated.

NOTE 4 When using zero gas it is advisable to adjust the analyzer to give a slight positive reading initially to allow for the possibility of drift in the downscale direction.

NOTE 5 Where stable test gas mixtures cannot be prepared or stored, the use of a reference analysis technique of known performance characteristics may be acceptable.

5.6.7 Delay time, rise time and fall time

With a time logging data recording device connected to its output terminal, the analyzer is flushed with zero calibration gas at the rated flow rate until a constant indicated value is obtained. Then a calibration gas that gives a reading between 70 % and 100 % of full scale (see note 1) is introduced by the analyzer inlet port at the rated flow rate. The instant this occurs is taken as the start time of the step change. Gas flow is continued until any change in indicated value is less than or equal to the intrinsic uncertainty of the instrument.

Zero calibration gas is then introduced by the analyzer inlet port at the rated flow rate. The instant this occurs is taken as the start time of the step. Gas flow is continued until any change in indicated value is less than or equal to the intrinsic uncertainty of the instrument.

The values for delay time, rise time and fall time as defined in 3.5 are determined from the recorded data, in conjunction with logged time intervals.

NOTE Where 100 % of range span gas is used, the analyzer must report any positive deviation (above the maximum stated calibration range) to within its standard performance specifications.

5.6.8 Warm-up time

The analyzer is switched off and all of its components are allowed to cool to the reference temperature, for example for a period of at least 12 h.

Calibration gas equivalent to between 70 % and 100 % (see Note 1) of full scale is applied continuously and the analyzer is switched on. Indicated values are recorded until the intrinsic uncertainty reaches and remains within the specified accuracy requirements and for at least 30 min after this is met initially.

NOTE 1 Where 100 % of range span gas is used, the analyzer must report any positive deviation (above the maximum stated calibration range) to within its standard performance specifications.

NOTE 2 This test may be carried out immediately prior to the drift test to ensure readings are taken over a sufficient time interval.

5.6.9 Interference uncertainty

5.6.9.1 General

Interference uncertainties should be determined for each component of test gas being analyzed which is known to interfere with the component to be measured, and which is expected to affect the sample stream in such a way as to produce an uncertainty equal to, or greater than, the minimum detectable concentration in the desired determination.

Generally, an interfering component should be introduced at the highest expected concentration and at approximately half that level to determine the interference uncertainty.

NOTE 1 Interference uncertainties are generally of lower order. Hence, the required accuracy for interference testing gas concentrations is less than that for calibration gases, but the concentration of the measured component must be known accurately.

NOTE 2 For a given value of the interfering component, the resultant interference uncertainty will normally vary through the measuring range.

5.6.9.2 Procedure for determining interference uncertainty

Interference uncertainties are determined by first presenting the analyzer with test gas and then sequentially with gases which contain the two concentrations of interfering components and which are otherwise identical to the test gas.

Zero gas may be used where the interference uncertainty is not expected to vary significantly through the measuring range. Normally, the test should be repeated with gas mixtures with and without the interfering component but which contain an identical concentration of the measured component equivalent to 70 % to 100 % (see Note) of span.

Each test is repeated three times and the average uncertainties are determined and recorded in terms of the equivalent concentration of the component to be determined.

NOTE Where 100 % of range span gas is used, the analyzer must report any positive deviation (above the maximum stated calibration range) to within its standard performance specifications.

5.6.9.3 Water vapour interference

Water vapour interference can be determined by the same procedures as stated in 5.6.9.2.

However, the method of preparation of gases with a known concentration of water vapour requires care, particularly where a high moisture content (>2 % v/v) is to be used. Further details of this type of testing are provided in subsequent parts in this series of standards.

All pipework from the point of water vapour or other condensable vapour addition up to and including the optical cell shall be maintained above the dewpoint.

The reference conditions will be with dry test gases.

5.6.10 Variations

5.6.10.1 General

Uncertainties caused by variations in physical parameters can be considered as influence uncertainties. These are determined by presenting the analyzer with at least two test gas concentrations with the reference value of the parameter and then with the same calibration gases and the lower limit of the rated range of use for that parameter. This test should be followed by a return to the reference value for that parameter and the test repeated for the upper limit of the rated range. A final set of readings should be taken at the reference value.

The two test gas concentrations should be chosen to given initial indicated values between 0 % and 100 % (see Notes 1 and 2) of full scale.

Analyzers can incorporate both automatic or manual compensation for physical parameters. Where compensation is only by means of a manual adjustment, the indicated values should be noted both with the analyzer adjusted for the correct value and the reference value for the parameter under test.

NOTE 1 Where 100 % of range span gas is used, the analyzer must report any positive deviation (above the maximum stated calibration range) to within its standard performance specifications.

NOTE 2 When the zero gas is used, the analyzer must report any negative (below its minimum stated calibration range) deviation to within its standard performance specifications.

5.6.10.2 Primary influence quantities

These influence quantities are normally important and should be tested whenever relevant:

- ambient temperature
- maximum temperature and pressure
- humidity
- supply voltage
- sample gas pressure
- sample gas flow
- sample gas temperature
- analyzer outlet pressure (where applicable)

The operating ranges for primary influence quantities are listed in Annex B of IEC 60359, except for sample flow, pressure and temperature which are application dependent.

The test sequence for ambient temperature and humidity testing shall be according to procedures in IEC 60068. A convenient summary is given in IEC 60770.

5.6.10.3 Other influence quantities

These are less frequently investigated, but should be tested only where relevant and when specified as necessary by the user or manufacturer. Relevant test procedures can be found in IEC 60770-1 and IEC 60359. The following list is not exhaustive.

- attitude ("tilt")
- a.c. supply frequency
- a.c. supply distortion
- d.c. supply ripple and/or impedance
- vibration
- sound pressure/frequency
- shock (drop-test)
- ventilation
- sand and dust
- liquid water
- salt water
- barometric pressure
- contaminating dust or vapour (environmental)
- ionizing radiation
- electromagnetic compatibility
- electrical grounding requirements
- external influences on sample composition
- effect of particulates

Annex A (informative)

Recommended standard values of influence – Quantities affecting performance from IEC 60359

A.1 General

The rated ranges of use of the influence quantities below have been divided into the following three usage groups:

- I: for indoor use under conditions which are normally found in laboratories and factories and where apparatus will be handled carefully.
- II: for use in environments having protection from full extremes of environment and under conditions of handling between those of Groups I and III.
- III: for outdoor use and in areas where the analyzer may be subjected to rough handling.

NOTE These influence quantities generally affect the electronic units directly and apply specifically to them. The sensor units, being immersed in the sample are affected primarily by the sample conditions and these influence quantities may not relate to them. For in situ analyzers, where both sensor units and electronic units are immersed in the sample, the sample conditions, rather than these influence quantities, may relate to the electronic unit also. The effects of the external environment on the sensor unit may need to be stated separately.

A.2 Climatic conditions

A.2.1 Ambient temperature

Reference value (to be chosen from): 20 °C, 23 °C, 25 °C or 27 °C.

Tolerance on reference value: ± 2 °C.

Rated ranges of use:

Usage group I: +5 °C to +40 °C.

Usage group II : –10 °C to +55 °C.

Usage group III: –25 °C to +70 °C.

Limit range for storage and transport: –40 °C to +70 °C.

NOTE Many sensors need protection from freezing conditions.

A.2.2 Relative humidity of the air

Because extreme values of both temperature and humidity are not likely to occur simultaneously, the manufacturer may specify the time limit over which these may be applied and should specify the limitations of the combination, if any, for continuous operation.

Reference range at 20 °C, 23 °C, 25 °C or 27 °C: 45 % to 75 %.

Rated ranges of use:

Usage group I: 20 % to 80 % excluding condensation.

Usage group II: 10 % to 90 % including condensation.

Usage group III: 5 % to 95 % including condensation.

A.2.3 Barometric pressure

Reference value: existing local barometric pressure.

Rated ranges of use:

Usage group I: 70 kPa to 106 kPa (up to 2 200 m).

Usage groups II and III: 53,3 kPa to 106 kPa (up to 4 300 m)

- Limit range of operation: equal to the rated range of use unless otherwise stated by the manufacturer.
- Limit range for storage and transport: to be stated by the manufacturer.

A.2.4 Heating effect due to solar radiation

Reference value: no direct irradiation.

Rated ranges of use:

Usage groups I and II: no direct irradiation.

Usage group III: the combined effect of solar radiation plus the ambient temperature should never cause the surface temperature to exceed that which is obtained at an ambient temperature of 70 °C alone.

Limit range of operation: equal to the rated range of use, unless otherwise stated by the manufacturer.

Limit range for storage and transport: to be stated by the manufacturer.

A.2.5 Velocity of the ambient air

Reference range: 0 m/s to 0,2 m/s.

Rated ranges of use:

Usage groups I and II: 0 m/s to 0,5 m/s.

Usage group III: 0 m/s to 5 m/s.

Limit range of operation: equal to the rated range of use, unless otherwise stated by manufacturer.

A.2.6 Sand and dust contents of the air – reference value: no measurable contents

Rated ranges of use:

Usage groups I and II: negligible contents (i.e. will have negligible effect on the analyzer).

Usage group III: to be stated by the manufacturer.

Limit range of operation: equal to the rated range of use unless otherwise stated by manufacturer.

Limit range for storage and transport: to be stated by manufacturer.

A.2.7 Salt content of the air

Reference value: no measurable content. Rated ranges of use:

Usage groups I and II: negligible content.

Usage group III: to be stated by the manufacturer.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

Limit range of storage and transport: to be stated by the manufacturer.

A.2.8 Contaminating gas or vapour content of the air

Reference value: no measurable content.

Rated ranges of use: usage groups I to III: to be stated by the manufacturer.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

Limit range for storage and transport: to be stated by the manufacturer.

A.2.9 Liquid water content of the air

Reference value: no measurable content.

Rated ranges of use:

Usage group I: negligible content.

Usage group II: drip water.

Usage group III: splash water.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

Limit range for storage and transport: to be stated by the manufacturer.

A.3 Mechanical conditions

A.3.1 Operating position

Reference value: position as stated by the manufacturer.

Tolerance on reference: $\pm 1^\circ$.

Rated ranges of use:

Usage groups I and II: reference position $\pm 30^\circ$.

Usage group III: reference position $\pm 90^\circ$.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

Limit range for storage and transport: to be stated by the manufacturer.

NOTE These rated ranges of use should be understood only for the electronic units without orientation-sensitive indicators. For electronic units with built-in orientation-sensitive indicators, the manufacturer should make suitable statements.

A.3.2 Ventilation

Reference value: ventilation not obstructed.

Rated ranges of use:

Usage groups I and II: negligibly obstructed.

Usage group III: the obstruction of the ventilation plus ambient temperature should never cause the surface temperature to exceed that which is obtained at an ambient temperature of 70°C alone, with the ventilation not obstructed.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

A.3.3 Vibration

Reference value: no measurable value.

Rated ranges of use:

Usage group I: negligible.

Usage groups II and III: to be stated by the manufacturer.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

Limit range for storage and transport: to be stated by the manufacturer.

A.4 Mains supply conditions

A.4.1 Mains supply voltage (considering a distorted waveform)

Table A.1 gives mains supply voltages for usage groups I to III.

Table A.1 – Mains supply voltage

	d.c. and a.c. (r.m.s.)	a.c. (peak)
Reference value:	Rated value	Rated value
Tolerance on reference value:	+1 %	±2 %
Rated ranges of use:		
Usage group I :	±10 %	±12 %
Usage group 11:	–12 % to +10 %	–17 % to +15 %
Usage group 111:	–20 % to +15 %	–30 % to +25 %
Limit range of operation: equal to the rated range of use unless otherwise stated by the manufacturer.		

A.4.2 Mains supply frequency

Table A.2 gives mains supply frequencies for usage groups I to III.

Table A.2 – Mains supply frequency

Reference value: rated frequency	
Tolerance on reference value:	1
Rated range of use:	
Usage groups I and II:	±5 %
Usage group III:	±10 %
Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.	

A.4.3 Distortion of a.c. mains supply

The distortion is determined by a factor, β , in such a way that the waveform is inside an envelope formed by:

$$Y_1 = (1 + \beta) A \sin \omega t, \text{ and}$$

$$Y_2 = (1 - \beta) A \sin \omega t$$

Reference value: $\beta = 0$ (sine-wave).

Tolerance on reference value: $\beta = 0,05$

Rated ranges of use:

Usage group I: $\beta = 0,05$;

Usage groups II to III: $\beta = 0, 10$.

Limit range of operation: to be stated by the manufacturer.

The values of β are valid when the analyzer is connected to the supply mains.

NOTE 1 The above formulae may be applied over the half cycle or a full cycle depending on whether the zero crossings are equally spaced or not.

NOTE 2 If the a.c. peak voltage exceeds the values stated in A.3.1, the mains supply under consideration cannot be used.

A.4.4 Ripple of d.c. supply

Reference value 0 % of supply voltage, see Table A.3.

Table A.3 – Ripple of d.c. supply

Rated ranges of use	Supply voltage %
Usage group I:	0,5
Usage group II:	1,0
Usage group III:	5,0
Limit range of operation:	5,0
The values given are peak-to-peak values of the ripple voltage expressed as a percentage of the average d.c. supply voltage.	

Annex B (informative)

Performance characteristics calculable from drift tests

To collect reliable results, the applied test gas concentrations should be stable throughout the test period. (Alternatively, a reference instrument, where used, shall be calibrated prior to each use, against a stable known calibration gas.) Uncertainties in these reference values will affect the limits of acceptability (see 5.1.3). Each indication to be used for calculations (below) should be obtained as a reliable value, i.e. the test gas should be applied for 5 min after stability is achieved and the mean indication utilized. Alternatively, where other tests have indicated a significant discrimination uncertainty can exist, the mean of at least three separate applications of the test gas should be used.

The linear regression is given by the following equation:

$$Y = A + Bt \quad (\text{B.1})$$

where

Y is the indication (not corrected by the indication obtained with the zero gas) obtained with time t :

n is the number of measurements.

$$A = \frac{\sum Y - B \sum t}{n} \quad (\text{B.2})$$

$$B = \frac{n \sum t Y - (\sum t)(\sum Y)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (\text{B.3})$$

An example of the calculation of output fluctuation and drift is given below in Table B.1:

Table B.1 – Data: applied concentration 1 000 units

Time (h)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
Indicated value	1 010	1 030	995	1 005	980	990	950	970	975	995	965

$$Y = 1\,011,6 - 0,047\,7 t$$

$$\text{Output fluctuation} = 1\,030 - 950 = 80$$

$$\text{Drift per 1 000 h (one month)} = -47,7$$

Bibliography

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

IEC 61207-2, *Expression of performance of gas analyzers – Part 2: Oxygen in gas (utilizing high-temperature electrochemical sensors)*

IEC 61298 (all parts), *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance*

IEC 61326 (all parts), *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements*

ISO/IEC GUIDE 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC GUIDE 99:1995, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

ISO 6141, *Gas analysis – Requirements for certificates for calibration gases and gas mixtures*

ISO 6142, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Gravimetric method*

ISO 6143, *Gas analysis – Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures*

ISO 6144, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Static volumetric methods*

ISO 6145, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 16664, *Gas analysis – Handling of calibration gases and gas mixtures – Guidelines*

ISO/TS 14167, *Gas analysis – General quality assurance aspects in the use of calibration gas mixtures – Guidelines*

CIPM (Comité International des Poids et Mesures) recommendation INC-1 (1980) of the working group of the statement of uncertainties

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	42
1 Domaine d'application et objet.....	44
2 Références normatives.....	45
3 Termes et définitions	46
3.1 Généralités.....	46
3.2 Termes et définitions de base.....	46
3.3 Termes et définitions générales des dispositifs et opérations	50
3.4 Termes et définitions relatives aux modes d'expression	53
3.5 Termes et définitions spécifiques aux analyseurs de gaz.....	56
4 Mode opératoire pour la spécification	59
4.1 Spécification des valeurs et des étendues	59
4.2 Conditions de fonctionnement, de stockage et de transport	60
4.3 Caractéristiques fonctionnelles nécessitant l'indication de valeurs assignées	60
4.4 Limites d'incertitude à indiquer pour chaque étendue spécifiée	61
4.4.1 Généralités.....	61
4.4.2 Limites de l'incertitude intrinsèque.....	61
4.4.3 Variations	61
4.5 Autres caractéristiques fonctionnelles	62
5 Mode opératoire pour les essais de conformité.....	62
5.1 Généralité	62
5.1.1 Essais de conformité	62
5.1.2 Instrument d'essai	62
5.1.3 Incertitudes de l'instrument d'essai.....	63
5.1.4 Grandeurs d'influence	63
5.1.5 Conditions de fonctionnement.....	63
5.2 Gaz d'étalonnage	63
5.3 Réglages effectués pendant l'essai	63
5.4 Conditions de référence pendant la mesure de l'incertitude intrinsèque.....	64
5.5 Conditions de référence pendant la mesure de la grandeur d'influence	64
5.6 Modes opératoires d'essai.....	64
5.6.1 Généralités.....	64
5.6.2 Incertitude intrinsèque	64
5.6.3 Incertitude de linéarité	65
5.6.4 Répétabilité	65
5.6.5 Fluctuation du signal de sortie	65
5.6.6 Dérive	66
5.6.7 Temps de retard, temps de montée et temps de descente	67
5.6.8 Temps de préchauffage	67
5.6.9 Incertitude d'interférence	68
5.6.10 Variations	68
Annexe A (informative) Valeurs d'influence normalisées recommandées – Grandeurs affectant les performances (CEI 60359).....	71
Annexe B (informative) Caractéristiques fonctionnelles calculables à partir des essais de dérive	77
Bibliographie.....	78

Figure 1 – Temps de montée et de descente	59
Figure 2 – Fluctuations du signal de sortie.....	66
Tableau A.1 – Tension d'alimentation	75
Tableau A.2 – Fréquence d'alimentation	75
Tableau A.3 – Ondulation de l'alimentation en courant continu	76
Tableau B.1 – Données: concentration appliquée de 1 000 unités.....	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXPRESSION DES PERFORMANCES DES ANALYSEURS DE GAZ –

Partie 1: Généralités

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61207-1 a été établie par le sous-comité 65 B: Dispositifs et analyse de processus, du Comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1994, et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes:

- a) Toutes les références (normatives et informatives) ont été mises à jour, retirées ou ajoutées comme il convient.
- b) Tous les termes et définitions en rapport avec la présente Norme internationale ont été mis à jour.

- c) Toutes les références aux erreurs ont été remplacées par «incertitude» et les définitions ont été mises à jour comme il convient.
- d) Lorsqu'une seule valeur est appelée pour une spécification de performance, telle que l'incertitude intrinsèque, l'incertitude de linéarité ou de répétabilité, sur une étendue de mesure, cette valeur est maintenant définie comme valeur maximale plutôt qu'une moyenne ou une valeur représentative. Auparavant, ceci était indéfini.
- e) Lorsque les gaz d'étalonnage pour le zéro et le 100 % sont utilisés, il y a maintenant une exigence définie à savoir il faut que l'analyseur soit capable de répondre dans ses performances normalisées au delà de son étendue normale de mesure, afin de permettre l'enregistrement des réponses en deçà ou au-delà.
- f) Une nouvelle Annexe A a été ajoutée pour donner les valeurs d'influence normalisées recommandées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/741/FDIS	65B/752/RVD

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61207, présentée sous le titre général, *Expression des performances des analyseurs de gaz*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

EXPRESSION DES PERFORMANCES DES ANALYSEURS DE GAZ –

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61207 s'applique aux analyseurs de gaz utilisés pour la détermination de certains constituants des mélanges gazeux.

La présente partie de la CEI 61207 comprend la terminologie, les définitions, les exigences de déclarations des fabricants ainsi que les essais communs à tous les analyseurs de gaz. D'autres normes de cette série comme la CEI 61207-2, décrivent les aspects spécifiques à certains types d'analyseurs utilisant des capteurs électrochimiques à haute température.

Cette partie de la CEI 61207 est conforme aux principes généraux établis dans la CEI 60359 et la CEI 60770.

La présente Norme s'applique aux analyseurs spécifiés pour installation permanente en tout emplacement (à l'intérieur comme à l'extérieur) et aux analyseurs tels que ceux utilisant soit un système de manipulation des échantillons soit une technique de mesure sur site.

La présente Norme s'applique à l'analyseur complet lorsque celui-ci est fourni par un seul fabricant en une unité intégrée comprenant toutes les parties mécaniques, électriques et électroniques. Elle s'applique également aux unités de capteur seules et unités électroniques seules lorsqu'elles sont fournies séparément ou par des fabricants différents.

Pour les besoins de la présente Norme, tout régulateur d'alimentation, réseau ou non, fourni avec l'analyseur ou spécifié par le fabricant, est considéré comme faisant partie de l'analyseur, qu'il soit intégré à l'analyseur ou contenu dans un boîtier séparé.

Les exigences de sécurité sont décrites dans la CEI 61010-1.

Si un ou plusieurs composants de l'échantillon sont inflammables et que de l'air ou un autre mélange gazeux contenant de l'oxygène ou d'autres oxydants sont présents, la plage de concentration des réactifs sont limitée à des niveaux hors des limites d'inflammabilité.

Les domaines normalisés de signaux analogiques à courant continu et signaux pneumatiques utilisés dans les systèmes de conduite de processus sont décrits dans la CEI 60381-1 et dans la CEI 60382.

Les spécifications relatives aux valeurs d'essai des grandeurs d'influence sont disponibles dans la CEI 60654.

Les exigences relatives à la documentation à fournir avec les instruments sont décrites dans la CEI 61187.

Les exigences relatives aux principes généraux concernant les grandeurs, unités et symboles sont abordées dans l'ISO 1000. Se reporter également à l'ISO 31-0.

Cette partie n'est pas applicable:

- aux accessoires tels qu'enregistreurs, convertisseurs analogique-numérique ou systèmes d'acquisition de données utilisés conjointement aux analyseurs, sauf si deux ou plusieurs de ces analyseurs sont combinés et vendus comme un sous-système et si une unité électronique unique est fournie afin d'assurer la mesure continue de plusieurs propriétés, auquel cas l'unité d'affichage est considérée comme faisant partie de l'analyseur. De la même manière, sont inclus les convertisseurs f.e.m.-courant ou f.e.m.-pression qui font partie intégrante de l'analyseur.

Cette partie de la CEI 61207 a pour objet:

- de spécifier les aspects généraux en matière de terminologie et de définitions relatifs aux performances de fonctionnement des analyseurs de gaz utilisés pour la mesure en continu de la composition des gaz;
- d'unifier les méthodes utilisées en fournissant et en vérifiant les indications relatives aux performances fonctionnelles de ces analyseurs;
- de spécifier les essais qu'il convient d'effectuer afin de déterminer les performances fonctionnelles et la manière dont il convient de réaliser ces essais;
- de stipuler des documents de base pour supporter l'usage des normes d'assurance de la qualité ISO 9001.

2 Références normatives

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

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 60359:2001, *Appareils de mesures électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60381-1: *Signaux analogiques pour système de commande de processus – Partie 1: Signaux à courant continu*

CEI 60382: *Signal analogique pneumatique pour des systèmes de conduite de processus*

CEI 60654 (toutes les parties), *Matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Conditions de fonctionnement*

CEI 60654-1, *Matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Conditions de fonctionnement – Partie 1: Conditions climatiques*

CEI 60770 (toutes les parties), *Transmetteurs utilisés dans les systèmes de conduite des processus industriels*

CEI 60770-1, *Transmetteurs utilisés dans les systèmes de conduite des processus industriels – Partie 1: Méthodes d'évaluation des performances*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61187, *Equipements de mesures électriques et électroniques – Documentation*

ISO 31-0, *Grandeurs et unités – Principes généraux*

ISO 1000, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

3 Termes et définitions

3.1 Généralités

Pour l'objet du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent. Les définitions de 3.2 (sauf 3.2.17), 3.3 et 3.4 sont issues de la CEI 60359.

3.2 Termes et définitions de base

3.2.1 mesurande

grandeur faisant l'objet d'une mesure, évaluée en l'état supposé par le système de mesure lors de la mesure proprement dite

NOTE 1 La valeur supposée par une grandeur faisant l'objet d'une mesure lorsqu'elle n'interagit pas avec l'appareil de mesure peut être appelée valeur non perturbée de la grandeur.

NOTE 2 La valeur non perturbée et son incertitude associée peuvent uniquement être calculées grâce à un modèle du système mesuré et de l'interaction des mesures, en connaissant les caractéristiques métrologiques appropriées de l'appareil, qui peuvent être appelées charge instrumentale.

3.2.2 (résultat de) mesure

ensemble de valeurs attribuées à un mesurande, comprenant une valeur, l'incertitude et l'unité de mesure correspondantes

[CEI 60050-311, 311-01-01, modifiée]

NOTE 1 La valeur moyenne et la largeur moyenne de l'intervalle sont respectivement appelées valeur (voir 3.2.3) du mesurande et incertitude (voir 3.2.4).

NOTE 2 La mesure est liée à l'indication (voir 3.2.5) donnée par l'appareil et aux valeurs de correction obtenues par l'étalonnage.

NOTE 3 L'intervalle peut être considéré comme une représentation du mesurande fournie compatible avec tous les autres mesures du même mesurande.

NOTE 4 La largeur de l'intervalle, et donc l'incertitude, peut uniquement être donnée avec un niveau de confiance défini (voir 3.2.4, NOTE 1).

3.2.3 valeur (-mesure)

élément moyen de l'ensemble attribué pour représenter le mesurande

NOTE La valeur-mesure n'est pas plus représentative du mesurande que tout autre élément de l'ensemble. Elle a été choisie simplement pour des raisons de commodité d'expression de l'ensemble au format $V \pm U$, où V est l'élément moyen et U la demi-largeur de l'ensemble, plutôt que par ses extrêmes. Le qualificatif "-mesure" est utilisé lorsqu'il est jugé nécessaire d'éviter toute confusion avec la valeur de lecture ou la valeur indiquée.

3.2.4 incertitude (de mesure)

paramètre, associé à un résultat de mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient être raisonnablement être attribuées au mesurande

NOTE 1 Le 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 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'après d'autres informations.

[CEI 60050-311, 311-01-02, VIM 3.9]

NOTE 3 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 aux corrections et aux étalons de référence, contribuent à la dispersion [VIM].

NOTE 4 La définition et les notes 1 et 2 sont issues du GUM, Article B.2.18. L'option utilisée dans la présente norme consiste à exprimer l'incertitude comme la demi-largeur d'un intervalle selon les modes opératoires du GUM et un coefficient d'élargissement de 2. Ce choix correspond à la pratique désormais adoptée par la plupart des laboratoires étalons nationaux. Avec la distribution normale, un coefficient d'élargissement de 2 correspond à un niveau de confiance de 95 %. Sinon, des élaborations statistiques sont nécessaires pour établir la correspondance entre le coefficient d'élargissement et le niveau de confiance. Comme les données utilisées pour cette élaboration ne sont pas toujours disponibles, il est jugé préférable d'établir le coefficient d'élargissement. Cet intervalle peut être "raisonnablement" attribué pour décrire le mesurande, au sens de la définition du GUM, étant donné que, dans la plupart des cas, il assure la compatibilité avec tous les autres résultats des mesures du même mesurande attribué de la même manière, selon un niveau de confiance suffisamment élevé.

NOTE 5 Conformément au document CIPM INC-1 et au GUM, les composantes d'incertitude évaluées par les méthodes statistiques sont appelées composantes de catégorie A, celles évaluées à l'aide d'autres méthodes étant appelées composantes de catégorie B.

3.2.5 indication ou valeur de lecture signal de sortie de l'appareil

NOTE 1 La valeur indiquée peut être déduite de l'indication en utilisant la courbe d'étalonnage.

NOTE 2 Pour une mesure matérialisée, l'indication est sa valeur nominale ou sa valeur déclarée.

NOTE 3 L'indication dépend du format de sortie de l'appareil:

- pour les sorties analogiques, il s'agit d'un nombre lié à l'unité appropriée de l'affichage;
- pour les sorties numériques, il s'agit de l'élément numérique qui s'affiche;
- pour les sorties codées, il s'agit de l'identification du modèle de code.

NOTE 4 Pour les sorties analogiques censées être lues par un observateur humain (comme sur les appareils de type "index sur l'échelle", par exemple), l'unité de la sortie est celle de la graduation. Pour les sorties analogiques censées être lues par d'autres appareils (comme dans les transducteurs étalonnés, par exemple), l'unité de sortie est celle de la mesure de la grandeur prenant en charge le signal de sortie.

3.2.6 étalonnage

ensemble des opérations établissant, en référence à des étalons, la relation qui existe, dans les conditions spécifiées, entre une indication et un résultat de mesure

[CEI 60050-311, 311-01-09]

NOTE 1 La relation entre les indications et les résultats de mesures peut être donnée, en principe, dans un diagramme d'étalonnage.

NOTE 2 Il faut que l'étalonnage soit réalisé dans des conditions de fonctionnement précises de l'appareil. Le diagramme d'étalonnage représentant son résultat n'est pas valide si l'appareil fonctionne dans des conditions hors de la plage utilisée pour l'étalonnage.

NOTE 3 Souvent, et particulièrement pour les appareils dont les caractéristiques métrologiques sont suffisamment connues par l'expérience acquise, il est pratique de prédéfinir un diagramme d'étalonnage simplifié et de ne réaliser qu'une vérification de l'étalonnage (voir 3.3.12) afin de contrôler si la réponse de l'appareil reste dans ses limites. Bien entendu, le diagramme simplifié est plus large que celui qui aurait été défini par l'étalonnage complet de l'appareil, et l'incertitude attribuée aux résultats des mesures est par conséquent plus importante.

3.2.7 diagramme d'étalonnage

partie du plan muni de coordonnées, définie par l'axe des indications et par l'axe des mesures qui représente la réponse de l'appareil aux différentes valeurs du mesurande

[CEI 60050-311, 311-01-10]

3.2.8

courbe d'étalonnage

courbe qui donne la relation entre la valeur indiquée et la valeur du mesurande

NOTE 1 Lorsque la courbe d'étalonnage est une droite passant par zéro, il est commode de se référer à la pente, connue comme la constante de l'appareil de mesure.

[CEI 60050-311, 311-01-11]

NOTE 2 La courbe d'étalonnage est celle qui divise en deux parties égales la largeur du diagramme d'étalonnage parallèle à l'axe des résultats de mesures, joignant ainsi les points représentant les valeurs du mesurande.

3.2.9

valeur indiquée

valeur du mesurande donnée directement par un appareil de mesure sur la base de sa courbe d'étalonnage

[CEI 60050-311, 311-01-08]

NOTE La valeur indiquée est la valeur-mesure du mesurande lorsque l'appareil est utilisé dans une mesure directe (voir 3.3.7) dans toutes les conditions de fonctionnement pour lesquelles le diagramme d'étalonnage est valide.

3.2.10

compatibilité (de mesure)

propriété satisfaite par toutes les mesures du même mesurande, caractérisée par un recouvrement suffisant de leurs intervalles

[CEI 60050-311, 311-01-14]

NOTE 1 La compatibilité de tout résultat d'une mesure avec tous ceux qui représentent le même mesurande peut être évaluée uniquement à un certain niveau de confiance (étant donné qu'elle dépend de l'inférence statistique), niveau qu'il convient d'indiquer au moins par convention implicite ou grâce à un coefficient d'élargissement.

NOTE 2 La compatibilité des résultats des mesures obtenus avec différents appareils et différentes méthodes est assurée par la traçabilité (voir 3.2.16) par rapport à un étalon primaire commun (voir 3.3.6) des étalons utilisés pour l'étalonnage de plusieurs appareils (et, bien entendu, par l'exactitude de l'étalonnage et des modes de fonctionnement).

NOTE 3 Si deux résultats d'une mesure sont incompatibles, il faut que des moyens indépendants permettent de décider si l'un ou les deux résultats sont faux (peut-être parce que l'incertitude est trop limitée) ou s'il ne s'agit pas du même mesurande.

NOTE 4 Les mesures réalisées avec une incertitude plus importante donnent des résultats compatibles sur une plus large étendue, car les discriminations parmi les différents mesurandes sont moins importantes, permettant de les classer avec des modèles plus simples. Avec des incertitudes plus limitées, la compatibilité demande des modèles de systèmes mesurés plus détaillés.

3.2.11

incertitude intrinsèque du mesurande

incertitude minimale qui peut être attribuée dans la description d'une grandeur mesurée

NOTE 1 Aucune grandeur ne peut être mesurée avec une incertitude de plus en plus limitée, dans la mesure où une grandeur donnée est définie ou identifiée à un niveau de détail donné. La mesure d'une grandeur donnée avec une incertitude inférieure à sa propre incertitude intrinsèque oblige à la redéfinir avec un niveau de détail plus élevé, de manière à mesurer une autre grandeur. Voir également GUM D.1.1.

NOTE 2 Le résultat d'une mesure réalisé avec l'incertitude intrinsèque du mesurande peut être considéré comme la meilleure mesure de la grandeur en question.

3.2.12

incertitude instrumentale (absolue)

incertitude du résultat d'une mesure directe d'un mesurande dont l'incertitude intrinsèque est négligeable

NOTE 1 Sauf indication contraire explicite, l'incertitude instrumentale est exprimée comme un intervalle au coefficient d'élargissement de 2.

NOTE 2 Pour les mesures directes à lecture unique des mesurandes dont l'incertitude intrinsèque est limitée par rapport à l'incertitude instrumentale, l'incertitude de mesure coïncide, par définition, avec l'incertitude instrumentale. Sinon, l'incertitude instrumentale doit être traitée comme une composante de catégorie B dans l'évaluation de l'incertitude de mesure, sur la base du modèle associant les différentes mesures directes concernées.

NOTE 3 Par définition, l'incertitude instrumentale inclut automatiquement les effets de la quantification des valeurs de lecture (fraction d'évaluation minimale de l'intervalle de graduation des sorties analogiques, unité du dernier chiffre stable des sorties numériques).

NOTE 4 Pour les mesures matérialisées, l'incertitude instrumentale est l'incertitude qu'il convient d'associer à la valeur de la grandeur reproduite par la mesure matérialisée afin d'assurer la compatibilité des résultats de ses mesures.

NOTE 5 Dans la mesure du possible, l'incertitude peut être exprimée dans sa forme relative (voir 3.4.3) ou conventionnelle (voir 3.4.4). L'incertitude relative est le rapport U/V de l'incertitude absolue U sur la valeur de la mesure V , l'incertitude conventionnelle étant le rapport U/V_f de l'incertitude absolue U sur une valeur choisie de manière conventionnelle V_f .

3.2.13

mesure de valeur conventionnelle

valeur d'un étalon utilisé dans l'opération d'étalonnage et connue avec une incertitude négligeable par rapport à celle de l'appareil à étalonner

NOTE Cette définition est adaptée à l'objet de la présente norme à partir de la définition de la "valeur conventionnellement vraie (d'une grandeur)": valeur attribuée à une grandeur particulière et reconnue, parfois par convention, comme la représentant avec une incertitude appropriée pour un usage donné (voir la CEI 60050-311, 311-01-06, VIM 1.20).

3.2.14

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 Les grandeurs d'influence peuvent provenir du système de mesure, de l'appareil de mesure ou de l'environnement [VEI].

NOTE 2 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 [VEI].

[CEI 60050-311, 311-06-01]

NOTE 3 Une grandeur d'influence est dite comprise entre C' et C'' si les résultats de sa mesure satisfont la relation suivante: $C' \leq V - U < V + U \leq C''$.

3.2.15

conditions stabilisées

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

3.2.16

traçabilité

propriété du résultat d'une mesure ou de la valeur d'un étalon telle qu'elle puisse être reliée à des références déterminées, généralement des étalons nationaux et internationaux, par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue de comparaisons ayant toutes des incertitudes déterminées

[CEI 60050-311, 311-01-15, VIM 6.10]

NOTE 1 Le concept est souvent exprimé par l'adjectif "traçable" [VEI, VIM].

NOTE 2 La chaîne ininterrompue de comparaisons est appelée chaîne de raccordement aux étalons ou chaîne d'étalonnage [VEI, VIM].

NOTE 3 La traçabilité implique d'établir une organisation métrologique selon une hiérarchie d'étalons (appareils et mesures matérialisées) d'incertitude intrinsèque croissante. La chaîne de comparaisons partant de l'étalon primaire vers le dispositif étalonné ajoute en effet une nouvelle incertitude à chaque étape.

NOTE 4 La traçabilité est assurée uniquement au sein d'une incertitude donnée, qu'il convient de préciser.

3.2.17

moyenne

somme des valeurs individuelles divisée par le nombre total de valeurs, pour un ensemble de valeurs

3.3 Termes et définitions générales des dispositifs et opérations

3.3.1

appareil (de mesure)

dispositif destiné à être utilisé pour faire des mesures, seul ou associé à un ou plusieurs dispositifs annexes

[CEI 60050-311, 311-03-01, VIM 4.1]

NOTE Le terme "appareils (de mesure)" comprend les appareils indicateurs et les mesures matérialisées.

3.3.2

appareil (de mesure) indicateur

appareil de mesure qui affiche une indication

NOTE 1 L'indication peut être analogique (continue ou discontinue), numérique ou codé [VEI].

NOTE 2 L'appareil peut indiquer simultanément les valeurs de plusieurs grandeurs [VEI].

NOTE 3 Un appareil de mesure afficheur peut, de plus, fournir un enregistrement [VEI].

NOTE 4 L'affichage peut consister en un signal de sortie non directement lisible par un observateur humain, mais capable d'interprétation par un dispositif convenable [VEI].

[CEI 60050-311, 311-03-02, VIM 4.6]

NOTE 5 Un appareil indicateur peut consister en une chaîne de transducteurs, à laquelle il est possible d'ajouter d'autres dispositifs de traitement, ou en un seul transducteur.

NOTE 6 L'interaction entre l'appareil indicateur, le système mesuré et l'environnement génère un signal au premier stade de l'appareil (appelé capteur). Ce signal est élaboré à l'intérieur de l'appareil, dans un signal de sortie qui achemine les informations relatives au mesurande. La description du signal de sortie dans un format de sortie adapté est l'indication fournie par l'appareil.

NOTE 7 Une chaîne d'appareils est traitée comme un seul appareil indicateur lorsqu'un seul diagramme d'étalonnage est disponible et associe le mesurande à la sortie du dernier élément de la chaîne. Dans ce cas, il faut que les grandeurs d'influence soient définies pour l'ensemble de la chaîne.

3.3.3

mesure matérialisée

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

NOTE 1 La grandeur concernée peut être appelée grandeur fournie [VEI].

[CEI 60050-311, 311-03-03, VIM 4.2]

NOTE 2 La définition couvre également les dispositifs (les générateurs de signal et les générateurs de tension ou de courant standard, par exemple) souvent appelés appareils d'alimentation.

NOTE 3 L'identification de la valeur et de l'incertitude de la grandeur fournie est donnée par un nombre lié à une unité de mesure ou un terme codé, appelé valeur nominale ou valeur marquée de la mesure matérialisée.

3.3.4

appareil électrique de mesure

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

[CEI 60050-311, 311-03-04]

3.3.5

transducteur

dispositif technique qui manipule un signal d'entrée et le transforme en signal de sortie

NOTE Tous les appareils indicateurs contiennent des transducteurs et peuvent être constitué d'un transducteur. Si les signaux sont élaborés par une chaîne de transducteurs, les signaux d'entrée et de sortie de chaque transducteur ne sont pas toujours accessibles directement de manière univoque.

3.3.6

étalon primaire

étalon qui est désigné ou largement reconnu comme présentant les plus hautes qualités métrologiques et dont la valeur est établie sans se référer à d'autres étalons de la même grandeur

NOTE 1 Le concept d'étalon primaire est valable aussi bien pour les grandeurs de base que pour les grandeurs dérivées.

NOTE 2 Un étalon primaire n'est jamais utilisé directement pour des mesures en dehors de sa comparaison avec les étalons témoins ou avec des étalons de référence [VEI].

[CEI 60050-311, 311-04-02, VIM 6.4]

3.3.7

(méthode de) mesure directe

méthode de mesure dans laquelle la valeur d'un mesurande est obtenue directement, sans qu'il soit nécessaire d'exécuter des calculs supplémentaires basés sur une dépendance fonctionnelle du mesurande par rapport à d'autres grandeurs réellement mesurées

NOTE 1 On considère que la valeur du mesurande est obtenue directement, même lorsque l'échelle d'un appareil de mesure comporte des valeurs qui sont reliées aux valeurs correspondantes du mesurande à l'aide d'un tableau ou d'un graphique [VEI].

NOTE 2 La méthode de mesure reste directe, même s'il est nécessaire d'exécuter des mesures supplémentaires pour déterminer les valeurs des grandeurs d'influence en vue d'effectuer des corrections [VEI].

[CEI 60050-311, 311-02-01]

NOTE 3 Les définitions des caractéristiques métrologiques des appareils font implicitement référence à leur utilisation dans le cadre de mesures directes.

3.3.8

(méthode de) mesure indirecte

méthode de mesure dans laquelle la valeur d'une grandeur est obtenue à partir de mesures effectuées par des méthodes de mesure directes d'autres grandeurs liées au mesurande par une relation connue

[CEI 60050-311, 311-02-02]

NOTE 1 Pour appliquer une méthode de mesure indirecte, il est nécessaire d'utiliser un modèle en mesure de fournir la relation, explicitée de manière exhaustive, entre le mesurande et les paramètres mesurés par la méthode directe.

NOTE 2 Il faut que les calculs soient réalisés sur les deux valeurs et les incertitudes. Par conséquent, des règles acceptées sont nécessaires à la propagation de l'incertitude, comme indiqué dans le GUM.

3.3.9**(méthode de) mesure par observations répétées**

méthode de mesure dont le résultat est attribué en fonction d'une analyse statistique de la distribution des données obtenues suite à plusieurs observations répétées dans des conditions en principe identiques

NOTE 1 Il convient de recourir à une analyse statistique lorsque l'incertitude instrumentale est trop faible pour garantir la compatibilité de la mesure. Cela peut se produire dans deux circonstances différentes:

- a) lorsque le mesurande est une grandeur faisant l'objet de fluctuations statistiques intrinsèques (dans le cadre de mesures impliquant une corrosion nucléaire, par exemple). Dans ce cas, le mesurande réel est la distribution statistique des états de la grandeur mesurée, qui doit être décrite par ses paramètres statistiques (moyenne et écart-type). L'analyse statistique est réalisée sur un ensemble de résultats de mesures, disposant chacun de sa valeur et de son incertitude, étant donné que chaque observation décrit correctement un état particulier de la grandeur mesurée. La situation peut être considérée comme un cas particulier de mesure indirecte.
- b) lorsque le bruit associé à la transmission des signaux a un impact plus important sur la valeur de lecture que dans les conditions de fonctionnement utilisées pour l'étalonnage, contribuant à une incertitude de mesure comparable à l'incertitude instrumentale, ou plus importante (dans le cadre de l'utilisation des appareils de mensuration, par exemple). Dans ce cas, l'analyse statistique est réalisée sur un ensemble de valeurs de lecture dont l'objet est de distinguer du bruit les informations relatives au mesurande. La situation peut être considérée comme un nouvel étalonnage de l'appareil pour un ensemble de conditions de fonctionnement hors de leur étendue nominale.

NOTE 2 Une observation répétée ne peut en aucun cas permettre d'obtenir une incertitude inférieure à l'incertitude instrumentale attribuée par l'étalonnage ou la classe d'exactitude de l'appareil. En effet, si chacun des résultats des mesures répétées est compatible dans l'incertitude instrumentale, cette dernière est la référence valide pour l'incertitude de mesure et plusieurs observations n'apportent pas plusieurs informations. D'autre part, si les résultats ne sont pas compatibles dans l'incertitude instrumentale, il convient d'exprimer le résultat final de la mesure avec une incertitude plus importante, afin de rendre tous les résultats compatibles, comme il convient qu'ils le soient, par définition.

NOTE 3 Dans le cas des appareils présentant une hystérésis non négligeable, l'analyse statistique simple des observations répétées est trompeuse. Il convient d'élargir les modes opératoires d'essai appropriés de ces appareils à leurs étalons particuliers.

3.3.10**incertitude (instrumentale) intrinsèque**

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

[CEI 60050-311, 311-03-09, modifiée]

3.3.11**incertitude instrumentale de fonctionnement**

incertitude instrumentale dans les conditions assignées de fonctionnement

NOTE A l'instar de l'incertitude intrinsèque, l'incertitude instrumentale de fonctionnement n'est pas évaluée par l'utilisateur de l'appareil. Elle est établie par le fabricant ou l'étalonneur. L'instruction peut être exprimée au moyen d'une relation algébrique impliquant l'incertitude instrumentale intrinsèque et les valeurs d'une ou de plusieurs grandeurs d'influence, ce type de relation n'étant qu'un moyen commode d'exprimer un ensemble d'incertitudes instrumentales de fonctionnement dans différentes conditions de fonctionnement. Il ne s'agit donc pas d'une relation fonctionnelle permettant d'évaluer la propagation de l'incertitude dans l'appareil.

3.3.12**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 du diagramme d'étalonnage prédéterminé

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

[CEI 60050-311, 311-01-13]

NOTE 2 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 donné par le diagramme d'étalonnage.

3.3.13

ajustage (d'un appareil de mesure)

ensemble des opérations réalisées sur un appareil de mesure pour qu'il fournisse des indications données correspondant à des valeurs données du mesurande

NOTE Lorsque l'appareil est conçu pour donner une indication égale à zéro correspondant à une valeur égale à zéro du mesurande, l'ensemble des opérations est appelé réglage de zéro.

[CEI 60050-311, 311-03-16]

3.3.14

réglage utilisateur (d'un appareil de mesure)

réglage utilisant uniquement les moyens mis à la disposition de l'utilisateur, spécifiés par le fabricant

[CEI 60050-311, 311-03-17, modifiée]

3.3.15

écart (pour la vérification d'étalonnage)

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

[CEI 60050-311, 311-01-21]

NOTE 1 Il est possible de comparer les indications par mesure simultanée ou par substitution. En principe, la comparaison devrait être réalisée sur le même mesurande et dans les mêmes conditions de mesure, mais cela est impossible étant donné que le mesurande ne peut jamais être strictement identique. Seule une expertise métrologique réalisée par l'opérateur peut garantir que la différence des conditions de mesure des deux appareils a un impact négligeable sur la comparaison.

NOTE 2 Si l'un des appareils est une mesure matérialisée, sa valeur nominale est prise comme la valeur de la mesure attribuée.

NOTE 3 Le terme est uniquement utilisé pour les opérations de vérification d'étalonnage, lorsque l'incertitude de l'appareil de référence est, par définition, négligeable.

3.4 Termes et définitions relatives aux modes d'expression

3.4.1

caractéristiques métrologiques

données concernant les relations entre les lectures d'un appareil de mesure et les mesures des grandeurs avec lesquelles il interagit

3.4.2

étendue

domaine de valeurs d'une grandeur compris entre une limite inférieure et supérieure

NOTE 1 Le terme "étendue" est en général utilisé avec un modificateur. Il peut s'appliquer aux caractéristiques fonctionnelles, à une grandeur d'influence, etc.

NOTE 2 Si l'une des limites d'une étendue est nulle ou infinie, l'autre limite finie est appelée seuil.

NOTE 3 Aucune incertitude n'est associée aux valeurs de limites ou de seuils d'une étendue. En effet, ces valeurs ne sont pas le résultat de mesures, mais d'instructions antérieures relatives aux conditions que les résultats des mesures doivent remplir. Si le résultat d'une mesure doit se trouver dans une étendue assignée, il est convenu qu'il faut que l'ensemble de l'intervalle $V \pm U$ le représentant se trouve dans les limites de l'étendue ou au-delà de la valeur de seuil, sauf indication contraire des normes correspondantes ou par accords explicites.

NOTE 4 Une étendue peut être exprimée en précisant les valeurs de ses limites inférieures et supérieures, ou sa valeur moyenne et sa demi-largeur.

3.4.3

forme relative de l'expression

expression d'une caractéristique métrologique, ou d'autres données, en calculant son quotient par rapport à la valeur de la mesure de la grandeur considérée

NOTE 1 L'expression de la forme relative est possible si la grandeur considérée permet de déterminer la relation du quotient et si sa valeur n'est pas nulle.

NOTE 2 Les incertitudes et limites d'incertitude sont exprimées dans leur forme relative en divisant leur valeur absolue par la valeur du mesurande, les étendues de grandeurs d'influence étant exprimées en divisant l'étendue diminuée de moitié par la valeur moyenne du domaine, etc.

3.4.4

forme conventionnelle de l'expression

expression d'une caractéristique métrologique, ou d'autres données, en calculant son quotient par rapport à une valeur choisie de manière conventionnelle de la grandeur considérée

NOTE 1 Une expression sous forme conventionnelle est possible si la grandeur considérée permet d'établir une relation du quotient.

NOTE 2 La valeur à laquelle il est fait référence pour définir l'erreur réduite conventionnelle est appelée valeur conventionnelle.

3.4.5

variation (due à une grandeur d'influence)

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

[CEI 60050-311, 311-07-03]

NOTE 1 Il convient que l'incertitude associée aux différentes valeurs de la mesure de la grandeur d'influence pour laquelle la variation est évaluée ne soit pas plus importante que la largeur du domaine de référence de la même grandeur d'influence. Il convient que les autres caractéristiques fonctionnelles et grandeurs d'influence restent dans les étendues spécifiées pour les conditions de référence.

NOTE 2 La variation est un paramètre significatif lorsqu'il est supérieur à l'incertitude instrumentale intrinsèque.

3.4.6

limite d'incertitude

valeur limite de l'incertitude instrumentale d'un appareil fonctionnant dans les conditions spécifiées

NOTE 1 Une limite d'incertitude peut être attribuée par le fabricant de l'appareil, qui indique que, dans les conditions spécifiées, l'incertitude instrumentale ne dépasse jamais cette limite. Elle peut également être définie par des normes, qui stipulent que, dans les conditions spécifiées, il convient que l'incertitude instrumentale ne dépasse pas cette limite pour qu'un appareil appartienne à une classe d'exactitude donnée.

NOTE 2 Une limite d'incertitude peut être exprimée en termes absolus ou sous une forme relative ou conventionnelle.

3.4.7

classe d'exactitude

catégorie d'appareils de mesure qui doivent tous satisfaire à un ensemble de spécifications concernant l'incertitude

[CEI 60050-311, 311-06-09]

NOTE 1 Une classe d'exactitude spécifie toujours une limite d'incertitude (pour une étendue donnée de grandeurs d'influence), quelles que soient les autres caractéristiques métrologiques spécifiées.

NOTE 2 Un appareil peut être entré dans différentes classes d'exactitude pour différentes conditions assignées de fonctionnement.

NOTE 3 Sauf indication contraire, la limite d'incertitude définissant une classe d'exactitude est censée être un intervalle avec un coefficient d'élargissement de 2.

3.4.8

valeur assignée

valeur de la grandeur attribuée par le fabricant pour une condition de fonctionnement spécifiée de l'appareil

NOTE Une valeur assignée V attribuée avec une incertitude U est en fait une étendue $V \pm U$ qu'il convient de traiter comme telle (voir 3.4.2, Note 4).

3.4.9

étendue de mesure (spécifiée)

plage définie par deux valeurs du mesurande, ou grandeur à fournir, dans laquelle les limites d'incertitude de l'appareil de mesure sont spécifiées

NOTE 1 Un appareil de mesure peut avoir plusieurs étendues de mesure [VEI].

[CEI 60050-311, 311-03-12, modifiée]

NOTE 2 Les limites supérieure et inférieure de l'étendue de mesure spécifiée sont parfois appelées respectivement capacité maximale et capacité minimale.

3.4.10

conditions de référence

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

[CEI 60050-311, 311-06-02, modifiée]

NOTE Les étendues spécifiées pour les conditions de référence, appelées étendues de référence, ne sont pas plus larges et sont même en général plus étroites, que les étendues spécifiées pour les conditions assignées de fonctionnement.

3.4.11

valeur de référence

valeur spécifiée de l'un des ensembles de conditions de référence

[CEI 60050-311, 311-07-01, modifiée]

3.4.12

domaine de référence

domaine de valeurs spécifié de l'un des ensembles de conditions de référence

[CEI 60050-311, 311-07-02, modifiée]

3.4.13

conditions assignées de fonctionnement

ensemble de conditions qu'il faut respecter pendant les mesures afin de pouvoir valider un diagramme d'étalonnage

NOTE Outre l'étendue de mesure spécifiée et les étendues assignées de fonctionnement des grandeurs d'influence, les conditions peuvent inclure les étendues spécifiées d'autres caractéristiques fonctionnelles et d'autres indications qui ne peuvent pas être exprimées sous la forme d'étendues de grandeurs.

3.4.14

domaine nominal d'utilisation

domaine de fonctionnement nominal (des grandeurs d'influence)

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

[CEI 60050-311, 311-07-05, modifiée]

NOTE Le domaine de fonctionnement nominal de chaque grandeur d'influence fait partie intégrante des conditions assignées de fonctionnement.

3.4.15

conditions limites

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

3.4.16

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 dans les conditions de référence

NOTE Les valeurs limites peuvent dépendre de la durée d'application.

[CEI 60050-311, 311-07-06, modifiée]

3.4.17

conditions de stockage et de transport

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

3.4.18

valeurs limites de stockage

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

NOTE Les valeurs limites peuvent dépendre de la durée d'application.

[CEI 60050-311, 311-07-07, modifiée]

3.4.19

valeurs limites de transport

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

NOTE Les valeurs limites peuvent dépendre de la durée d'application.

[CEI 60050-311, 311-07-08]

3.5 Termes et définitions spécifiques aux analyseurs de gaz

3.5.1

analyseur de gaz

instrument d'analyse fournissant un signal de sortie qui est une fonction monotone de la concentration, de la pression partielle ou de la température de condensation d'un ou de plusieurs constituants du mélange gazeux

3.5.2

mélange de gaz d'essai stable

mélange de gaz (et/ou de vapeur) dans lequel le composant à mesurer est connu et ne réagit pas, ni n'est adsorbé sur l'enveloppe de confinement (bouteille de gaz, par exemple). Il faut que les concentrations de gaz et leurs étendues d'incertitude soient connues pour les constituants du mélange gazeux et compatibles en proportion aux critères à évaluer

NOTE Pour la préparation de ces mélanges, se référer aux documents cités dans la Bibliographie.

3.5.3

gaz étalon

mélange de gaz d'essai stable, de concentration connue, utilisé pour l'étalonnage périodique de l'analyseur et pour les divers essais des qualités de fonctionnement

NOTE 1 Dans le cadre de la présente partie, il convient d'exprimer le paramètre à mesurer en unités SI comme indiqué dans l'ISO 31-0.

NOTE 2 Par exemple, la pression partielle d'un composant en Pascals. Il est également admis d'utiliser le rapport de la pression partielle à la pression totale, ce qui est identique au rapport volumique ou rapport molaire pour les gaz parfaits. La masse du composant par volume unitaire a également été utilisée, mais il convient d'indiquer le composant et les conditions physiques.

NOTE 3 Pour les besoins de la présente partie, la valeur du paramètre représente la valeur conventionnelle par rapport à laquelle la valeur indiquée est comparée.

NOTE 4 Si le mélange de gaz étalon est instable, certains composants du mélange peuvent, sous réserve d'accord entre le fabricant et l'utilisateur, être remplacés par des succédanés qui augmentent la stabilité et apportent une modification connue à la sensibilité de l'analyseur.

3.5.4 gaz de zéro

mélange de gaz étalon utilisé pour étalonner l'extrémité inférieure d'une plage d'étalonnage donnée. Il convient que sa valeur soit égale ou proche de la valeur la plus faible spécifiée dans la plage d'étalonnage donnée utilisée avec un mode opératoire analytique défini

3.5.5 gaz d'étalonnage

mélange de gaz étalon utilisé pour établir la valeur de réglage d'échelle (valeur maximale ou proche de la maximale d'une plage) d'une courbe d'étalonnage, lorsqu'elle est utilisée selon un mode opératoire analytique donné dans une plage d'étalonnage définie

3.5.6 performances

degré de réalisation des fonctions prévues d'un appareil

3.5.7 caractéristique fonctionnelle

une des grandeurs (exprimée par des valeurs, tolérances, étendues) assignées à un appareil pour définir ses performances

NOTE 1 Suivant son application, une seule et même grandeur peut être appelée dans cette partie «caractéristique fonctionnelle», «grandeur mesurée ou fournie» et peut également agir comme une «grandeur d'influence».

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

3.5.8 incertitude de linéarité

écart maximal entre les lectures réelles de l'analyseur et les lectures prévues par une fonction linéaire de la grandeur mesurée, incluant les valeurs indiquées aux limites supérieure et inférieure de l'étendue efficace

3.5.9 répétabilité

dispersion des résultats de mesures effectuées sur des échantillons successifs à de courts intervalles de temps, pour un matériel d'essai identique, réalisés par la même méthode, au moyen des mêmes instruments de mesure, par le même observateur, dans le même laboratoire, dans des conditions d'environnement inchangées

NOTE 1 Il est admis de considérer un intervalle de temps égal à environ 10 fois le temps de réponse à 90 % comme un intervalle court.

NOTE 2 Lorsque cela est possible, il convient que l'approche de la valeur mesurée soit faite aussi bien dans le sens de la montée que dans le sens de la descente le long de l'étendue de mesure.

3.5.10
dérive

modification des indications d'un analyseur pour un niveau donné de concentration sur une période de temps indiquée, dans des conditions de référence qui restent constantes et sans aucun réglage de l'analyseur par des moyens externes

NOTE Le taux de changement d'incertitude dans le temps est déduit par régression linéaire.

3.5.11
fluctuation du signal de sortie

écart crête-à-crête du signal de sortie pour des entrées et des grandeurs d'influence constantes

3.5.12
écart minimal détectable

écart de valeur de la propriété à mesurer, équivalent à deux fois la fluctuation du signal de sortie mesuré sur une période de 5 min

3.5.13
temps de retard

T_{10}

intervalle de temps depuis l'instant où a lieu un échelon de la valeur de la propriété à mesurer, jusqu'à l'instant où la modification de la valeur indiquée passe à (et reste au-dessus de) 10 % de sa différence d'amplitude à l'état stable

NOTE Dans les situations où le temps de retard montant et le temps de retard descendant sont différents, il convient de spécifier la différence de temps de retard.

3.5.14
temps de réponse à 90 %

T_{90}

intervalle de temps depuis l'instant où a lieu un échelon de la valeur de la propriété à mesurer, jusqu'à l'instant où la modification de la valeur indiquée passe à (et reste au-dessus de) 90 % de sa différence d'amplitude à l'état stable, c'est-à-dire $T_{90} = T_{10} + T_r$ (ou T_f)

NOTE Dans les situations où le temps de réponse montant et le temps de réponse descendant sont différents, il convient de spécifier la différence de temps de réponse.

3.5.15
temps de montée (descente)

T_r, T_f

différence entre le temps de réponse à 90 % et le temps de retard (voir la Figure 1)

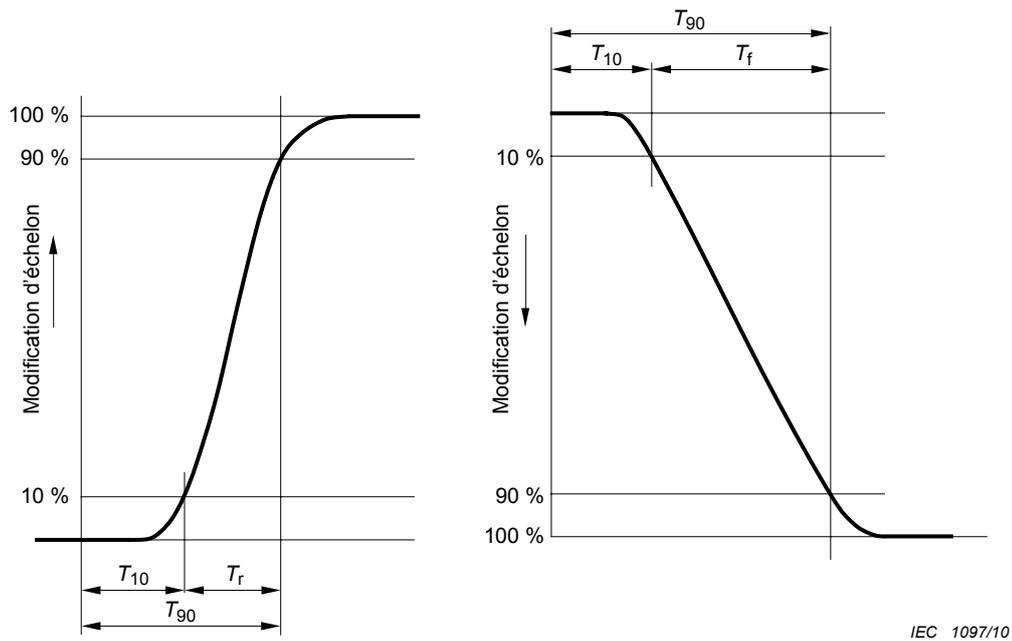


Figure 1 – Temps de montée et de descente

3.5.16

temps de préchauffage

intervalle de temps, après mise sous tension et dans des conditions de référence, nécessaire pour qu'une unité ou un analyseur réponde et reste dans les limites d'erreur spécifiées

3.5.17

incertitude d'interférence

catégorie spéciale de grandeur d'influence; il s'agit d'une incertitude provoquée par des substances interférentes présentes dans l'échantillon

3.5.18

limites d'incertitude

valeurs maximales d'incertitude attribuées par le fabricant à une grandeur mesurée d'un appareillage fonctionnant dans les conditions spécifiées

4 Mode opératoire pour la spécification

4.1 Spécification des valeurs et des étendues

Le fabricant doit indiquer les valeurs assignées ou les étendues de mesure spécifiées pour tous les paramètres considérés comme des caractéristiques fonctionnelles applicables à l'appareil particulier. Ces indications doivent être accompagnées d'indications appropriées sur l'incertitude. Le fabricant doit préciser un domaine de référence et/ou un domaine de fonctionnement assigné pour chaque grandeur d'influence prise en compte. Le domaine de fonctionnement assigné doit contenir l'ensemble du domaine de référence.

Ces indications doivent couvrir les paramètres énumérés ci-dessous qui seront décrits dans les paragraphes suivants:

- exigences de fonctionnement et de stockage;
- spécification des étendues de mesure et des signaux de sortie;
- limites des incertitudes;
- valeurs de référence recommandées et étendues assignées des grandeurs d'influence.

4.2 Conditions de fonctionnement, de stockage et de transport

4.2.1 Des instructions doivent être établies concernant les conditions assignées de fonctionnement et les conditions limites de fonctionnement de façon que, sauf spécification contraire, les exigences suivantes soient satisfaites.

4.2.2 L'appareil en fonctionnement ne doit montrer aucun signe de dommage ou de dégradation de ses performances lorsqu'un nombre quelconque de caractéristiques fonctionnelles et/ou de grandeurs d'influence prend n'importe quelle valeur à l'intérieur des conditions limites de fonctionnement, pendant une durée spécifiée.

4.2.3 L'appareil, lorsqu'il n'est pas en fonctionnement, ne doit montrer aucun signe permanent de dommage ou de dégradation de ses performances lorsqu'un nombre quelconque de grandeurs d'influence prend n'importe quelle valeur à l'intérieur des conditions de stockage et de transport, pendant une durée spécifiée.

NOTE L'absence de dégradation des performances signifie que, après rétablissement des conditions de référence ou des conditions assignées de fonctionnement, l'appareil satisfait de nouveau aux exigences relatives à ses performances.

4.2.4 Les matériaux de construction en contact avec l'échantillon doivent être indiqués et leur caractère non polluant vérifié.

4.2.5 Pour les analyseurs comprenant plusieurs sous-unités discrètes, le fabricant doit indiquer si des unités individuelles peuvent être remplacées par un équivalent exact de l'unité initiale, sans ré-étalonnage. Si tel n'est pas le cas, toutes les mesures nécessaires au remplacement des sous-unités doivent être indiquées.

4.3 Caractéristiques fonctionnelles nécessitant l'indication de valeurs assignées

4.3.1 Les valeurs assignées minimale et maximale de la propriété à mesurer (étendue(s)).

4.3.2 Valeurs assignées minimale et maximale des signaux de sortie correspondant aux valeurs assignées données en 4.3.1.

Les signaux de sortie, qui peuvent être liés à la concentration en gaz, doivent être indiqués en unités de tension, de courant ou de pression. S'ils sont indiqués en unités de tension, la charge minimale admissible, en ohms, doit également être indiquée. S'ils sont indiqués en unités de courant, la charge maximale admissible, en ohms, doit également être indiquée.

Pour l'analyseur, toutes les sorties multiples doivent être indiquées en supplément. Si une charge capacitive ou inductive risque d'influencer le signal de sortie, cela doit être spécifié.

Si le signal de sortie de l'analyseur est une tension, voir la CEI 60381-2, et s'il est un courant électrique, voir la CEI 60381-1. S'il est pneumatique, se reporter à la CEI 60382. Si la sortie de l'analyseur est numérique, l'interface physique et le protocole doivent être précisés.

4.3.3 Les conditions limites et étendues assignées d'utilisation pour les conditions de l'échantillon doivent être indiquées, à l'entrée de l'analyseur lorsqu'il s'agit d'un analyseur échantillonneur, ou au niveau du capteur, pour analyseur du type in situ, y compris le débit (si

applicable), la pression et la température ainsi que la vitesse assignée maximale de variation de la température de l'échantillon.

4.3.4 Les conditions limites et étendues assignées des conditions à la sortie de l'échantillon (le cas échéant) pour la pression, la température et le débit doivent être indiquées. Egalement, toutes mesures particulières prescrites pour assurer la sécurité de mise à l'air libre de l'échantillon.

4.3.5 La valeur (ou domaine) de référence et le domaine nominal d'utilisation pour toutes les grandeurs d'influence doivent être indiqués. Il convient de les choisir seulement dans un des groupes d'utilisation I, II ou III de la CEI 60359 (voir Annexe A) ou dans les groupes d'utilisation de la CEI 60654-1. Toute réserve aux valeurs fournies doit être explicitement et clairement indiquée par le fabricant qui précisera qu'il s'agit de réserve.

NOTE Il est admis que l'analyseur corresponde à un groupe de domaines nominaux d'utilisation dans des conditions d'environnement données et à un autre groupe de conditions d'alimentation par le réseau. Cependant, il convient que cela soit clairement indiqué par le fabricant.

4.4 Limites d'incertitude à indiquer pour chaque étendue spécifiée

4.4.1 Généralités

Ces valeurs doivent être conformes aux limites de l'incertitude intrinsèque et aux variations (type A) de la CEI 60359.

4.4.2 Limites de l'incertitude intrinsèque

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

4.4.3 Variations

4.4.3.1 Incertitude de linéarité

Pour l'analyseur, il est également admis que l'incertitude de linéarité soit indiquée séparément.

Lorsqu'une sortie non linéaire est produite, il convient que le fabricant indique de manière précise la relation entre la valeur de sortie et le paramètre mesuré.

NOTE Un écart de linéarité n'est considéré strictement comme une incertitude que si une sortie linéaire est demandée.

4.4.3.2 Incertitudes d'interférence

Lorsqu'elles sont connues, ces incertitudes peuvent également être indiquées séparément en termes de niveaux équivalents de la caractéristique à mesurer pour au moins deux niveaux de concentration de la composante interférente. Il convient que le fabricant indique les composantes qui sont connues pour avoir des effets d'interférence sur l'application considérée, et si l'interférence s'effectue dans le sens positif ou négatif. Les spécifications de composantes interférentes, leurs niveaux de concentration et les méthodes d'essai doivent être convenus par accord entre le fabricant et l'utilisateur, à l'exception des cas où d'autres publications de la présente série indiquent des exigences spécifiques.

4.4.3.3 Répétabilité

Cette valeur doit être indiquée sur la base du fait qu'aucun réglage ne doit être effectué par des moyens externes pendant l'essai.

4.4.3.4 Dérive

Les caractéristiques de dérive fonctionnelles doivent être constituées d'une valeur pour la fluctuation de sortie sur au moins un intervalle de temps choisi dans la liste donnée en 5.6.6, associée à la valeur de dérive correspondante pour cet intervalle de temps donné. Ces paramètres doivent être indiqués pour au moins une valeur d'entrée dans l'intervalle de mesure et en se fondant sur le fait qu'aucun réglage ne doit être effectué par des moyens extérieurs pendant les intervalles de temps indiqués. Le temps de préchauffage est toujours exclu de l'intervalle de temps. Le(s) intervalle(s) de temps et la (les) valeur(s) d'entrée doivent être choisis dans la liste donnée en 5.6.6 et doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant.

4.5 Autres caractéristiques fonctionnelles

Bien qu'aucune indication de limites d'incertitude ne soit requise pour les caractéristiques fonctionnelles énumérées ci-dessous, le fabricant doit indiquer les valeurs ou étendues pour chaque étendue de fonctionnement spécifiée.

- a) Fluctuation de sortie de l'unité électronique ou du système complet d'analyse.
- b) Ecart détectable minimal pour l'unité électronique ou du système complet d'analyse.
- c) Temps de retard (T_{10}). Des différences peuvent exister entre le temps de retard montant et le temps de retard décroissant.
- d) Temps de montée (descente) (T_r , T_f).
- e) Temps de réponse à 90 % (T_{90}). Des différences peuvent exister entre le temps de réponse montant et le temps de réponse à 90 % décroissant.
- f) Temps de préchauffage.
- g) L'effet quantitatif sur la valeur indiquée de la propriété à mesurer, produit par la variation de la température ambiante.
- h) L'effet quantitatif sur la valeur indiquée de la propriété à mesurer, produit par la variation de la température de l'échantillon.
- i) L'effet quantitatif sur la valeur indiquée de la propriété à mesurer, produit par la variation de la pression de l'échantillon.
- j) L'effet quantitatif sur la valeur indiquée de la propriété à mesurer, produit par d'autres conditions de l'échantillon (le débit, par exemple).

5 Mode opératoire pour les essais de conformité

5.1 Généralité

5.1.1 Essais de conformité

Les essais de conformité doivent être effectués, l'appareil étant prêt pour utilisation (y compris ses accessoires) après le temps de préchauffage et après réglages conformément aux instructions du fabricant.

Dans le cas d'applications spéciales, pour lesquelles ces essais ne sont pas appropriés, des modes opératoires d'essai supplémentaires peuvent être convenus entre le fabricant et l'utilisateur.

Les essais doivent reposer sur les modes opératoires de limites d'incertitude intrinsèque et variations (type A) de la CEI 60359.

5.1.2 Instrument d'essai

En général, les mesures de vérification doivent être effectuées au moyen d'appareils qui n'affectent pas de manière significative (ou uniquement de manière calculable) la valeur à

mesurer. Il convient en principe que les incertitudes de mesures effectuées au moyen de ces appareils soient négligeables par rapport aux incertitudes à déterminer. Voir également 5.2.

5.1.3 Incertitudes de l'instrument d'essai

Lorsque l'incertitude de l'appareil d'essai n'est pas négligeable, il convient d'appliquer la règle suivante.

Si un appareil est déclaré avoir une incertitude limite de $\pm e$ % pour une caractéristique fonctionnelle donnée et si le fabricant a utilisé pour vérifier cet appareil un instrument donnant lieu à une incertitude de $\pm n$ %, l'incertitude à vérifier doit rester dans les limites $\pm(e + n)$ %.

De même, si un client contrôle le même appareil au moyen d'un autre instrument donnant lieu à une incertitude de mesure de $\pm m$ %, il n'est pas habilité à refuser l'appareil si son incertitude apparente dépasse les limites de $\pm e$ %, mais demeure dans les limites de $\pm(e + m)$ %.

Si l'appareil subit les essais par application d'un gaz étalon ayant des limites de confiance de composition à 95 % de $\pm m$ %, il n'y a généralement pas lieu de refuser ou de ré-étalonner l'appareil si l'incertitude apparente s'inscrit dans les limites de $\pm(e + m)$ %.

5.1.4 Grandeurs d'influence

Sauf spécification contraire, les grandeurs d'influence doivent être aux conditions de référence pendant les essais concernés et pendant l'essai, l'appareil doit être alimenté à ses tension et fréquence assignées. Voir également 5.6.

5.1.5 Conditions de fonctionnement

L'analyseur doit être en condition de fonctionnement comme spécifié dans la présente norme, et une attention particulière doit être apportée à l'application du gaz d'essai dans les conditions appropriées de débit, de pression et de température. Sauf spécification contraire pour un essai particulier, il doit s'agir des conditions de référence.

5.2 Gaz d'étalonnage

L'appareil d'essai doit comporter au moins deux mélanges de gaz étalon pour l'étalonnage initial, appelés gaz de zéro (voir 3.5.4) et gaz d'étalonnage (voir 3.5.5). Le gaz d'étalonnage doit normalement contenir la substance à mesurer à une concentration telle que l'analyseur, lorsqu'il est correctement réglé, indique entre 70 % et 100 % du domaine d'essai. D'autres gaz étalons, répartis en valeur sur l'ensemble de l'étendue, peuvent être requis lorsque la linéarité doit être réglée séparément. Pour la préparation ou l'analyse de ces mélanges étalons, des étalons nationaux ou internationaux ou des méthodes convenues doivent être utilisées (voir la Bibliographie).

5.3 Réglages effectués pendant l'essai

Au cours des essais, les réglages par des moyens externes peuvent être répétés aux intervalles prescrits par le fabricant ou à tout intervalle convenable, si ce réglage n'interfère pas avec l'incertitude à vérifier (un étalonnage initial au moyen des gaz mentionnés en 5.2 peut être prescrit par le fabricant, par exemple).

Des réglages doivent également être effectués lorsqu'il a été expressément indiqué que les valeurs d'incertitude ne seront valables qu'après un tel réglage. Les mesures doivent dans ce cas être effectuées immédiatement après ledit réglage de façon à ce qu'aucune dérive ne puisse les influencer.

5.4 Conditions de référence pendant la mesure de l'incertitude intrinsèque

Lors de la mesure de l'incertitude intrinsèque d'une caractéristique fonctionnelle, la combinaison de valeurs et/ou étendues de grandeurs d'influence doit demeurer dans les conditions de référence qui comprennent des tolérances pertinentes sur les valeurs de référence.

5.5 Conditions de référence pendant la mesure de la grandeur d'influence

Lorsqu'il s'agit de mesurer l'incertitude d'influence d'une caractéristique fonctionnelle, induite par une grandeur d'influence, toutes les autres grandeurs doivent demeurer dans les conditions de référence. La grandeur d'influence correspondante peut prendre toute valeur dans son domaine nominal d'utilisation.

5.6 Modes opératoires d'essai

5.6.1 Généralités

Ces essais sont répétés pour chaque étendue d'entrée nominale. Des essais supplémentaires sont identifiés pour des types particuliers d'analyseurs dans les parties ultérieures, car il existe des variations dépendant du type et de l'application de l'analyseur. Il est admis d'exprimer les incertitudes en incertitudes absolues, incertitudes relatives ou incertitudes en pourcentage, mais le mode d'expression choisi doit être identifié. Lorsque l'un de ces modes d'expression est spécifié, il doit être utilisé.

5.6.2 Incertitude intrinsèque

Lorsqu'il fonctionne dans des conditions de référence, l'analyseur est soumis à un gaz de zéro et un mélange de gaz d'étalonnage donnant une indication pleine échelle (voir note 1) ou proche de la pleine échelle, et au moins deux mélanges de gaz d'essai intermédiaires ayant des concentrations réparties de manière approximativement uniforme sur l'étendue de l'analyseur. Ce mode opératoire doit être réalisé au moins six fois et les incertitudes intrinsèques calculées au moyen (voir 3.2.17) des valeurs indiquées (voir 3.2.9) et valeurs conventionnelles (voir 3.2.13), comme décrit ci-après.

La valeur moyenne de l'incertitude intrinsèque à chaque concentration de gaz est la différence entre la moyenne des valeurs indiquées et les valeurs conventionnelles (concentrations de gaz d'essai stable ou de gaz étalon utilisées pour les essais de performances). Les limites de confiance à 95 % associées pour cette incertitude moyenne sont données par deux fois l'écart-type (voir 3.2.4) pour une distribution normale des valeurs indiquée. L'incertitude intrinsèque établie à chaque concentration est donc dans ce cas la somme des différences entre la moyenne des valeurs indiquées et les valeurs conventionnelles et leurs limites de confiance associées:

Incertitude intrinsèque = (moyenne des valeur indiquées – valeur conventionnelle) ± deux fois l'écart-type

Si une seule valeur d'incertitude intrinsèque est indiquée pour ces mesures dans une étendue spécifiée, il doit s'agir de la valeur maximale.

L'incertitude intrinsèque doit être déterminée aux deux limites du domaine de référence, s'il est spécifié.

NOTE 1 Si 100 % du gaz d'étalonnage de l'étendue est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts positifs (au-dessus de l'étendue d'étalonnage maximale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

NOTE 2 Si le gaz de zéro est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts négatifs (au-dessous de l'étendue d'étalonnage minimale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

NOTE 3 Il convient de combiner l'essai à l'essai de répétabilité. Il convient de tenir compte des limites d'incertitude dues à la répétabilité.

NOTE 4 Cette définition de l'incertitude intrinsèque est utilisée uniquement dans la présente norme et n'est pas définie actuellement dans la CEI 60359.

NOTE 5 Si les valeurs indiquées ne correspondent pas à une distribution normale, les limites de confiance à 95 % doivent être établies en suivant les procédures spécifiées dans le Guide ISO/CEI 98-3.

5.6.3 Incertitude de linéarité

Les résultats obtenus en 5.6.2 sont utilisés pour effectuer une régression linéaire utilisant la moyenne de toutes les mesures indiquées pour chaque mélange de gaz d'essai. L'écart maximal entre les valeurs moyennes enregistrées et cette droite constitue l'erreur de linéarité. Elle est exprimée en termes d'unités de la propriété à mesurer.

NOTE 1 Lorsque le signal de sortie est uniquement fourni en fonction non linéaire du paramètre mesuré, il convient d'appliquer la fonction de transformation linéaire du fabricant au signal de sortie avant analyse des données.

NOTE 2 La droite issue des valeurs de régression linéaire ne passe pas nécessairement par zéro.

5.6.4 Répétabilité

Les résultats obtenus en 5.6.2 sont utilisés pour calculer et noter l'écart-type pour chaque concentration en gaz d'essai. Il s'agit de la répétabilité pour chaque concentration en gaz, qu'il convient d'exprimer dans les unités de la propriété à mesurer.

Si une seule valeur de répétabilité est notée pour ces mesures, il convient qu'il s'agisse de l'écart-type maximal.

5.6.5 Fluctuation du signal de sortie

L'analyseur est soumis à un gaz de zéro pendant une durée suffisante permettant d'obtenir une valeur indiquée essentiellement constante. Si le gaz de zéro est utilisé, l'analyseur doit noter tous les écarts négatifs (au-dessous de l'étendue d'étalonnage minimale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées. Dans le cas contraire, il convient de régler le signal de sortie de sorte que toutes les indications soient positives (incluse dans l'intervalle de mesure, voir note 3). Le gaz est appliqué de manière continue pendant 5 min supplémentaires et la valeur maximale de crête-à-crête de l'écart aléatoire ou régulier du signal de sortie moyen est déterminée.

L'essai est répété trois fois et la moyenne des mesures indiquées, en termes de variation minimale détectable en pourcentage de l'intervalle de mesure (voir la Figure 2).

NOTE 1 Pour les besoins de la présente Norme, les pics dus à l'influence de champs électromagnétiques externes ou de pics induits par le réseau d'alimentation sont considérés comme des modifications des grandeurs d'influence et sont par conséquent ignorés pour la détermination de la fluctuation du signal de sortie.

NOTE 2 Dans le cas d'une unité électronique ou d'un analyseur ayant des constantes de temps variables dans le circuit de sortie, il faut que la fluctuation du signal de sortie soit indiquée en fonction de la même constante de temps que celle qui est utilisée pour indiquer le temps de retard, le temps de montée, le temps de descente et le temps de réponse.

NOTE 3 Si un analyseur ne peut être réglé pour fournir une lecture légèrement positive lorsqu'il est soumis à un gaz de zéro, il est possible d'utiliser un mélange de gaz stable au lieu de gaz de zéro.

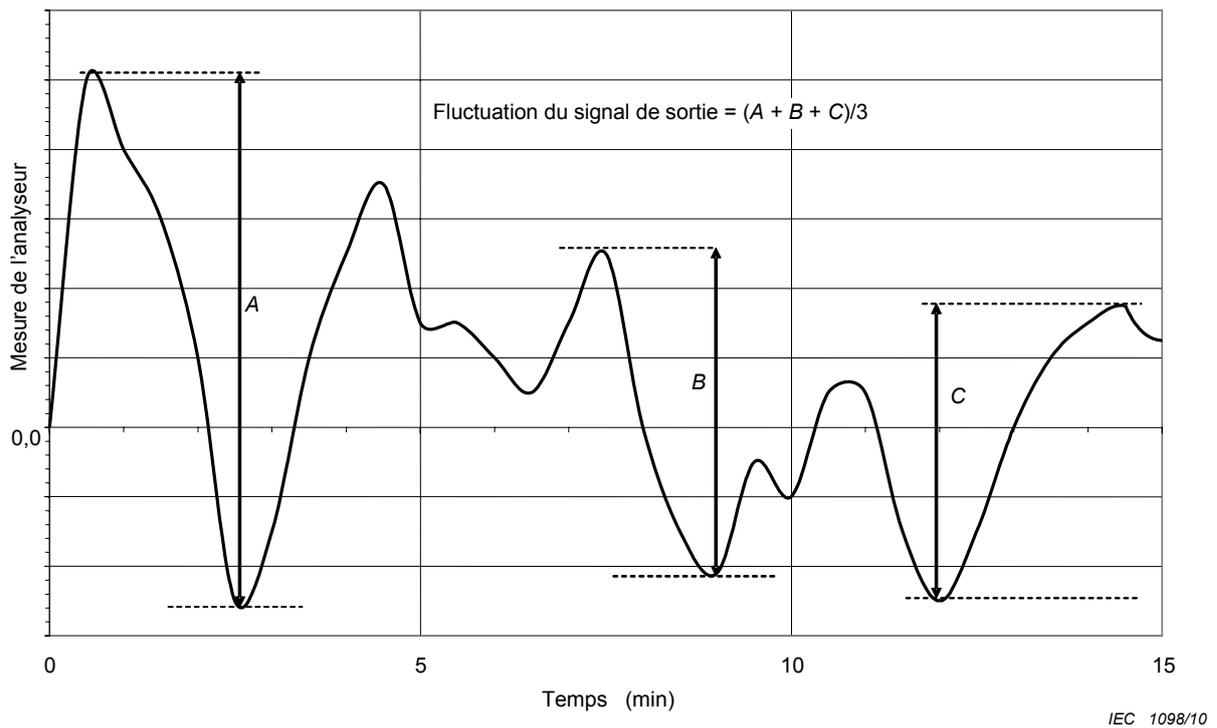


Figure 2 – Fluctuations du signal de sortie

5.6.6 Dérive

La procédure d'essai doit être utilisée pour déterminer la fluctuation du signal de sortie et les caractéristiques fonctionnelles de dérive dans des conditions de référence, sur au moins un intervalle de temps et au moins une valeur d'entrée assignée dans l'étendue comprise entre 50 % et 100 % de l'intervalle de mesure (voir Notes 2 et 3). La fluctuation du signal de sortie est la différence entre les valeurs indiquées maximale et minimale au cours de l'intervalle de temps soumis à essai.

Il convient de choisir l'intervalle de temps auquel les limites de stabilité sont indiquées en fonction de l'application spécifique sur la base des valeurs suivantes:

15 min	7 jours
1 h	30 jours
3 h	3 mois
7 h	6 mois
24 h	1 an

Il convient d'assurer le préchauffage complet de l'analyseur. Il est alors étalonné conformément aux instructions du fabricant immédiatement avant de commencer l'essai, et mis en œuvre conformément aux instructions du fabricant pendant l'essai. Il n'est à aucun moment admis, après le démarrage de l'essai, de régler le système d'analyse en utilisant des moyens externes.

Les concentrations de gaz d'essai stables appropriées sont appliquées à l'analyseur jusqu'à ce qu'une indication stable soit fournie et que les valeurs indiquées soient enregistrées. Cette procédure est exécutée au début et à la fin de l'intervalle de temps spécifié et sur au moins six intervalles de temps, répartis plus ou moins uniformément sur la période d'essai. Il est admis de corriger les valeurs indiquées afin de tenir compte des variations de pression barométrique.

Les résultats doivent être analysés, afin d'indiquer la fluctuation du signal de sortie sur la période, par régression linéaire par rapport au temps. La pente de la régression linéaire (pour chaque valeur d'entrée) fournit une estimation de la dérive sur la période de temps concernée (voir Annexe B).

NOTE 1 Les paramètres mesurés sur des périodes allant jusqu'à 24 h sont généralement appelés paramètres à court terme. Pour les analyseurs en ligne, des valeurs à long terme sont normalement requises pour des périodes de temps allant de sept jours à trois mois.

NOTE 2 Si 100 % du gaz d'étalonnage de l'étendue est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts positifs (au-dessus de l'étendue d'étalonnage maximale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

NOTE 3 Il est également admis de mesurer des paramètres pour une valeur d'entrée comprise entre 0 % et 10 % de l'intervalle de mesure. Si le gaz de zéro est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts négatifs (au-dessous de l'étendue d'étalonnage minimale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées. S'il s'agit du seul chiffre de dérive noté, il faut que la valeur de la concentration à laquelle il est mesuré soit également indiquée.

NOTE 4 Lorsque du gaz de zéro est utilisé, il est recommandé de régler l'analyseur afin qu'il fournisse une lecture légèrement positive, au départ pour tenir compte de l'éventuelle dérive dans le sens de la descente.

NOTE 5 Lorsque des mélanges de gaz d'essai stables ne peuvent être préparés ou stockés, il est acceptable d'utiliser une technique d'analyse de référence de caractéristiques fonctionnelles connues.

5.6.7 Temps de retard, temps de montée et temps de descente

Un enregistreur étant branché à sa borne de sortie, l'analyseur est balayé au gaz étalon de zéro, au débit nominal, jusqu'à ce qu'une valeur indiquée constante soit obtenue. Ensuite, un gaz étalon fournissant une lecture comprise entre 70 % et 100 % de l'échelle totale (voir note 1) est introduit par l'orifice d'admission de l'analyseur, au débit nominal. Cet instant précis est considéré comme le début de la modification. Le gaz continue à s'écouler tant qu'une modification de la valeur indiquée n'est pas inférieure ou égale à l'incertitude intrinsèque de l'instrument.

Le gaz étalon de zéro est alors introduit par l'orifice d'admission de l'analyseur, au débit nominal. Cet instant précis est considéré comme le début de la procédure. Le gaz continue à s'écouler tant qu'une modification de lecture n'est pas inférieure ou égale à l'incertitude intrinsèque de l'instrument.

Les valeurs de temps de retard, de temps de montée et de temps de descente définies en 3.5 sont déterminées à partir des données enregistrées, conjointement avec les intervalles de temps consignés.

NOTE Si 100 % du gaz d'étalonnage de l'étendue est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts positifs (au-dessus de l'étendue d'étalonnage maximale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

5.6.8 Temps de préchauffage

L'analyseur est mis hors tension, tous ses composants refroidissant à la température de référence, par exemple pendant une période d'au moins 12 h.

Un gaz étalon représentant entre 70 % et 100 % (voir Note 1) de l'échelle totale est appliqué de manière continue, puis l'analyseur est mis sous tension. Les valeurs indiquées sont enregistrées tant que l'incertitude intrinsèque n'a pas atteint les limites de précision spécifiées et y reste pendant au moins 30 min.

NOTE 1 Si 100 % du gaz d'étalonnage de l'étendue est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts positifs (au-dessus de l'étendue d'étalonnage maximale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

NOTE 2 Cet essai peut être effectué immédiatement avant l'essai de dérive afin de s'assurer que les lectures correspondent à un intervalle de temps suffisant.

5.6.9 Incertitude d'interférence

5.6.9.1 Généralités

Il convient de déterminer les incertitudes d'interférence pour chaque composant de gaz d'essai connu en cours d'analyse afin d'interférer avec le composant à mesurer et qui est censé, affecter le flux d'échantillon de manière à générer une incertitude égale ou supérieure à la concentration détectable minimale dans la détermination désirée.

En général, il convient d'introduire un composant interférent au niveau de concentration prévu le plus élevé et à environ la moitié de ce niveau, afin de déterminer l'incertitude d'interférence.

NOTE 1 Des incertitudes d'interférence sont généralement de second ordre. Par conséquent, la précision prescrite pour les concentrations de gaz d'essai d'interférence est inférieure à celle des gaz étalons, mais il faut que la concentration du composant mesuré soit connue avec précision.

NOTE 2 En principe, pour une valeur donnée du composant interférent, l'incertitude d'interférence résultante varie sur l'ensemble de l'étendue de mesure.

5.6.9.2 Procédure pour déterminer l'incertitude due aux interférences

Les incertitudes d'interférence sont déterminées en soumettant en premier lieu l'analyseur au gaz d'essai puis, séquentiellement, à des gaz contenant les deux concentrations de composants interférents et qui sont autrement identiques aux gaz d'essai.

Il est possible d'utiliser un gaz de zéro lorsque l'incertitude d'interférence ne risque pas de varier de manière significative sur l'ensemble de l'étendue de mesure. En règle générale, il convient de répéter l'essai en utilisant des mélanges de gaz avec et sans le composant interférent, mais contenant une concentration identique de l'équivalent du composant mesuré de 70 % à 100 % (voir Note) de l'intervalle de mesure.

Chaque essai est répété trois fois et les incertitudes moyennes sont déterminées et enregistrées en termes de concentration équivalente du composant à déterminer.

NOTE Si 100 % du gaz d'étalonnage de l'étendue est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts positifs (au-dessus de l'étendue d'étalonnage maximale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

5.6.9.3 Interférence de la vapeur d'eau

L'interférence de la vapeur d'eau peut être déterminée par les mêmes modes opératoires que ceux indiqués en 5.6.9.2.

Cependant, la méthode de préparation des gaz ayant une concentration connue de vapeur d'eau nécessite un soin particulier, spécialement lorsqu'une teneur élevée en humidité (>2 % v/v) doit être utilisée. D'autres parties de cette série de normes fournissent une description plus détaillée de ce type d'essai.

Toutes les tuyauteries, du point d'addition de vapeur d'eau ou d'autre condensable vapeur jusqu'à la cellule optique incluse, doivent être maintenues au-dessus du point de rosée.

Les conditions de référence seront celles de gaz d'essai secs.

5.6.10 Variations

5.6.10.1 Généralités

Les incertitudes dues à des variations de paramètres physiques peuvent être considérées comme des incertitudes d'influence. Ces incertitudes sont déterminées en soumettant l'analyseur à au moins deux concentrations de gaz d'essai avec la valeur de référence du paramètre, puis avec les mêmes gaz étalons et la limite inférieure de l'étendue assignée

d'utilisation pour le paramètre considéré. Il convient que cet essai soit suivi d'un retour à la valeur de référence pour le paramètre concerné et que l'essai soit répété pour la limite supérieure de l'étendue assignée. Il convient de prendre un ensemble final de mesures à la valeur de référence.

Il convient de choisir les deux concentrations de gaz d'essai par rapport à des valeurs indiquées initiales données, entre 0 % et 100 % (voir Notes 1 et 2) de l'échelle totale.

Les analyseurs peuvent inclure des dispositifs de compensation automatique ou manuelle des paramètres physiques. Lorsque la compensation est effectuée uniquement au moyen d'un réglage manuel, il convient de noter les valeurs indiquées à la fois lorsque l'analyseur est réglé sur la valeur correcte et sur la valeur de référence du paramètre soumis à essai.

NOTE 1 Si 100 % du gaz d'étalonnage de l'étendue est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts positifs (au-dessus de l'étendue d'étalonnage maximale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

NOTE 2 Si le gaz de zéro est utilisé, il faut que l'analyseur note tous les écarts négatifs (au-dessous de l'étendue d'étalonnage minimale établie) par rapport aux spécifications de ses performances normalisées.

5.6.10.2 Grandeurs d'influence principales

Ces grandeurs d'influence sont normalement importantes et il convient de les soumettre à des essais lorsque cela est justifié:

- température ambiante
- température et pression maximales
- humidité
- tension d'alimentation
- pression du gaz échantillon
- débit du gaz échantillon
- température du gaz échantillon
- pression en sortie de l'analyseur (le cas échéant)

Les étendues de fonctionnement de ces grandeurs d'influence principales sont énumérées dans l'Annexe B de la CEI 60359, à l'exception du débit, de la pression et de la température du gaz échantillon qui dépendent de l'application.

La séquence des essais de température ambiante et d'humidité doivent être conformes aux modes opératoires de la CEI 60068. La CEI 60770 résume ces modes opératoires de manière appropriée.

5.6.10.3 Autres grandeurs d'influence

Ces grandeurs d'influence sont moins souvent étudiées. Cependant, il convient de les soumettre à des essais uniquement lorsque cela est justifié et lorsque l'utilisateur ou le fabricant le juge nécessaire. Les modes opératoires d'essai applicables peuvent être trouvés dans la CEI 60770-1 et la CEI 60359. La liste ci-après n'est pas exhaustive.

- assiette («angle d'inclinaison»)
- fréquence d'alimentation en courant alternatif
- distorsion d'alimentation en courant alternatif
- ondulation et/ou impédance de l'alimentation en courant continu
- vibration
- pression/fréquence acoustique
- choc (essai de chute)

- ventilation
- sable et poussière
- eau à l'état liquide
- eau saumâtre
- pression barométrique
- poussière ou vapeur polluante (ambiante)
- rayonnement ionisant
- compatibilité électromagnétique
- exigences de mise à la terre électrique
- influences externes sur la composition de l'échantillon
- effets des particules

Annexe A (informative)

Valeurs d'influence normalisées recommandées – Grandeurs affectant les performances (CEI 60359)

A.1 Généralités

Les domaines nominaux d'utilisation des grandeurs d'influence ci-dessous ont été divisés en trois groupes d'utilisation:

- I: pour une utilisation intérieure, dans les conditions qui sont en principe celles des laboratoires et des usines, et dans lesquelles l'appareillage est manipulé avec soin.
- II: pour une utilisation dans des environnements protégés des conditions d'environnement extrêmes et dans des conditions de manipulation comprises entre les Groupes I et III.
- III: pour une utilisation extérieure et dans des zones où l'analyseur peut faire l'objet de manipulations vigoureuses.

NOTE D'une manière générale, ces grandeurs d'influence ont un impact direct sur les unités électroniques et s'appliquent spécifiquement à elles. Les unités de capteur, immergées dans l'échantillon, sont au premier chef affectées par les conditions d'échantillon, et ces grandeurs d'influence ne les concernent pas. Dans le cas des analyseurs in situ, dont les unités de capteur et les unités électroniques sont immergées dans l'échantillon, les conditions d'échantillon, plutôt que ces grandeurs d'influence, peuvent également être liées à l'unité électronique. Il peut être nécessaire d'indiquer séparément les effets de l'environnement extérieur sur l'unité de capteur.

A.2 Conditions climatiques

A.2.1 Température ambiante

Valeur de référence (à choisir parmi): 20 °C, 23 °C, 25 °C ou 27 °C.

Tolérance sur la valeur de référence: ± 2 °C.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupe d'utilisation I: de +5 °C à +40 °C;

Groupe d'utilisation II: de -10 °C à +55 °C;

Groupe d'utilisation III: de -25 °C à +70 °C;

Etendue limite de stockage et de transport: de -40 °C à +70 °C;

NOTE Il est nécessaire de protéger la plupart des capteurs du gel.

A.2.2 Humidité relative de l'air

Etant donné qu'il est peu probable que la température et l'humidité enregistrent en même temps des valeurs extrêmes, le fabricant peut spécifier le délai d'application de ces grandeurs, et il convient de préciser les limites de la combinaison, le cas échéant, pour un fonctionnement continu.

Etendue de référence à 20 °C, 23 °C, 25 °C ou 27 °C: de 45 % à 75 %.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupe d'utilisation I: de 20 % à 80 %, hors condensation;

Groupe d'utilisation II: de 10 % à 90 %, condensation comprise;

Groupe d'utilisation III: de 5 % à 95 %, condensation comprise.

A.2.3 Pression barométrique

Valeur de référence: pression barométrique locale existante.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupe d'utilisation I: de 70 kPa à 106 kPa (jusqu'à 2 200 m).

Groupes d'utilisation II et III: de 53,3 kPa à 106 kPa (jusqu'à 4 300 m)

- Etendue de fonctionnement limite: égale au domaine nominal d'utilisation, sauf indication contraire par le fabricant.
- Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.2.4 Effet thermique dû au rayonnement solaire

Valeur de référence: aucune irradiation directe.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupes d'utilisation I et II: aucune irradiation directe.

Groupe d'utilisation III: il convient que l'effet combiné du rayonnement solaire et de la température ambiante n'augmente jamais la température de surface au-delà de celle obtenue à une température ambiante de 70 °C seule.

Etendue de fonctionnement limite: égale au domaine nominal d'utilisation, sauf indication contraire par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.2.5 Vitesse de l'air ambiant

Etendue de référence: de 0 m/s à 0,2 m/s.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupes d'utilisation I et II: de 0 m/s à 0,5 m/s.

Groupe d'utilisation III: de 0 m/s à 5 m/s.

Etendue de fonctionnement limite: égale au domaine nominal d'utilisation, sauf indication contraire par le fabricant.

A.2.6 Teneur en sable et en poussière de l'air – Valeur de référence: aucune teneur mesurable.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupes d'utilisation I et II: teneur négligeable (c'est-à-dire à effet négligeable sur l'analyseur).

Groupe d'utilisation III: à définir par le fabricant.

Etendue de fonctionnement limite: égale au domaine nominal d'utilisation, sauf indication contraire par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.2.7 Teneur en sel de l'air

Valeur de référence: aucune teneur mesurable. Etendues assignées d'utilisation:

Groupes d'utilisation I et II: teneur négligeable.

Groupe d'utilisation III: à définir par le fabricant.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.2.8 Teneur en gaz ou vapeur polluant de l'air

Valeur de référence: aucune teneur mesurable.

Etendues assignées d'utilisation: Groupes d'utilisation I à III: à définir par le fabricant.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.2.9 Teneur en eau à l'état liquide de l'air

Valeur de référence: aucune teneur mesurable.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupe d'utilisation I: teneur négligeable.

Groupe d'utilisation II: gouttelettes.

Groupe d'utilisation III: éclaboussures.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.3 Conditions mécaniques

A.3.1 Position de fonctionnement

Valeur de référence: position telle que définie par le fabricant.

Tolérance sur la référence: $\pm 1^\circ$.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupes d'utilisation I et II: position de référence $\pm 30^\circ$.

Groupe d'utilisation III: position de référence $\pm 90^\circ$.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

NOTE Il convient de considérer ces domaines nominaux d'utilisation uniquement pour les unités électroniques dépourvues d'indicateur sensible à l'orientation. Pour les unités électroniques dotées d'indicateurs sensibles à l'orientation intégrés, il convient que le fabricant stipule les instructions correspondantes.

A.3.2 Ventilation

Valeur de référence: ventilation non obstruée.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupes d'utilisation I et II: obstrué de manière négligeable.

Groupe d'utilisation III: il convient que l'obstruction de la ventilation associée à la température ambiante n'augmente jamais la température de surface au-delà de celle obtenue à une température ambiante de 70°C seule.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

A.3.3 Vibration

Valeur de référence: aucune valeur mesurable.

Etendues assignées d'utilisation:

Groupe d'utilisation I: négligeable.

Groupes d'utilisation II et III: à définir par le fabricant.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

Etendue limite de stockage et de transport: à définir par le fabricant.

A.4 Conditions d'alimentation par le réseau

A.4.1 Tension d'alimentation principale (compte tenu d'une onde déformée)

Le Tableau A.1 spécifie les tensions d'alimentation des groupes d'utilisation I à III.

Tableau A.1 – Tension d'alimentation

	Courant continu et courant alternatif (efficace)	Courant alternatif (crête)
Valeur de référence:	Valeur assignée	Valeur assignée
Tolérance sur la valeur de référence:	+1 %	±2 %
Etendues assignées d'utilisation:		
Groupe d'utilisation I:	±10 %	±12 %
Groupe d'utilisation II:	de –12 % à +10 %	de –17 % à +15 %
Groupe d'utilisation III:	de –20 % à +15 %	de –30 % à +25 %
Etendue de fonctionnement limite: égale au domaine nominal d'utilisation, sauf indication contraire par le fabricant.		

A.4.2 Fréquence d'alimentation principale

Le Tableau A.2 spécifie les fréquences d'alimentation des groupes d'utilisation I à III.

Tableau A.2 – Fréquence d'alimentation

Valeur de référence: fréquence assignée	
Tolérance sur la valeur de référence:	1
Etendue assignée d'utilisation:	
Groupes d'utilisation I et II:	±5 %
Groupe d'utilisation III:	±10 %
Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.	

A.4.3 Distorsion d'une alimentation principale en courant alternatif

La distorsion est déterminée par un coefficient β , de telle sorte que la forme d'onde se trouve à l'intérieur d'une enveloppe formée par:

$$Y_1 = (1 + \beta) A \sin \omega t, \text{ et}$$

$$Y_2 = (1 - \beta) A \sin \omega t$$

Valeur de référence $\beta = 0$ (onde sinusoïdale).

Tolérance sur la valeur de référence: $\beta = 0,05$

Etendues assignées d'utilisation:

Groupe d'utilisation I: $\beta = 0,05$;

Groupes d'utilisation II à III: $\beta = 0, 10$.

Etendue de fonctionnement limite: à définir par le fabricant.

Les valeurs de β sont valides lorsque l'analyseur est connecté à l'alimentation principale.

NOTE 1 Les formules ci-dessus peuvent être appliquées sur un demi-cycle ou un cycle complet, selon que les passages par zéro sont équidistants ou pas.

NOTE 2 Si la tension de crête en courant alternatif dépasse les valeurs indiquées en A.3.1, l'alimentation principale considérée ne peut pas être utilisée.

A.4.4 Ondulation de l'alimentation en courant continu

Valeur de référence: 0 % de la tension d'alimentation, voir Tableau A.3.

Tableau A.3 – Ondulation de l'alimentation en courant continu

Etendues assignées d'utilisation	Tension d'alimentation %
Groupe d'utilisation I:	0,5
Groupe d'utilisation II:	1,0
Groupe d'utilisation III:	5,0
Etendue de fonctionnement limite:	5,0
Les valeurs données sont les valeurs crête-à-crête de la tension d'ondulation, en pourcentage de la tension d'alimentation en courant continu moyenne.	

Annexe B (informative)

Caractéristiques fonctionnelles calculables à partir des essais de dérive

Pour obtenir des résultats fiables, il convient que les concentrations de gaz d'essai soient stables tout au long de la période d'essai (par ailleurs, un instrument de référence, le cas échéant, doit être étalonné avant chaque utilisation, sur la base d'un gaz étalon réputé stable). Les incertitudes de ces valeurs de référence affecteront les limites d'acceptabilité (voir 5.1.3). Il est recommandé que chaque indication à utiliser pour les calculs (ci-après) soit considérée comme une valeur fiable, ce qui signifie qu'il convient que le gaz d'essai soit appliqué pendant 5 min après stabilisation et que l'indication moyenne soit utilisée. Lorsque d'autres essais ont indiqué qu'il peut exister une incertitude de discrimination significative, il convient d'utiliser la moyenne d'au moins trois applications séparées du gaz d'essai.

La régression linéaire est donnée par l'équation suivante:

$$Y = A + Bt \quad (\text{B.1})$$

où

Y est l'indication (non corrigée par l'indication obtenue avec le gaz de zéro) relevée à l'instant t :

n est le nombre de mesures effectuées.

$$A = \frac{\sum Y - B \sum t}{n} \quad (\text{B.2})$$

$$B = \frac{n \sum t Y - (\sum t)(\sum Y)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (\text{B.3})$$

Un exemple de calcul de la fluctuation du signal de sortie et de la dérive est donné ci-dessous dans le Tableau A.1:

Tableau B.1 – Données: concentration appliquée de 1 000 unités

Temps (h)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
Valeur indiquée	1 010	1 030	995	1 005	980	990	950	970	975	995	965

$$Y = 1\,011,6 - 0,047\,7\,t$$

$$\text{Fluctuation du signal de sortie} = 1\,030 - 950 = 80$$

$$\text{Dérive pour 1 000 h (un mois)} = -47,7$$

Bibliographie

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

CEI 61207-2, *Expression des qualités de fonctionnement des analyseurs de gaz – Partie 2: Oxygène contenu dans le gaz (utilisant des capteurs électrochimiques à haute température)*

CEI 61298 (toutes les parties), *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances*

CEI 61326 (toutes les parties), *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM*

ISO/IEC GUIDE 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

(disponible en anglais seulement)

ISO/CEI GUIDE 99:2007, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

ISO 6141, *Analyse des gaz – Prescriptions relatives aux certificats de gaz et mélanges de gaz pour étalonnage*

ISO 6142, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage – Méthode gravimétrique*

ISO 6143, *Analyse des gaz – Méthodes comparatives pour la détermination et la vérification de la composition des mélanges de gaz pour étalonnage*

ISO 6144, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage – Méthode volumétrique statique*

ISO 6145, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques*

ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

ISO/TS 14167, *Analyse des gaz – Aspects généraux de l'assurance qualité dans l'utilisation de mélanges de gaz pour étalonnage – Lignes directrices*

ISO 16664, *Analyse des gaz – Manutention des gaz et des mélanges de gaz pour étalonnage – Lignes directrices*

CIPM (Comité International des Poids et Mesures) recommandation INC-1 (1980) du groupe de travail sur l'établissement des incertitudes

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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