

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Expression des qualités de fonctionnement des analyseurs électrochimiques –
Partie 1: Généralités**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60746-1:2003



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2003 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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de 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.

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Expression des qualités de fonctionnement des analyseurs électrochimiques –
Partie 1: Généralités**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 19.040; 71.040

ISBN 978-2-83220-373-6

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Comparison of IEC Standards for Specification and Evaluation	11
5 Procedure for specification	12
5.1 Specification of values and ranges	12
5.2 General.....	12
5.3 Performance characteristics requiring statements of rated values.....	13
5.4 Uncertainty limits to be stated for each specified range	13
5.5 Other performance characteristics	14
6 Verification of values	14
6.1 General.....	14
6.2 Test procedures	16
6.2.1 Intrinsic uncertainty	16
6.2.2 Linearity uncertainty	16
6.2.3 Repeatability	16
6.2.4 Output fluctuation	16
6.2.5 Drift	16
6.2.6 Delay (T_{10}) and 90 % (T_{90}) response times	17
6.2.7 Warm-up time.....	17
6.2.8 Variations	17
6.2.9 Primary influence quantities.....	18
6.2.10 Other influence quantities	18
Annex A (informative) Recommended standard values of influence – Quantities affecting performance from IEC 60359	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EXPRESSION OF PERFORMANCE OF
ELECTROCHEMICAL ANALYZERS –****Part 1: General****FOREWORD**

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

International Standard IEC 60746-1 has been prepared by subcommittee 65D: Analysing equipment, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1982 and constitutes a technical revision.

This bilingual version (2012-12) corresponds to the monolingual English version, published in 2003-01.

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

FDIS	Report on voting
65D/89A/FDIS	65D/93/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

For this second edition, the text has been changed to reflect revision and introduction of International Standards since 1982. An Informative Annex A has been introduced.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60746-1:2003

INTRODUCTION

This standard specifies the statements which manufacturers should make to describe analyzers so that users may compare the performance characteristics of any analyzer to their requirements. It includes the terminology and definitions of the terms to be used in such statements. It describes the tests that are applicable to all types of electrochemical analyzers, which may be used to determine these performance characteristics by either the manufacturer or the user.

This standard is applicable to electrochemical analyzers used for the determination of certain properties of (generally aqueous) solutions such as pH value, electrical conductivity, dissolved oxygen content, the concentration of specified ions and redox potential. Other standards in this series describe those aspects that are particular to specific types of analyzer, for example IEC 60746-2. It is in accordance with the general principles set out in IEC 60359 and takes into account documents specifying methods for evaluating performance, IEC 60770 and IEC 61298.

This standard is applicable to analyzers specified for installation in any location and to analyzers having either flow-through or immersible type sensors. It 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.

It does not apply to accessories used in conjunction with the analyzers, such as chart recorders or data acquisition systems. However, when multiple analyzers are combined and sold with a single electronic unit for measurements of several properties in parallel, 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 that are not an integral part of the analyzer are not included.

Safety requirements are dealt with in IEC 61010.

Standard ranges 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 of influence quantities for the testing of performance characteristics can be found in IEC 60654-1 and methods of testing in IEC 60068.

Requirements for documentation to be supplied with instruments are dealt with in some National Standards and also IEC 61187.

General principles concerning quantities, units and symbols are dealt with in ISO 1000. See also ISO 31, Parts 0 to 13.

EXPRESSION OF PERFORMANCE OF ELECTROCHEMICAL ANALYZERS –

Part 1: General

1 Scope

This standard is intended:

- to specify the terminology and definitions of terms related to the performance characteristics of electrochemical analyzers used for the continuous determination of certain aspects of (generally aqueous) solutions;
- to specify uniform methods to be used in making statements on the performance characteristics of such analyzers;
- to specify general test procedures to determine and verify the performance characteristics of electrochemical analyzers, taking into account the differences of approach in IEC documents specifying test methods (IEC 60359, IEC 60770, IEC 61298);
- to provide basic documents to support the application of standards of quality assurance: ISO 9001, ISO 9002 and ISO 9003.

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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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

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

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

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 9002, *Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing*

ISO 9003, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the following definitions apply. These definitions are based on those in IEC 60359. Additional definitions from IEC 60770 are included for performance characteristics appropriate to electrochemical analyzers. The definitions have, in some cases, been clarified and directed towards relevance to electrochemical analyzers. The reconciliation of the quantities used to define performance characteristics in this document with those referred to in IEC 60359, IEC 60770 and IEC 61298 is discussed in clause 4.

3.1

electrochemical analyzer

measuring instrument that provides an indication of a specific property of a medium by use of a sensor which responds to ions from electrolytes (or ions generated from reactions with non-electrolytes) in that medium

NOTE The analyzer may comprise of separate parts, see below.

3.2

sensor

that part of the electrochemical analyzer (which may be a separate unit) which is in contact with the medium in which the property is to be measured

NOTE In general an electrical output related to that property of the sample which is to be measured is derived from this part of the analyzer. Examples of electrochemical sensors are: pH, ion-sensitive and redox potentiometric cells, dissolved oxygen cells, conductance cells.

3.3

electronic unit

device converting the electrical signal from the sensor to a defined, scaled, output signal

3.4

simulator

device which provides well-defined electrical properties similar to a specific type of sensor

NOTE It may therefore be used to determine the performance characteristics of the electronic unit alone. It must exhibit uncertainties that are negligible in comparison with the specifications of performance characteristics to be determined.

3.5

calibration solution

solution of known value of the property being measured, used for periodic calibration and for various performance tests.

NOTE 1 The value should be expressed in SI units compatible with ISO 31.

NOTE 2 For the purposes of this Standard, the value of this solution represents the conventional true value (see 3.8) against which the indicated value is compared.

NOTE 3 The values of calibration solutions should be traceable to reference material according to international or national standards, or agreed upon by the manufacturer and the user, and the uncertainty of the conventional true values shall be stated.

3.6

test solution

solution of approximately known value of the property being measured, which is stable in value over an extended period of time

3.7

true value

value of a quantity which is defined with no uncertainty.

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

3.8

conventional true value

value approximating to the true value of a quantity such that, for the purpose for which that value is used, the difference between the two will be regarded as negligible

NOTE 1 Since the “true value” cannot be known exactly, for the sake of simplicity and where no ambiguity exists, the term “true value” may be used where the term “conventional true value” is meant.

NOTE 2 See 3.1.13 of IEC 60359.

3.9

performance characteristic

one of the quantities assigned to an apparatus in order to define its performance by values, tolerances, ranges, etc.

3.10

influence quantity

any quantity, which is not the subject of the measurement but which influences the indication of the measuring equipment

NOTE Influence quantities may interact in their effect on the measuring equipment.

3.11

variation

difference between the values indicated by an analyzer for the same value of the property being measured when a single influence quantity assumes successively two different values

3.12

rated value

value assigned to a performance characteristic of the analyzer by the manufacturer

NOTE See 3.3.8 of IEC 60359.

3.13

range

domain between the upper and lower limits of the quantity under consideration

NOTE 1 The term “range” is usually used with a modifier. It may apply to a performance characteristic or an influence quantity, etc. For example, the Rated Measuring Range is the set of values of the property to be measured, corresponding to the Output Signal Range of the analyzer (for example 4 mA - 20 mA, etc).

NOTE 2 See 3.3.2 of IEC 60359.

3.14

span

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

3.15

performance

quality with which the intended functions of the equipment are accomplished

3.16

reference conditions

appropriate set of influence quantities, with reference values with their tolerances and reference ranges, with respect to which intrinsic uncertainty is specified

3.17

reference value

specified value of one of a set of reference conditions

NOTE A tolerance may be specified for a reference value.

3.18

reference range

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

3.19**specified operating range**

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

3.20**specified measuring range**

set of values of the property to be measured for which the uncertainty of the analyzer is intended to lie within specified limits

NOTE 1 An instrument can have several specified measuring ranges.

NOTE 2 The specified measuring range can be smaller than the range of values which can be indicated, for example, on the scale.

NOTE 3 This term used to be known as "effective range".

3.21**rated operating conditions**

set of operating ranges for influence quantities and associated ranges of performance characteristics within which the variations of an analyzer are specified by the manufacturer

3.22**limit conditions of operation**

extreme conditions which an operating instrument can withstand without resulting in damage or degradation of performance when it is afterwards operated under rated operating conditions

3.23**storage and transport conditions**

extreme conditions which an non-operating instrument can withstand without resulting in damage or degradation of performance when it is afterwards operated under rated operating conditions

3.24**uncertainty (of measurement)**

dispersion of values that may be attributed to the measured quantity

NOTE See 3.1.4 of IEC 60359.

3.25**intrinsic uncertainty**

uncertainty when used under reference conditions (see 3.16)

NOTE See 3.1.10, 3.1.11, 3.1.12 of IEC 60359.

3.26**operating uncertainty**

uncertainty when used under rated operating conditions (see 3.21)

NOTE See also 3.2.11 of IEC 60359.

3.27**relative uncertainty**

ratio of the uncertainty to the conventional true value (when expressed in the same units)

NOTE See 3.3.4 of IEC 60359.

3.28**interference uncertainty**

uncertainty caused by substances other than those affecting the measured property being present in the sample

3.29

linearity uncertainty

maximum deviation between indicated values and a linear function of indicated value versus the true value of the property being measured, which includes indicated values near the upper and lower limits of the rated range

NOTE Linearity is a property of the electronic unit and may be verified with a simulator (see 3.4).

3.30

limits of uncertainty

maximum values of uncertainty assigned by the manufacturer to the indicated values of an analyzer operating under specified conditions

NOTE See 3.3.6 of IEC 60359.

3.31

repeatability

spread of the results of successive measurements at short intervals of time of 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 and with no adjustments made by external means to the analyzer under test

NOTE 1 The spread of results should be included in the intrinsic uncertainty (see 3.25).

NOTE 2 A time interval equal to about ten times the 90 % response time of the analyzer may be considered a short interval between successive measurements.

3.32

hysteresis

difference in indicated values when the same value of the property being measured is applied but preceded by a lower then a higher value

NOTE If repeatability is specified or measured using approaches from both upscale and downscale direction, it may include an amount due to hysteresis, i.e., which is not a truly random event. However, the contribution may be considered to be random when the analyzer is to be applied to applications where the indicated value may be approached from either direction with equal probability.

3.33

drift

change of indication of an analyzer, for a given value of the property being measured, over a stated period of time, under reference conditions which remain constant and without any adjustment to the analyzer by external means

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

3.34

output fluctuation

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

3.35

minimum detectable change

change in value of the property to be measured equivalent to twice the output fluctuation

3.36

delay time, T_{10}

time interval from the instant a step change in the value of the property being measured occurs to the instant when the change in the indicated value passes (and remains beyond) 10 % of its steady-state amplitude difference. For cases where the rising delay time and falling delay time differ, the different delay times should be specified.

3.37

rise (fall) time, T_r , T_f

difference between the 90 % response time and delay time

3.38**90 % response time, T_{90}**

time interval from the instant a step change occurs in the value of the property being measured to the instant when the change in the indicated value passes (and remains beyond) 90 % of its steady-state amplitude difference, i.e., $T_{90} = T_{10} + T_r$ (or T_f). For cases where the rising and falling response times differ, the different response times should be specified.

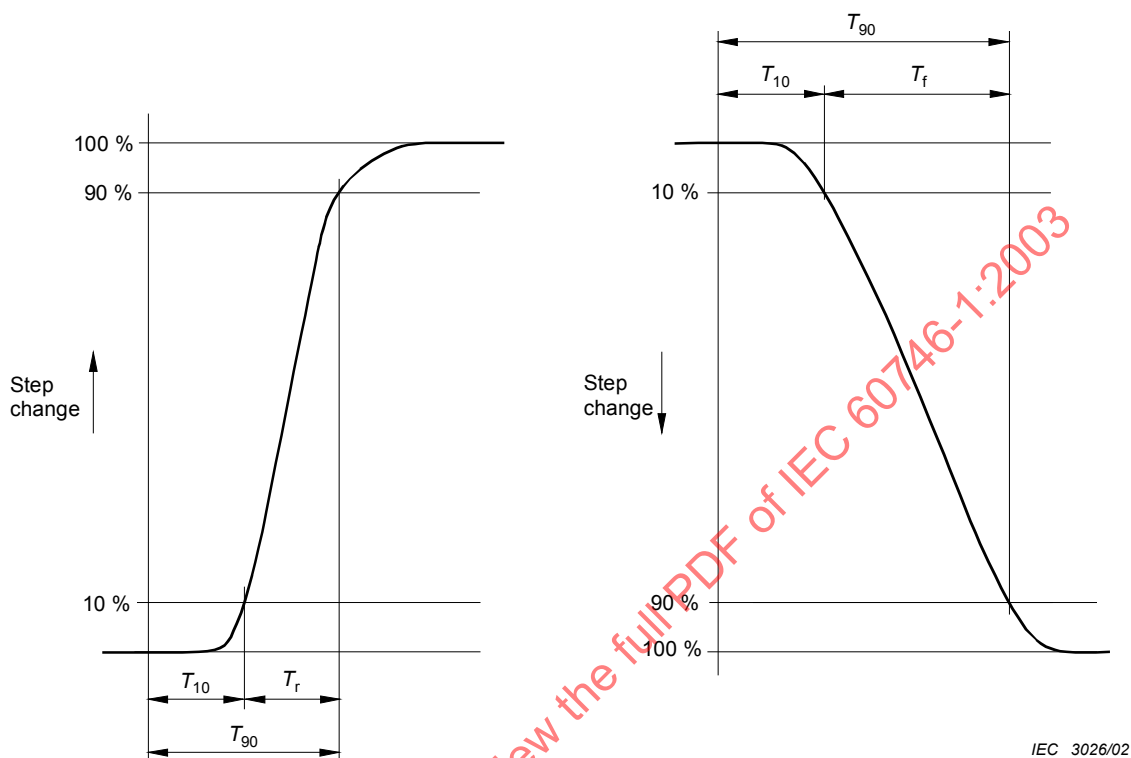


Figure 1 – Relationship between T_{10} , T_r , (T_f) and T_{90}

3.39**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 specified limits of uncertainty

NOTE The limits of uncertainty may appropriately be specified equal to the rated intrinsic uncertainty.

4 Comparison of IEC Standards for Specification and Evaluation

The methods for specification of analyzer performance characteristics used by manufacturers should be compatible with methods for specification of performance requirements by users. For accurate comparison of manufacturers' specifications and users' requirements, the parameters used to define the performance characteristics of the equipment must be selected and defined identically.

An electrochemical sensor has particular characteristics primarily determined by chemical properties, and these can only be slightly modified by constructional techniques. Moreover, the sensor is directly exposed to a working fluid which can exert a range of influence factors on the sensor system. This is in contrast to the operation of the purely electrical measuring devices considered in many other related standards, where the signal is injected electrically into the instrument's circuits and the sensing of that signal is entirely internal. The approach to the determination and statement of performance characteristics used in 6.4.2 of IEC 60359 entitled *Limits of intrinsic instrumental uncertainty with variations for a single influence quantity* was selected as the best basis for defining the performance of electrochemical type analyzers. Therefore, requirements for statements in this document are generally given in

accordance with that document, with some performance parameters and test methods based on IEC 60770.

Alternative approaches adopted in other IEC documents are summarized below, for comparison:

IEC 61298, Subclause 3.9: Maximum measured uncertainty

A non-statistical test of instrument conformity, where the maximum and minimum uncertainties are reported from a series of tests. This is particularly appropriate to batch tests where a limited series of tests should yield individual results within the limits of uncertainty specified for the rated operating conditions.

IEC 60770, Evaluating the performance of transmitters for use in industrial-process control systems

Procedures defined in this standard are closely aligned with those in IEC 60359. Both IEC 60359 and IEC 60770 are primarily directed to the evaluation of purely electrical (or pneumatic) systems. Procedures defined in the following clauses are from these two documents but take into account the chemical nature of the sensor. Definitions of terms have all been based on these documents.

5 Procedure for specification

5.1 Specification of values and ranges

Manufacturers specifying the performance of complete analyzers, sensor units or electronic units, shall give statements covering all quantities considered to be applicable performance characteristics.

These statements shall cover the aspects which will be described in the following subclauses.

5.2 General

5.2.1 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 1 The analyzers or electronic units 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.

NOTE 2 When the sensor and electronic units are separate, the rated range for climatic conditions for the individual units may be different.

NOTE 3 Electrochemical analyzers frequently employ sensors containing or used to measure aqueous solutions, in which case the ambient temperature class I of IEC 60359 will be appropriate to prevent freezing in the sensor and sample lines.

5.2.2 Rated ranges of use shall be stated for sample conditions at the analyzer inlet for an on-line analyzer, or at the sensor unit for an insertion sensor type analyzer. These shall include flow rate (if appropriate), pressure and temperature, as well as the rated maximum rate of change for sample temperature.

5.2.3 The limit conditions of operation shall be stated such that the analyzer, while functioning, will 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, or, if not specified, for an unlimited time.

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

5.2.4 The limit conditions for storage or transport shall be stated such that the analyzer, while inoperative, will show no permanent damage or degradation of performance, 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, or, if not specified, for an unlimited time.

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

5.2.5 Constructional materials in contact with the sample shall be stated.

5.2.6 Unless the analyzer system is specified as a complete unit, the manufacturer shall state the values of parameters which are required to make any type of sensor unit(s) compatible with the electronic unit and type of electronics unit(s) compatible with the sensor unit¹. The steps required to restore accurate operation within the original performance specification when replacing either the sensor unit or electronic unit shall be stated².

5.3 Performance characteristics requiring statements of rated values

5.3.1 The manufacturer shall state minimum and maximum rated values for the property to be measured (range or ranges).

5.3.2 Minimum and maximum rated values for output signals corresponding to the rated values as given in 5.3.1.

These signals shall be stated in units of voltage, current or pressure. If stated in units of voltage, the minimum allowable load, in ohms, shall be stated. If stated in units of current, the maximum allowable load, in ohms, shall be stated. If a capacitive or inductive load will influence the output signal, this shall be specified.

Where the analyzer or electronic unit has multiple outputs, the statements above should be made for all outputs.

If the output signal is an electrical current, see also IEC 60381-1; if it is pneumatic, see also IEC 60382.

5.4 Uncertainty limits to be stated for each specified range

These should be in accordance with 6.4.2 in IEC 60359. Wherever appropriate, statements shall be made of the uncertainty limits near the lower and upper ends of each analyzer range.

5.4.1 Limits of intrinsic uncertainty shall be stated for use under reference conditions in a manner which allows them to be inferred over the rated range.

For example:

" $\pm x$ % of span"

" $\pm 0,1$ pH units"

"The greatest of $\pm x$ % of range or $\pm y$ % of true value"

" ± 1 display digit $\pm y$ % of true value"

5.4.2 For an analyzer or electronic unit, the linearity uncertainty shall be stated separately. Where a non-linear output is provided, the manufacturer shall accurately state the relationship between the output value and the measured parameter.

NOTE Deviation from linearity is strictly considered as an uncertainty only if a linear output is claimed. For analyzers having non-linear outputs, the term "conformity" may be used.

¹ For example: "sensor model XXX for use with electronics unit YYY".

² For example: "when replacing the sensor unit, recalibrate the analyzer using calibration solutions....", or "when replacing the electronics unit, enter the following parameters as data ...".

5.4.3 The manufacturer shall state which possible sample components are known to have interference effects in the application under consideration, whether the interference is positive or negative and its magnitude. The choice of interfering components, their concentration levels and test methods may, where appropriate, be made by agreement between the manufacturer and the user except where other Parts of the IEC 60746 series state specific requirements.

5.4.4 The manufacturer shall state the repeatability and the basis on which it was calculated.

5.4.5 The drift shall be stated by the manufacturer for at least one time interval chosen from the list in 6.2.5. The time interval(s) chosen should be relevant to the intended application (see note of 6.2.5). The warm-up time is always excluded from the time interval.

5.5 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 measuring range.

5.5.1 Output fluctuation.

5.5.2 Minimum detectable change.

5.5.3 Delay and 90 % response times for both upscale and downscale changes.

5.5.4 Warm-up time.

5.5.5 The quantitative effect on indicated value of the property to be measured produced by variation of the sample temperature.

NOTE This may be given as part of the statement of the rated operating conditions, in that at the limits of sample temperature, the specified maximum variation for this influence quantity has been reached.

5.5.6 The quantitative effects on indicated value of the property to be measured produced by changes in other influence quantities may not be known, but where there are reasons to believe simple coefficients exist, these should be stated for sample flow-rate, sample pressure and ambient temperature.

NOTE These may be given as part of the statement of the rated operating conditions, in that at the limits of the influence quantities, the specified maximum variations have been reached.

6 Verification of values

In order to determine or verify the rated values stated by the manufacturer, uniform test procedures are necessary. These will enable the statements made with respect to different analyzers for similar applications to be strictly comparable. It will also enable the user to demonstrate compliance of an analyzer with his performance requirements fairly and by similar means to those which the manufacturer used to determine its rated performance. This clause gives general test procedures to determine the values of the various performance characteristics defined. Later parts of the IEC 60746 series will give more specific procedures appropriate to particular types of analyzer. In the case of special circumstances, where these tests are not appropriate, additional test procedures may be agreed upon between manufacturer and user.

6.1 General

6.1.1 Tests shall be performed with the analyzer (including accessories) ready for use after warm-up time and after performing all necessary adjustments according to the manufacturer's instructions.

6.1.2 Unless otherwise specified, the influence quantities shall be at reference conditions during the tests concerned and during the tests, the analyzer shall be supplied with its rated voltage and frequency.

6.1.3 The sensor shall be in optimal condition as specified by the manufacturer. The flow conditions and other relevant influence factors (sample flow-rate, pressure, temperature, etc.) at the sensor shall be according to the manufacturer's instructions.

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

6.1.5 When measuring variation of a performance characteristic due to an influence quantity, all other quantities shall remain within reference conditions. The value of the property to be measured in the test solution applied and the range of the influence quantity may assume any value within their rated operating ranges.

6.1.6 During tests, adjustments by external means may be repeated at the intervals prescribed by the manufacturer or at any suitable interval, if such adjustment does not interfere with the uncertainty to be checked.

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

6.1.7 In principle, the uncertainties in measurements made with test instruments should be negligible in comparison with the uncertainties to be determined. Refer to local standards defining quality assurance procedures and also 6.1.8.

6.1.8 When the uncertainty of any test instrument is not negligible, the following rule should apply:

If an analyzer is tested against a reference instrument which has a known uncertainty n and the uncertainty determined is n_1 , the actual uncertainty e of the analyzer shall be stated as $e = n_1 - n$. If the performance of the analyzer is subsequently checked by another party using a test instrument with a known uncertainty m and the uncertainty determined is m_1 , it may only legitimately be claimed that this indicates that the analyzer is not exhibiting its stated performance if $m_1 - m > e$.

NOTE The above represents a very simplistic treatment of uncertainty based on consideration of instrument systematic uncertainty only. In order to be completely rigorous in the treatment of claimed uncertainties and deviations from stated performance, strict statistical examination of the results would be necessary. This would probably require calculation of t or f test parameters and the use of statistical tables to demonstrate the significance of the claims.

6.1.9 Test equipment shall include all of the necessary test solutions (see 3.5, 3.6)

6.1.10 Test equipment shall also include appropriate simulators for testing electronic units in those cases where such units are supplied separately from sensor units. In these cases, 6.1.7 and 6.1.8 apply to the simulators. Specifications for appropriate simulators vary from one type of analyzer to another and are located in the other Parts of the IEC 60746 series dealing with specific analyzers

NOTE Sensor units supplied separately are tested with suitable calibration or test solutions (see 3.5, 3.6), using an appropriate electronic unit, which may be that of the considered analyzer, provided it has been previously tested.

6.2 Test procedures

Tests of the complete analyzer or sensor unit alone will normally be carried out. In this case, intrinsic uncertainty shall be determined by use of a series of applications of calibration or test solutions with a reference method. Variations shall be determined while applying stable test solution(s). Tests may also be of the electronics unit alone, in which case a simulator of known performance characteristics would be used to apply signals equivalent to the particular sensor. Tests should be repeated for each specified measuring range.

6.2.1 Intrinsic uncertainty

With all influence quantities at their reference values, the output reading of the unit shall be recorded in the units of the property to be measured. Values shall be applied giving indications near the upper and lower limits of the measuring range and at least one other point within the range. This procedure shall be performed at least six times to calculate the mean value of intrinsic uncertainty at the three chosen points.

6.2.2 Linearity uncertainty

At least five measurements shall be taken, approximately uniformly distributed across the range and with two near the limits of the measuring range. A straight line shall be fitted to the readings using the least squares method.

The maximum deviation between the 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 Where the output signal is a non-linear function of the measured parameter, the manufacturer's linear transform function should be applied to the signal prior to data analysis. The deviation from the fitted line, as defined above, is the "(independent) conformity".

6.2.3 Repeatability

The results obtained as in 6.2.1 shall be used to calculate the repeatability at each applied value as the standard deviation of the indications at that level.

6.2.4 Output fluctuation

An applied value approximately representing the mid-scale value of the measuring range shall be applied for a period of at least five minutes (or ten times the 90 % response time if greater) and the maximum peak-to-peak value of the random, or regular, deviation from the mean output determined.

In the case of the electronic unit or analyzer having variable time constants in the output circuit, the output fluctuation shall be determined using the same time constant as referred to in the statement of delay and 90 % response times.

NOTE For the purposes of this standard, any spikes which can be positively identified as being caused by the influence of external electromagnetic fields or by supply mains transients are considered as due to changes in influence quantities and may therefore be ignored in the determination of output fluctuation.

6.2.5 Drift

The test procedure shall be used to determine the drift characteristics under reference conditions, over at least one time interval and for at least one point in the measuring range.

If only one point is used, a value near the 50 % span should be used as the test point.

The analyzer should be fully warmed up, calibrated according to the manufacturer's instructions, and operated continuously and in accordance with manufacturer's instructions during the test. At no time after the start of the test may the analyzer be adjusted by external means.

The appropriate input shall be applied continuously to the analyzer, if practicable, or until a stable indication is obtained at the beginning, end, and at a minimum of six, approximately evenly spread, time intervals within the test interval.

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

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

The results shall be analyzed by linear regression with respect to time. The slope of the linear regression (for each input value) shall be used to report drift (for example, as x pH units per month).

NOTE Drift measured over periods of up to 24 h are usually referred to as short-term. For on-line analyzers, long term drift values will also normally be required referring to periods of 7 days to 3 months.

6.2.6 Delay (T_{10}) and 90 % (T_{90}) response times

Signals representing the minimum and maximum of the measuring range shall be applied successively until constant readings are obtained on a recording device (a chart recorder or data logger) which also accurately records time intervals.

The values for delay times (T_{10}) for both increasing and decreasing step changes and 90 % response times (T_{90}) for both increasing and decreasing step changes may be determined from the data record. See Figure 1.

6.2.7 Warm-up time

The electronic unit shall be switched off and all of its components allowed to cool to ambient temperature (for example, overnight). A stable signal representing between 75 % and 95 % of the span shall be applied. The analyzer shall be switched on and the reading recorded. Recording shall be continued until the response has reached and remained within the specified intrinsic uncertainty band (taking account of repeatability) for a period of 15 min.

The warm-up time is the interval from the time the electronic unit was switched on until the beginning of this 15 min period.

6.2.8 Variations

Uncertainties caused by changes in influence quantities are variations. The most common, relevant influence quantities are listed in 6.2.9 and 6.2.10, but not all sources of uncertainty are relevant to all applications. The procedure is very similar for measuring the effects of each influence quantity.

Uncertainties shall be determined at two points near the lower and upper ends of the measuring range; a single point in the range may be sufficient where the influence quantity is an event, (for example, electrical transient, drop, etc.). Starting with all parts of the analyzer under reference conditions, the variation in indication caused by changing the influence quantity to the lower limit of its rated range shall be determined. This shall be followed by a return to reference conditions, then the variation in indication caused by changing the influence quantity to the upper limit of its rated range shall be determined, followed by a return to reference conditions.

Analyzers can incorporate automatic or manual compensation for some physical parameters. This compensation can be for both the properties of the sensor and of the measured parameter in the working fluid, and refer back to a reference value of the influence quantity³. Where compensation functions can be manually adjusted or disabled, the indications should be noted for both the compensated and uncompensated value. The correct operation of the compensation function can then be assessed.

6.2.8.1 Interference uncertainty

This is a specific example of a variation which can only be realistically determined for the entire analyzer or sensor unit, not for the electronics unit alone. Interference uncertainty should be determined for components which are known to affect the sensor and are expected to be present in the sample. The uncertainties shall be determined at two points near the lower and upper ends of the measuring range.

Generally a test solution is applied first without, then with the interfering substance present. The interfering component should be introduced at the highest expected concentration⁴ and at approximately half of that level. Each test should be repeated three times and the mean variation for each applied parameter value reported as the interference uncertainty at that value.

6.2.9 Primary influence quantities

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

- ambient temperature;
- humidity;
- supply voltage;
- a.c. supply frequency;
- sample flow rate;
- sample temperature;
- sample pressure;
- sample outlet pressure;
- interfering substances;
- radio frequency interference (see local standards);
- vibration (see IEC 60068).

6.2.10 Other influence quantities

These should also be specified and tested where relevant. Test procedures can be found in IEC 60068, IEC 60770 and IEC 61298. The following list is not exhaustive.

- attitude (“tilt”);
- a.c. supply ripple;
- d.c. supply impedance;
- electrical supply transients;
- electrical supply interruption;
- shock (drop test);

³ For example, pH sensors are normally corrected for the Nernstian temperature response of the sensor. A correction for properties of the solution to a reference temperature, often 25 °C, may also be applied as a slope in terms of pH/°C.

⁴ This may be chosen with consideration to an application, or simply to establish the rated operating range for that component.

- sound pressure;
- ventilation;
- sand and dust;
- liquid water;
- salt water;
- barometric pressure;
- contaminating dust or vapour;
- ionizing radiation;
- electrical grounding requirements;
- effect of particulates.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60746-1:2003

Annex A (informative)

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

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.1 Climatic conditions

A.1.1 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.1.2 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.1.3 Barometric pressure

- Reference value: existing local barometric pressure.
- Rated ranges of use:
 - Usage group I: 70,0 kPa to 106,0 kPa (up to 2 200 m);
 - Usage groups II and III: 53,3 kPa to 106,0 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.1.4 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.1.5 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.1.6 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.1.7 Salt contents of the air

- Reference value: no measurable contents.
- Rated ranges of use:
 - Usage groups I and II: negligible contents;
 - 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.1.8 Contaminating gas or vapour contents of the air

- Reference value: no measurable contents.
- 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.1.9 Liquid water contents of the air

- Reference value: no measurable contents.
- Rated ranges of use:
 - Usage group I: negligible contents;
 - 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.2 Mechanical conditions

A.2.1 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.2.2 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.2.3 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.3 Mains supply conditions

A.3.1 Mains supply voltage (considering a distorted waveform)

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

A.3.2 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.3.3 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.3.4 Ripple of d.c. supply

- Reference value 0 % of supply voltage
- Rated ranges of use
 - Usage group I: 0,5 % of supply voltage
 - Usage group II: 1,0 % of supply voltage
 - Usage group III: 5,0 % of supply voltage
- Limit range of operation: 5,0 % of supply voltage

The values given are peak to peak values of the ripple voltage expressed as a percentage of the average d.c. supply voltage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60746-1:2003

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60746-1:2003

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	27
INTRODUCTION	29
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	31
4 Comparaison entre normes CEI pour la spécification et l'évaluation	36
5 Procédure pour la spécification	37
5.1 Spécification des valeurs et des domaines	37
5.2 Généralités	37
5.3 Caractéristiques fonctionnelles devant être exprimées en valeurs assignées	38
5.4 Limites d'incertitude à indiquer pour chaque domaine spécifié	38
5.5 Autres caractéristiques fonctionnelles	39
6 Vérification des valeurs	40
6.1 Généralités	40
6.2 Procédures d'essai	41
6.2.1 Incertitude intrinsèque	41
6.2.2 Incertitude de linéarité	41
6.2.3 Répétabilité	42
6.2.4 Fluctuation du signal de sortie	42
6.2.5 Dérive	42
6.2.6 Temps de retard (T_{10}) et temps de réponse à 90 % (T_{90})	43
6.2.7 Temps de préchauffage	43
6.2.8 Variations	43
6.2.9 Principales grandeurs d'influence	44
6.2.10 Autres grandeurs d'influence	44
Annexe A (informative) Valeurs normalisées recommandées des grandeurs d'influence affectant la qualité de fonctionnement selon la CEI 60359	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXPRESSION DES QUALITÉS DE FONCTIONNEMENT
DES ANALYSEURS ÉLECTROCHIMIQUES –****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.

La Norme internationale CEI 60746-1 a été établie par le sous-comité 65D: Appareils pour l'analyse de composition, 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 1982, et constitue une révision technique.

La présente version bilingue (2012-12) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2003-01.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65D/89A/FDIS et 65D/93/RVD.

Le rapport de vote 65D/93/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Pour cette seconde édition, le texte a été modifié pour refléter la révision et l'introduction des Normes Internationales depuis 1982. Une Annexe A, informative, a été introduite.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. À cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60746-1:2003

INTRODUCTION

La présente Norme spécifie les énoncés qu'il convient que les constructeurs utilisent pour décrire les analyseurs de manière à ce que les utilisateurs puissent comparer les caractéristiques fonctionnelles de tout analyseur en fonction de leurs exigences. Elle comprend la terminologie et les définitions des termes à utiliser dans ces énoncés. Elle décrit les essais applicables à tous les types d'analyseurs électrochimiques qui peuvent être utilisés pour déterminer leurs caractéristiques fonctionnelles, soit par le constructeur, soit par l'utilisateur.

La présente Norme est applicable aux analyseurs électrochimiques utilisés pour la détermination de certaines propriétés de solutions (généralement aqueuses) telles que la valeur du pH, la conductivité électrique, la teneur en oxygène dissous, la concentration d'ions spécifiques et le potentiel redox. D'autres normes dans la même série décrivent les aspects spécifiques à certains types d'analyseurs, par exemple la CEI 60746-2. Elle est en conformité avec les principes généraux exposés dans la CEI 60359 et tient compte des documents spécifiant les méthodes d'évaluation des qualités de fonctionnement, CEI 60770 et CEI 61298.

La présente norme est applicable aux analyseurs destinés à être installés dans n'importe quel lieu ainsi qu'aux analyseurs équipés de détecteurs, soit de type à circulation, soit de type à immersion. Elle est applicable à l'analyseur complet lorsqu'il est fourni par un constructeur comme un tout, comprenant l'ensemble des parties mécaniques, électriques et électroniques. Elle s'applique également aux détecteurs seuls et aux unités électroniques seules, lorsqu'ils sont fournis séparément ou par des constructeurs différents. Dans le cadre de la présente norme, tout régulateur d'alimentation par le réseau ou toute source d'alimentation, fourni avec l'analyseur ou spécifié par le constructeur, est considéré comme faisant partie de l'analyseur, qu'il lui soit incorporé ou qu'il soit livré dans un boîtier séparé.

Elle n'est pas applicable aux accessoires utilisés avec les analyseurs, tels que les enregistreurs de diagrammes ou les systèmes d'acquisition des données. Cependant, lorsque plusieurs analyseurs sont regroupés et vendus avec une seule unité électronique pour des mesures de plusieurs propriétés en même temps, cette unité de visualisation est alors considérée comme faisant partie intégrante de l'analyseur. De même, les convertisseurs tension (f.e.m.)/courant ou tension (f.e.m.)/pression, qui ne font pas partie intégrante de l'analyseur, ne sont pas inclus.

Les exigences de sécurité sont traitées dans la CEI 61010.

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

Les spécifications pour les valeurs des grandeurs d'influence pour les essais des caractéristiques fonctionnelles peuvent être trouvées dans la CEI 60654-1 et les méthodes d'essai dans la série des CEI 60068.

Les exigences relatives à la documentation à fournir avec les instruments sont données dans certaines normes nationales et également dans la CEI 61187.

Les principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles font l'objet de la norme ISO 1000. Voir également l'ISO 31, Parties 0 à 13.

EXPRESSION DES QUALITÉS DE FONCTIONNEMENT DES ANALYSEURS ÉLECTROCHIMIQUES –

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application

La présente norme a pour but:

- de spécifier la terminologie et les définitions des termes relatifs aux caractéristiques fonctionnelles des analyseurs électrochimiques utilisés pour la détermination en continu de certains aspects de solutions (généralement aqueuses);
- de spécifier des méthodes uniformes à utiliser pour les indications concernant les caractéristiques fonctionnelles de tels analyseurs;
- de spécifier les procédures générales d'essai pour déterminer et vérifier les caractéristiques fonctionnelles des analyseurs électrochimiques, en tenant compte des différences d'approche dans les documents CEI spécifiant les méthodes d'essai (CEI 60359, CEI 60770, CEI 61298);
- de fournir des documents de base dans le cadre de l'application des normes d'assurance qualité: ISO 9001, ISO 9002 et ISO 9003.

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 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

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

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

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

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

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

CEI 61298, (toutes les parties): *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances*

ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

ISO 9002, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production, installation et prestations associées*

ISO 9003, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finals*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent. Les présentes définitions ont pour base la CEI 60359. Des définitions complémentaires données par la CEI 60770 sont incluses pour les caractéristiques fonctionnelles appropriées aux analyseurs électrochimiques. Dans certains cas, les définitions ont été clarifiées et adaptées aux analyseurs électrochimiques. L'homogénéisation des grandeurs utilisées pour définir les caractéristiques fonctionnelles dans le présent document avec celles auxquelles il est fait référence dans la CEI 60359, la CEI 60770 et la CEI 61298 est examinée à l'Article 4.

3.1

analyseur électrochimique

instrument de mesure qui donne une indication sur une propriété spécifique d'un milieu par utilisation d'un détecteur qui répond aux ions provenant des électrolytes, (ou aux ions produits par les réactions avec des non-électrolytes) dans ce milieu

NOTE L'analyseur peut comprendre des éléments séparés, voir ci-dessous.

3.2

détecteur

partie de l'analyseur électrochimique (qui peut être une unité séparée), qui est en contact avec le milieu dans lequel la propriété doit être mesurée

NOTE En général, on obtient un signal de sortie électrique à partir de cet élément de l'analyseur en fonction de la propriété de l'échantillon à mesurer. On peut citer les exemples suivants de détecteurs électrochimiques: électrodes de mesure du pH, électrodes à ions sélectifs et cellules de mesure du potentiel redox, détecteurs d'oxygène dissous, cellule à conductance.

3.3

unité électronique

dispositif électronique qui convertit le signal électrique provenant du détecteur en un signal de sortie défini, proportionné

3.4

simulateur

dispositif fournissant des propriétés électriques bien définies, similaires à celles d'un type spécifique de détecteur

NOTE C'est pourquoi il peut être utilisé pour déterminer les caractéristiques fonctionnelles d'une unité électronique seule. Il doit présenter des incertitudes négligeables en comparaison des spécifications des caractéristiques fonctionnelles à déterminer.

3.5

solution d'étalonnage

solution de valeur connue en ce qui concerne la propriété à mesurer, utilisée pour l'étalonnage périodique et pour différents essais de qualité de fonctionnement

NOTE 1 Il convient que la valeur soit exprimée en unités SI compatibles avec l'ISO 31.

NOTE 2 Pour les besoins de la présente norme, la valeur de cette solution représente la valeur vraie conventionnelle (voir 3.8) avec laquelle on compare la valeur indiquée.

NOTE 3 Il est recommandé que les valeurs des solutions d'étalonnage soient conformes aux matériaux de référence des normes internationales ou nationales ou fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur et l'incertitude par rapport aux valeurs vraies conventionnelles doit être indiquée.

3.6

solution d'essai

solution dont la valeur de la propriété à mesurer est connue avec une certaine approximation, qui est stable dans le temps

3.7

valeur vraie

valeur d'une grandeur définie sans aucune incertitude

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

3.8

valeur vraie conventionnelle

valeur se rapprochant de la valeur vraie d'une grandeur telle que, pour l'utilisation de cette valeur, la différence entre les deux valeurs sera considérée comme négligeable

NOTE 1 Dans la mesure où la "valeur vraie" ne peut pas être connue de manière exacte, dans un souci de simplicité ou s'il n'y a pas d'ambiguïté, le terme "valeur vraie" peut être utilisé dans le sens de "valeur vraie conventionnelle".

NOTE 2 Voir 3.1.13 de la CEI 60359.

3.9

caractéristique fonctionnelle

une des grandeurs assignées à un équipement en vue de définir ses qualités de fonctionnement par des valeurs, des tolérances, des domaines, etc.

3.10

grandeur d'influence

toute grandeur qui ne fait pas l'objet du mesurage mais qui influe sur les indications de l'équipement de mesure

NOTE Les grandeurs d'influence peuvent interagir dans leurs effets sur l'équipement de mesure.

3.11

variation

différence entre les valeurs indiquées par un analyseur pour la même valeur de la propriété mesurée, lorsqu'une seule grandeur d'influence prend successivement deux valeurs différentes

3.12

valeur assignée

valeur assignée à une caractéristique fonctionnelle de l'analyseur par le constructeur

NOTE Voir 3.3.8 de la CEI 60359.

3.13

domaine

domaine entre les limites supérieure et inférieure de la grandeur considérée

NOTE 1 Le terme "domaine" est généralement utilisé avec un modificateur. Il peut s'appliquer à une caractéristique fonctionnelle ou à une grandeur d'influence, etc. Par exemple, le domaine de mesure assigné est l'ensemble des valeurs de la propriété à mesurer, correspondant au domaine de signal de sortie de l'analyseur (par exemple, 4 mA – 20 mA, etc.).

NOTE 2 Voir 3.3.2 de la CEI 60359.

3.14

étendue d'échelle

différence entre les limites supérieure et inférieure du domaine de mesure assigné

3.15**qualité de fonctionnement**

qualité d'aptitude aux fonctions attendues de l'équipement

3.16**conditions de référence**

série appropriée de grandeurs d'influence, avec valeurs de référence et leurs tolérances et domaines de référence, par rapport auxquels l'incertitude intrinsèque est spécifiée

3.17**valeur de référence**

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

NOTE Une tolérance peut être spécifiée pour une valeur de référence.

3.18**domaine de référence**

domaine spécifié des valeurs de l'une des conditions de référence

3.19**domaine de fonctionnement spécifié**

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

3.20**domaine de mesure spécifié**

ensemble des valeurs d'une propriété à mesurer pour lesquelles l'incertitude de l'analyseur est destinée à se maintenir dans des limites spécifiées

NOTE 1 Un instrument peut avoir plusieurs domaines de mesure spécifiés.

NOTE 2 Le domaine de mesure spécifié peut être plus petit que le domaine des valeurs pouvant être indiqué, par exemple, sur l'échelle.

NOTE 3 Ce terme était désigné auparavant par le terme "étendue de mesure".

3.21**conditions assignées de fonctionnement**

ensemble des domaines de fonctionnement pour les grandeurs d'influence et domaines associés des caractéristiques fonctionnelles à l'intérieur desquels les variations d'un analyseur sont spécifiées par le constructeur

3.22**conditions limites de fonctionnement**

conditions extrêmes auxquelles un instrument en fonctionnement peut résister sans dommage ou dégradation de qualité de fonctionnement lorsqu'on le fait fonctionner ensuite dans les conditions assignées de fonctionnement

3.23**conditions de stockage et de transport**

conditions extrêmes auxquelles un instrument en non-fonctionnement peut résister sans dommage ou dégradation de qualité de fonctionnement, lorsqu'on le fait fonctionner ensuite dans les conditions assignées de fonctionnement

3.24**incertitude (de mesure)**

dispersion des valeurs qui peut être attribuée à la grandeur mesurée

NOTE Voir 3.1.4 de la CEI 60359.

3.25

incertitude intrinsèque

incertitude dans le cas d'une utilisation dans les conditions de référence (voir 3.16)

NOTE Voir 3.1.10, 3.1.11 et 3.1.12 de la CEI 60359.

3.26

incertitude de fonctionnement

incertitude dans le cas d'une utilisation dans les conditions assignées de fonctionnement (voir 3.21)

NOTE Voir également 3.2.11 de la CEI 60359.

3.27

incertitude relative

rapport entre l'incertitude et la valeur vraie conventionnelle (lorsqu'elles sont exprimées dans la même unité)

NOTE Voir 3.3.4 de la CEI 60359.

3.28

incertitude d'interférence

incertitude causée par les substances autres que celles qui affectent la propriété mesurée présentes dans l'échantillon

3.29

incertitude de linéarité

écart maximal entre les valeurs indiquées et une fonction linéaire de la valeur indiquée sur la valeur vraie de la propriété mesurée, qui inclut les valeurs indiquées proches des limites supérieure et inférieure du domaine assigné

NOTE La linéarité est une propriété de l'unité électronique et peut être vérifiée à l'aide d'un simulateur (voir 3.4).

3.30

limites d'incertitude

valeurs maximales de l'incertitude assignées par le constructeur aux valeurs indiquées d'un analyseur fonctionnant dans les conditions spécifiées

NOTE Voir 3.3.6 de la CEI 60359.

3.31

répétabilité

dispersion des résultats de mesures successives, prises à des intervalles de temps rapprochés avec une même substance d'essai, effectuées selon la même méthode, avec les mêmes instruments de mesure par le même observateur dans le même laboratoire dans les mêmes conditions d'environnement et sans réglage par des moyens externes à l'analyseur en essai

NOTE 1 Il convient que la dispersion des résultats soit incluse dans l'incertitude intrinsèque (voir 3.25).

NOTE 2 Un intervalle de temps égal à environ dix fois le temps de réponse à 90 % de l'analyseur peut être considéré comme un intervalle de temps rapproché entre des mesures successives.

3.32

hystérésis

différence dans les valeurs indiquées lorsque la même valeur de la propriété mesurée est appliquée mais précédée par une valeur inférieure puis une valeur supérieure

NOTE Si la répétabilité est spécifiée ou mesurée en utilisant des approches à la fois vers le haut et le bas de l'échelle, elle peut inclure une quantité due à l'hystérésis, c'est-à-dire qui n'est pas un événement vraiment aléatoire. Cependant la contribution peut être considérée comme aléatoire lorsque l'analyseur est appliqué aux applications où la valeur indiquée peut être approchée de n'importe quelle direction avec une probabilité égale.

3.33**dérive**

changement de l'indication d'un analyseur, pour une valeur donnée de la propriété mesurée, sur une période de temps indiquée, dans des conditions de référence qui restent constantes et sans réglage de l'analyseur par des moyens externes

NOTE Il est recommandé que le rythme de changement de l'incertitude dans le temps soit déduit par une régression linéaire.

3.34**fluctuation du signal de sortie**

écarts crête à crête du signal de sortie mesurés pour une entrée constante et des grandeurs d'influence maintenues constantes

3.35**seuil de détection**

changement en valeur de la propriété à mesurer équivalant à deux fois la valeur de la fluctuation du signal de sortie

3.36**temps de retard, T_{10}**

intervalle de temps entre l'instant où la valeur de la propriété à mesurer varie suivant un échelon et l'instant où le changement de la valeur indiquée dépasse (et demeure au-delà de) 10 % de sa différence d'amplitude en régime établi. Dans les cas où le temps de retard de montée et le temps de retard de descente sont différents, il est recommandé de spécifier les différents temps de retard

3.37**temps de montée (descente), T_r , T_f**

différence entre le temps de réponse à 90 % et le temps de retard

3.38**temps de réponse à 90 %, T_{90}**

intervalle de temps entre l'instant où la valeur de la propriété à mesurer varie suivant un échelon et l'instant où la valeur indiquée dépasse (et demeure au-delà de) 90 % de sa différence d'amplitude, c'est-à-dire, $T_{90} = T_{10} + T_r$ (ou T_f). Dans les cas où le temps de réponse de montée et le temps de réponse de descente sont différents, il est recommandé de spécifier les différents temps de réponse

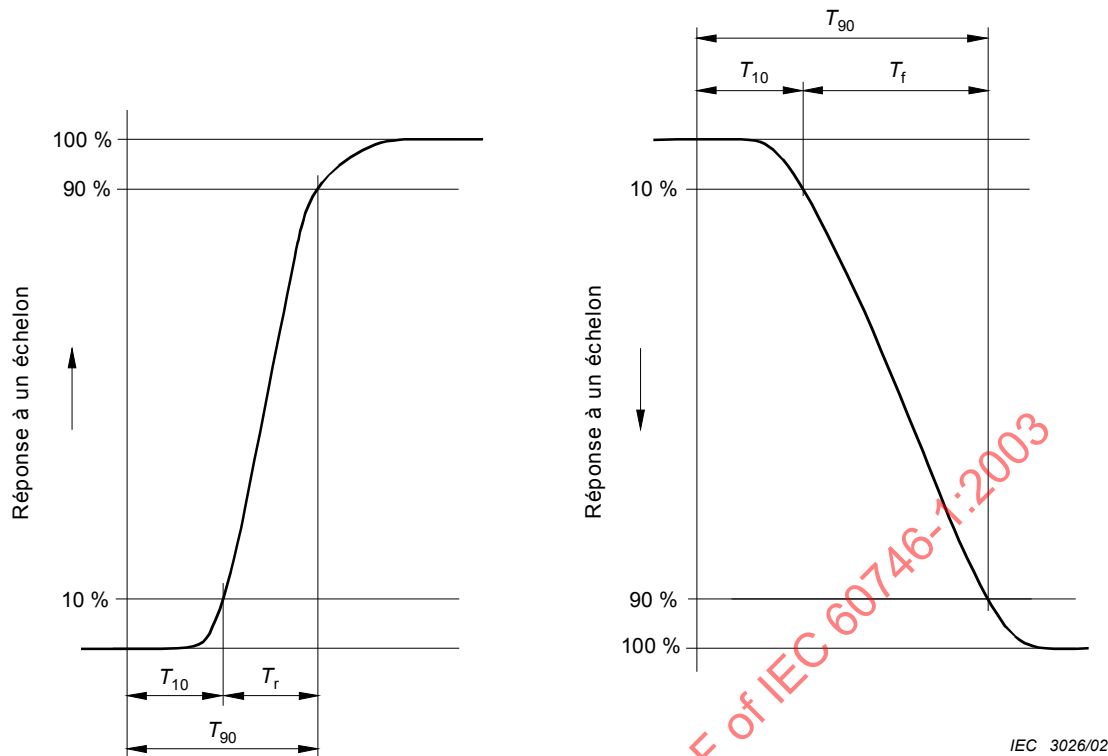


Figure 1 – Relation entre T_{10} , T_r , (T_f) et T_{90}

3.39

temps de préchauffage

intervalle de temps après mise sous tension, dans les conditions de référence, nécessaire pour que l'unité ou l'analyseur soit et reste conforme aux limites d'incertitude spécifiées

NOTE Les limites d'incertitude peuvent être spécifiées de manière appropriée comme égales à l'incertitude intrinsèque assignée.

4 Comparaison entre normes CEI pour la spécification et l'évaluation

Il est recommandé que les méthodes pour la spécification des caractéristiques fonctionnelles des analyseurs utilisées par les constructeurs soient compatibles avec les méthodes pour la spécification des exigences de qualité de fonctionnement des utilisateurs. Pour obtenir une comparaison exacte entre les spécifications des constructeurs et les exigences des utilisateurs, il faut que les paramètres utilisés pour définir les caractéristiques fonctionnelles de l'équipement soient choisis et définis de manière identique.

Un détecteur électrochimique possède des caractéristiques particulières essentiellement déterminées par des propriétés chimiques et celles-ci ne peuvent être que légèrement modifiées par les techniques de construction. Cependant, le détecteur est directement exposé au fluide de travail qui peut exercer toute un domaine de facteurs d'influence sur le système détecteur. Ce principe s'oppose au fonctionnement des dispositifs de mesure purement électriques traités dans de nombreuses autres normes d'un domaine d'application proche où le signal est injecté électriquement dans les circuits de l'instrument et où la détection du signal concerné est entièrement interne. L'approche pour la détermination et l'indication des caractéristiques fonctionnelles utilisée en 6.4.2 de la CEI 60359 intitulé *Limites de l'incertitude instrumentale intrinsèque avec variations pour une seule grandeur d'influence* a été choisie comme la meilleure base pour définir les qualités de fonctionnement des analyseurs de type électrochimique. C'est pourquoi les exigences pour les indications dans le présent document sont généralement données en conformité avec ce document, avec

certaines paramètres et certaines méthodes d'essai de qualité de fonctionnement fondés sur la CEI 60770.

Les autres approches possibles adoptées dans d'autres documents CEI sont résumées ci-dessous, à titre de comparaison:

CEI 61298, Paragraphe 3.9: Incertitude maximale mesurée.

Essai non statistique de conformité d'instrument, où les incertitudes maximales et minimales sont indiquées à partir d'une série d'essais. Ceci est particulièrement approprié aux essais par lots où il convient qu'une série limitée d'essais donne des résultats individuels dans les limites d'incertitude spécifiées pour les conditions assignées de fonctionnement.

CEI 60770, Transmetteurs utilisés dans les systèmes de conduite des processus industriels – Méthodes d'évaluation des performances

Les procédures définies dans cette norme sont étroitement alignées sur celles de la CEI 60359. La CEI 60359 et la CEI 60770 sont essentiellement destinées à permettre l'évaluation des systèmes purement électriques (ou pneumatiques). Les procédures définies dans les articles suivants sont celles de ces deux documents, mais tiennent compte de la nature chimique du détecteur. Les définitions des termes sont toutes fondées sur ces documents.

5 Procédure pour la spécification

5.1 Spécification des valeurs et des domaines

Les constructeurs qui spécifient la qualité de fonctionnement des analyseurs complets, des unités de détecteur ou des unités électroniques doivent fournir des indications sur toutes les grandeurs considérées comme des caractéristiques fonctionnelles applicables.

Ces indications doivent couvrir les aspects qui seront décrits dans les paragraphes suivants.

5.2 Généralités

5.2.1 La valeur de référence (ou le domaine) et le domaine assigné de fonctionnement pour toutes les grandeurs d'influence doivent être indiqués. Il est recommandé de les choisir dans une seule des catégories d'utilisation I, II ou III de CEI 60359 (voir l'Annexe A) ou peuvent être de la catégorie d'utilisation de la CEI 60654-1. Toute valeur faisant exception à cette règle doit être indiquée de manière claire et explicite par le constructeur et signalée comme exception.

NOTE 1 Les analyseurs ou unité électroniques peuvent correspondre à un groupe de domaines assignés de fonctionnement pour les conditions d'environnement et à un autre groupe pour les conditions d'alimentation, mais il est recommandé que cela soit clairement indiqué par le constructeur.

NOTE 2 Lorsque le détecteur et les unités électroniques sont séparés, le domaine assigné pour les conditions climatiques des unités individuelles peut être différent.

NOTE 3 Les analyseurs électrochimiques emploient fréquemment des détecteurs contenant des solutions aqueuses ou utilisés pour les mesurer, dans ce cas la classe I de température ambiante de la CEI 60359 sera appropriée pour empêcher tout gel dans le détecteur et les lignes d'échantillon.

5.2.2 Les domaines assignés de fonctionnement doivent être indiqués pour l'échantillonnage à l'entrée de l'analyseur pour un analyseur en ligne ou au niveau du détecteur pour un analyseur à détecteur à insertion. Ils doivent inclure le débit (s'il y a lieu), la pression et la température, ainsi que le gradient assigné maximal du changement de la température de l'échantillon.

5.2.3 Les conditions limites de fonctionnement doivent être indiquées de telle manière que l'analyseur en fonctionnement ne présentera aucune détérioration ni aucune dégradation des qualités de fonctionnement lorsqu'une ou plusieurs caractéristiques fonctionnelles et/ou grandeurs d'influence prennent toute valeur dans les conditions limites de fonctionnement pendant une durée spécifiée ou, en l'absence de durée spécifiée, pour une durée illimitée.

NOTE L'absence de dégradation de qualité de fonctionnement signifie qu'après retour aux conditions de référence ou conditions assignées de fonctionnement, l'analyseur satisfait de nouveau aux exigences concernant ses qualités de fonctionnement.

5.2.4 Les conditions limites de stockage ou de transport doivent être indiquées de telle manière que l'analyseur à l'arrêt ne présentera aucune détérioration ni aucune dégradation permanente de qualité de fonctionnement, après avoir été soumis à des conditions où une ou plusieurs grandeurs d'influence prennent toute valeur dans les conditions de stockage ou de transport pendant une durée spécifiée, ou, en l'absence de durée spécifiée, pour une durée illimitée.

NOTE L'absence de dégradation de qualité de fonctionnement signifie qu'après retour aux conditions de référence ou conditions assignées de fonctionnement, l'analyseur satisfait de nouveau aux exigences concernant ses qualités de fonctionnement.

5.2.5 Les matériaux de construction en contact avec l'échantillon doivent être indiqués.

5.2.6 Sauf dans le cas où le système analyseur est spécifié comme une unité séparée, le constructeur doit indiquer les valeurs des paramètres requis pour rendre tout type de détecteur compatible avec l'unité électronique et le type d'unité électronique compatible avec le détecteur¹. Les étapes nécessaires pour restaurer un fonctionnement précis avec la qualité de fonctionnement d'origine en remplaçant soit le détecteur, soit l'unité électronique doivent être indiquées².

5.3 Caractéristiques fonctionnelles devant être exprimées en valeurs assignées

5.3.1 Le constructeur doit indiquer les valeurs assignées minimale et maximale pour la propriété à mesurer (un domaine ou des domaines).

5.3.2 Les valeurs assignées minimales et maximales pour les signaux de sortie correspondant aux valeurs assignées, comme indiqué en 5.3.1.

Ces signaux doivent être exprimés en unités de tension, courant ou pression. La charge minimale admissible, en ohms, doit être spécifiée dans le cas des signaux en tension. La charge maximale admissible, en ohms, doit être spécifiée dans le cas des signaux en courant. Si une charge capacitive ou inductive influence le signal de sortie, celle-ci doit être spécifiée.

Dans le cas d'analyseur ou d'unité électronique à plusieurs signaux de sortie, il est recommandé de faire les indications pour tous les signaux.

Si le signal de sortie de l'analyseur est un courant électrique, voir également la CEI 60381-1; si c'est un signal pneumatique, voir également la CEI 60382.

5.4 Limites d'incertitude à indiquer pour chaque domaine spécifié

Il convient que celles-ci soient conformes à 6.4.2 de la CEI 60359. A chaque fois que cela est approprié, on doit indiquer les limites d'incertitude proches des valeurs plancher et plafond de chaque domaine d'analyseur.

¹ Par exemple: "détecteur modèle XXX pour une utilisation avec une unité électronique YYY".

² Par exemple: "lors du remplacement du détecteur, ré-étalonner l'analyseur en utilisant des solutions d'étalonnage....", ou "lors du remplacement de l'unité électronique, entrer les paramètres suivants comme données.....".

5.4.1 Les limites d'incertitude intrinsèque doivent être indiquées pour une utilisation dans les conditions de référence de telle manière qu'elles puissent être déduites sur le domaine assigné.

Par exemple:

" $\pm x$ % d'étendue d'échelle"

" $\pm 0,1$ pH"

"la plus élevée de $\pm x$ % du domaine ou $\pm y$ % de valeur vraie"

" ± 1 chiffre affiché $\pm y$ % de valeur vraie"

5.4.2 Pour un analyseur ou une unité électronique, l'incertitude de linéarité doit être indiquée séparément. En cas de signal de sortie non linéaire, le constructeur doit indiquer de manière précise la relation entre la valeur de sortie et le paramètre mesuré.

NOTE L'écart de linéarité est considéré comme une incertitude au sens strict, uniquement dans le cas d'un signal linéaire. Pour les analyseurs dont les signaux de sortie ne sont pas linéaires, le terme "conformité" peut être utilisé.

5.4.3 Le constructeur doit indiquer quels composants d'échantillon sont connus comme étant sources d'interférences affectant l'application considérée, que l'interférence soit positive ou négative et quelle que soit son amplitude. Le choix des composants sources d'interférences, leur niveau de concentration et les méthodes d'essai peuvent, le cas échéant, faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, sauf lorsque d'autres parties de la série des CEI 60746 donnent des exigences spécifiques.

5.4.4 Le constructeur doit indiquer la répétabilité et la base sur laquelle elle a été calculée.

5.4.5 La dérive doit être indiquée par le constructeur pour au moins un intervalle de temps choisi dans la liste de 6.2.5. Il est recommandé que le (les) intervalle(s) de temps choisi(s) soi(en)t applicable(s) à l'application prévue (voir la note de 6.2.5). Le temps de préchauffage est toujours exclu de l'intervalle de temps.

5.5 Autres caractéristiques fonctionnelles

Bien qu'aucune indication de limites d'incertitude ne soit requise pour les caractéristiques fonctionnelles énumérées ci-dessous, le constructeur doit indiquer leurs valeurs ou domaines pour chaque domaine de mesure spécifié.

5.5.1 Fluctuations du signal de sortie.

5.5.2 Seuil de détection.

5.5.3 Temps de retard et de réponse à 90 % pour les modifications à la fois vers le haut et le bas de l'échelle.

5.5.4 Temps de préchauffage.

5.5.5 L'effet quantitatif sur la valeur indiquée de la propriété à mesurer résultant d'une variation de la température de l'échantillon.

NOTE Ceci peut être donné dans l'indication des conditions assignées de fonctionnement, aux limites de la température d'échantillon, où la variation maximale spécifiée pour cette grandeur d'influence a été atteinte.

5.5.6 Les effets quantitatifs sur la valeur indiquée de la propriété à mesurer résultant des modifications des autres grandeurs d'influence peuvent ne pas être connus, mais dans les cas où on peut penser qu'il existe des coefficients simples, il est recommandé de les indiquer pour le débit, la pression et la température ambiante de l'échantillon.

NOTE Ceci peut être donné dans l'indication des conditions assignées de fonctionnement, aux limites des grandeurs d'influence, où les variations maximales spécifiées ont été atteintes.

6 Vérification des valeurs

Pour déterminer ou vérifier les valeurs assignées indiquées par le constructeur, des procédures d'essai uniformes sont nécessaires. Ceci permettra de comparer strictement les indications réalisées avec différents analyseurs pour des applications similaires. Ceci permettra également à l'utilisateur de démontrer la conformité d'un analyseur avec ses exigences de qualité de fonctionnement de manière juste et par des moyens similaires à ceux utilisés par le constructeur pour déterminer la qualité de fonctionnement assignée. Le présent article donne des procédures d'essai générales pour déterminer les valeurs des différentes caractéristiques fonctionnelles définies. Les parties suivantes de la série des CEI 60746 donneront davantage de procédures spécifiques appropriées à des types particuliers d'analyseurs. Dans des circonstances spéciales où ces essais ne sont pas appropriés, des procédures d'essai complémentaires peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.1 Généralités

6.1.1 Les essais doivent être effectués avec l'analyseur (muni de ses accessoires) prêt à l'emploi après le temps de préchauffage et après tous les réglages nécessaires conformément aux instructions du constructeur.

6.1.2 Sauf spécification contraire, les grandeurs d'influence doivent être dans les conditions de référence pendant les essais concernés, et pendant les essais l'analyseur doit être alimenté à sa tension et à sa fréquence assignées.

6.1.3 Le détecteur doit être dans des conditions optimales, comme spécifié par le constructeur. Les conditions de débit et les autres facteurs d'influence applicables (débit, pression, température de l'échantillon, etc.) au niveau du détecteur doivent être conformes aux instructions du constructeur.

6.1.4 Pour déterminer l'incertitude intrinsèque, la combinaison des valeurs et/ou domaines de grandeurs d'influence doit rester dans les conditions de référence incluant les tolérances applicables aux valeurs de référence.

6.1.5 Pour déterminer la variation d'une caractéristique fonctionnelle due à une grandeur d'influence, toutes les autres grandeurs doivent rester dans les conditions de référence. La valeur de la propriété à mesurer dans la solution d'essai appliquée et le domaine de la grandeur d'influence peuvent prendre toute valeur à l'intérieur de son domaine de fonctionnement assigné.

6.1.6 Pendant les essais, les réglages par les moyens externes peuvent être répétés à des intervalles prescrits par le constructeur ou à tout intervalle approprié, si un tel réglage n'interfère pas avec l'incertitude à vérifier.

Les réglages doivent être également effectués lorsqu'il est indiqué expressément que les valeurs d'incertitude sont valables uniquement après de tels réglages. Les mesures doivent être effectuées immédiatement après de tels réglages de manière à ce qu'une dérive ne les influence pas.

6.1.7 En principe, il est recommandé que les incertitudes dans les mesures effectuées avec les instruments d'essai soient négligeables par rapport aux incertitudes à déterminer. Se référer aux normes locales définissant les procédures d'assurance qualité et également à 6.1.8.

6.1.8 Lorsque l'incertitude d'un instrument d'essai n'est pas négligeable, il est recommandé que la règle suivante soit appliquée:

Si un analyseur est soumis aux essais avec un instrument de référence ayant une incertitude connue n et que l'incertitude déterminée est n_1 , l'incertitude réelle e de l'analyseur doit être indiquée comme $e = n_1 - n$. Si la qualité de fonctionnement de l'analyseur est ensuite vérifiée par une autre partie utilisant un instrument d'essai avec une incertitude connue m et que l'incertitude déterminée est m_1 , on peut seulement légitimement déclarer que ceci indique que l'analyseur ne donne pas la qualité de fonctionnement, si $m_1 - m > e$.

NOTE La méthode ci-dessus constitue un traitement d'incertitude très simpliste fondé seulement sur la prise en compte d'une incertitude systématique d'instrument. Pour être complètement rigoureux dans le traitement des incertitudes et écarts concernés par rapport aux qualités de fonctionnement indiquées, un examen statistique strict des résultats serait nécessaire. Ceci nécessiterait probablement des calculs des paramètres d'essai t ou f et l'utilisation de tableaux statistiques pour démontrer la signification des éléments concernés.

6.1.9 L'équipement d'essai doit inclure toutes les solutions d'essai nécessaires (voir 3.5, 3.6).

6.1.10 L'équipement d'essai doit aussi comprendre des simulateurs appropriés pour les essais des unités électroniques dans les cas où celles-ci sont livrées séparément des détecteurs. Dans de tels cas, 6.1.7 et 6.1.8 s'appliquent aux simulateurs. Les spécifications des simulateurs appropriés varient en fonction du type d'analyseur et figurent dans d'autres parties de la série des CEI 60746 traitant des analyseurs spécifiques.

NOTE Les détecteurs livrés séparément sont soumis aux essais avec un étalonnage convenable ou avec des solutions d'essai (voir 3.5, 3.6), en utilisant une unité électronique appropriée, qui peut être celle de l'analyseur considéré, à condition qu'elle ait été préalablement soumise aux essais.

6.2 Procédures d'essai

On effectuera normalement les essais de l'analyseur ou du détecteur complet seul. Dans ce cas, l'incertitude intrinsèque doit être déterminée en utilisant une série d'applications de solutions d'étalonnage ou d'essai avec une méthode de référence. Les variations doivent être déterminées en appliquant une (des) solution(s) d'essai stable(s). Les essais peuvent également concerner l'unité électronique seule, auquel cas un simulateur aux caractéristiques fonctionnelles connues serait utilisé pour appliquer des signaux équivalents au détecteur particulier. Il est recommandé que les essais soient répétés pour chaque domaine de mesure spécifié.

6.2.1 Incertitude intrinsèque

Toutes les grandeurs d'influence étant à leur valeur de référence, la lecture de sortie de l'unité doit être enregistrée dans les unités de la propriété à mesurer. Les valeurs doivent être appliquées en donnant des indications proches des limites inférieure et supérieure du domaine de mesure et au moins un autre point dans ce domaine. Cette procédure doit être effectuée au moins six fois pour calculer la valeur moyenne de l'incertitude intrinsèque aux trois points choisis.

6.2.2 Incertitude de linéarité

On doit prendre au moins cinq mesures, réparties de manière approximativement uniforme sur le domaine, deux d'entre elles étant proches des limites du domaine de mesure. On doit tracer une ligne droite selon les lectures, en utilisant la méthode des moindres carrés.

L'écart maximal entre les valeurs enregistrées et la ligne droite constitue l'incertitude de linéarité. Elle est exprimée en unités de la propriété à mesurer.

NOTE Lorsque le signal de sortie est une fonction non linéaire du paramètre à mesurer, il est recommandé que la fonction de transformation linéaire du constructeur soit appliquée au signal avant l'analyse des données. L'écart par rapport à la ligne, comme défini ci-dessus est la "conformité (indépendante)".