

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals

Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives ou continues en signaux analogiques ou numériques

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60688:2012



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals

Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives ou continues en signaux analogiques ou numériques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 17.220.20

ISBN 978-2-83220-435-1

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
3.1 General terms	8
3.2 Description of transducers according to the measurand.....	11
3.3 Description of transducers according to their output load.....	12
3.4 Nominal values.....	12
3.5 User adjustment	13
3.6 Influence quantities and reference conditions	14
3.7 Errors and variations	14
3.8 Accuracy, accuracy class, class index	14
4 Class index, permissible limits of intrinsic error, auxiliary supply and reference conditions.....	15
4.1 Transducer general architecture	15
4.2 Class index	15
4.3 Class index for transducer used with sensors	16
4.4 Intrinsic error	16
4.5 Conditions for the determination of intrinsic error	16
4.6 Auxiliary supply	18
4.7 Safety requirements: Clearances and creepage distances.....	19
5 Requirements	19
5.1 Input values.....	19
5.2 Analogue output signals.....	19
5.3 Output transfer function.....	20
5.4 Digital output signals	23
5.5 Ripple (for analogue outputs)	23
5.6 Response time	23
5.7 Variation due to over-range of the measurand	23
5.8 Limiting value of the output signal	23
5.9 Limiting conditions of operation	23
5.10 Limits of the measuring range	24
5.11 Limiting conditions for storage and transport	24
5.12 Sealing.....	24
5.13 Stability	24
6 Tests	24
6.1 General	24
6.2 Variations due to auxiliary supply voltage	25
6.3 Variations due to auxiliary supply frequency	26
6.4 Variations due to ambient temperature	27
6.5 Variations due to the frequency of the input quantity(ies)	27
6.6 Variations due to the input voltage	28
6.7 Variations due to the input current.....	29
6.8 Variations due to power factor	29
6.9 Variation due to output load.....	30

6.10	Variations due to distortion of the input quantity(ies)	30
6.11	Variation due to magnetic field of external origin	31
6.12	Variation due to unbalanced currents	32
6.13	Variation due to interaction between measuring elements	32
6.14	Variation due to self-heating	33
6.15	Variation due to continuous operation	33
6.16	Variation due to common mode interference	34
6.17	Variation due to series mode interference	34
6.18	Voltage test, insulation tests and other safety requirements	35
6.19	Impulse voltage tests	35
6.20	High frequency disturbance test	36
6.21	Test for temperature rise	36
6.22	Other tests	36
7	Marking and information	36
7.1	Marking on the case	36
7.2	Markings relating to the reference conditions and nominal ranges of use for transducers	37
7.3	Identification of connections and terminals	38
7.4	Information to be given in a separate document	38
	Bibliography	40
	Figure 1 – Transducer architecture	15
	Figure 2 – Transfer function curves	22
	Table 1 – Relationship between the limits of intrinsic error, expressed as a percentage of the fiducial value, and the class index	16
	Table 2 – Pre-conditioning	16
	Table 3 – Reference conditions of the influence quantities and tolerances or testing purposes	17
	Table 4 – Reference conditions relative to the measurand	18
	Table 5 – Usage groups	25
	Table 6 – Examples of marking relating to the reference conditions and nominal range of use for temperature	37
	Table 7 – Symbols for marking transducers	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL MEASURING TRANSDUCERS
FOR CONVERTING A.C. AND D.C. ELECTRICAL
QUANTITIES TO ANALOGUE OR DIGITAL SIGNALS**

FOREWORD

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

International Standard 60688 has been prepared by IEC Technical Committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1992 and its Amendment 1 (1997) and Amendment 2 (2001). It constitutes a technical revision

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

- extending the scope to DC quantities;
- extending the scope to harmonics, total harmonic distortion and apparent power;
- adaptation of the requirements for digital transducers;
- updating normative references;
- updating safety requirements with the IEC 61010 series;
- updating EMC requirements with IEC 61326-1.

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

FDIS	Report on voting
85/421/FDIS	85/436/RVD

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

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

In this standard, the following print types are used:

- requirements and definitions: in roman type;
- NOTES: in smaller roman type;
- *compliance: in italic type.*

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

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

The contents of the corrigendum of December 2013 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60688:2012

INTRODUCTION

New transducers can now be equipped with micro-processors that utilize digital data processing, communication methods and auxiliary sensors. This makes them more complex than conventional analogue transducers and gives them considerable added value.

The class index system of classification used in this standard is based upon the IEC 60051 series: *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*. Under this system, the permitted variations of the output signal due to varying influence quantities – ambient temperature, voltage, frequency, etc., – are implicit in the classification.

For those unfamiliar with the class index system, a word of warning is necessary. If, for example, a transducer is classified as Class 1, it does not mean that the error under practical conditions of use will be within $\pm 1\%$ of the actual value of the output or $\pm 1\%$ of the full output value. It means that the error should not exceed $\pm 1\%$ of the fiducial value under closely specified conditions. If the influence quantities are varied between the limits specified by the nominal ranges of use, a variation of amount comparable with the value of the class index may be incurred for each influence quantity.

The permissible error of a transducer under working conditions is the sum of the permissible intrinsic error and of the permissible variations due to each of the influence quantities. However, the actual error is likely to be much smaller because not all of the influence quantities are likely to be simultaneously at their most unfavourable values and some of the variations may cancel one another. It is important that these facts be taken into consideration when specifying transducers for a particular purpose.

Furthermore, some of the terms used in this standard are different from those used in IEC 60051 due to the fundamental differences between indicating instruments and measuring transducers.

All statements of performance are related to the output which is governed by two basic terms:

- "the nominal value", which may have a positive or a negative sign or both;
- "the span", which is the range of values of the output signal from maximum positive to maximum negative, if appropriate.

ELECTRICAL MEASURING TRANSDUCERS FOR CONVERTING A.C. AND D.C. ELECTRICAL QUANTITIES TO ANALOGUE OR DIGITAL SIGNALS

1 Scope

This International Standard applies to transducers with electrical inputs and outputs for making measurements of a.c. or d.c. electrical quantities. The output signal may be in the form of an analogue direct current, an analogue direct voltage or in digital form. In this case, that part of the transducer utilized for communication purposes will need to be compatible with the external system.

This standard applies to measuring transducers used for converting electrical quantities such as the following:

- current,
- voltage,
- active power,
- reactive power,
- power factor,
- phase angle,
- frequency,
- harmonics or total harmonic distortion,
- apparent power

to an output signal.

This standard is not applicable for:

- instrument transformers that comply with IEC 60044 series;
- transmitters for use in industrial process applications that comply with the IEC 60770 series;
- performance measuring and monitoring devices (PMD) that comply with IEC 61557-12.

Within the measuring range, the output signal is a function of the measurand. An auxiliary supply may be needed.

This standard applies:

- a) if the nominal frequency of the input(s) lies between 0 Hz and 1 500 Hz;
- b) if a measuring transducer is part of a system for the measurement of a non-electrical quantity, this standard may be applied to the electrical measuring transducer, if it otherwise falls within the scope of this standard;
- c) to transducers for use in a variety of applications such as telemetry and process control and in one of a number of defined environments.

This International Standard is intended:

- to specify the terminology and definitions relating to transducers whose main application is in industry;
- to unify the test methods used in evaluating transducer performance;

- to specify accuracy limits and output values for transducers.

2 Normative references

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

IEC 60051-1:1997, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories – Part 1: Definitions and general requirements common to all parts*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60255-151, *Measuring relays and protection equipment – Part 151: Functional requirements for over/under current protection*

IEC 61010 (all parts), *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use*

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

IEC 61010-2-030, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 30 Special requirements for testing and measuring circuits*

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

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

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

NOTE Please refer to the Bibliography for the list of informative references.

3 Terms and definitions

For the purpose of this document the following terms and definitions apply:

3.1 General terms

3.1.1

electrical measuring transducer **transducer**

device for converting an a.c or d.c.. measurand to a direct current, a direct voltage or a digital signal for measurement purposes

3.1.2**analogue transducer**

device for converting an a.c or d.c.. measurand to a direct current, direct voltage for measurement purposes

3.1.3**digital transducer**

device for converting an a.c or d.c.. measurand to a digital signal for measurement purposes

3.1.4**auxiliary supply**

a.c. or d.c. electrical supply, other than the measurand, which is necessary for the correct operation of the transducer

3.1.5**auxiliary circuit**

circuit which is usually energized by the auxiliary supply.

Note 1 to entry: The auxiliary circuit is sometimes energized by one of the input quantities.

3.1.6**transducer with offset zero**

transducer that gives a predetermined output signal other than zero when the measurand is zero

3.1.7**transducer with suppressed zero**

transducer for which zero output signal corresponds to a measurand greater than zero

3.1.8**total distortion factor**

ratio of the r.m.s. value of the total distortion content to the the r.m.s. value of an alternating quantity

Note 1 to entry: The total distortion factor depends on the choice of the fundamental component. If it is not clear from the context which one is used, an indication should be given.

3.1.9**output load**

for analogue signals, the total resistance of the circuits and apparatus connected externally across the output terminals of the transducer

3.1.10**ripple content of an analogue output signal**

with steady-state input conditions, the ratio of the peak-to-peak value of the fluctuating component of an analogue output signal, expressed in percentage, to the fiducial value

3.1.11**output signal**

an analogue or digital representation of the measurand

3.1.12**output power**

power at the transducer output terminals

3.1.13**output current****output voltage**

for analogue signals, the current (voltage) produced by the transducer which is an analogue function of the measurand

3.1.14

reversible output current

reversible output voltage

for analogue signals, the output current (voltage) that reverses polarity in response to a change of sign or direction of the measurand

3.1.15

measuring element of a transducer

unit or module of a transducer that converts the measurand, or part of the measurand, into a corresponding signal

3.1.16

single element transducer

transducer having one measuring element

3.1.17

multi-element transducer

transducer having two or more measuring elements, the signals from the individual elements being combined to produce an output signal corresponding to the measurand

3.1.18

combined transducer

transducer having two or more measuring circuits for one or more functions

3.1.19

response time

time from the instant of application of a specified change of the measurand until the output signal reaches and remains at its final steady value or within a specified interval centred on this value

3.1.20

compliance voltage

accuracy limiting output voltage

for variable output load transducers having a current output, the value of the voltage appearing across the output terminals up to which the transducer complies with the requirements of this standard

3.1.21

output series mode interference voltage

unwanted alternating voltage appearing in series between the output terminals and the load

3.1.22

output common mode interference voltage

unwanted alternating voltage that exists between each of the output terminals and a reference point

3.1.23

storage conditions

conditions, defined by means of the ranges of the influence quantities, such as temperature or any other special condition, within which the transducer may be stored (non-operating) without damage

3.1.24**stability**

ability of a transducer to keep its performance characteristics unchanged during a specified time, all influence quantities remaining within their specified ranges

3.1.22.1**short-term stability**

stability over a period of 24 h

3.1.22.2**long-term stability**

stability over a period of one year

3.1.23**usage group**

group of transducers capable of operating under a specified set of environmental conditions

3.2 Description of transducers according to the measurand**3.2.1****voltage transducer**

transducer used for the measurement of a.c. or d.c. voltage

3.2.2**current transducer**

transducer used for the measurement of a.c. or d.c. current

3.2.3**apparent power transducer**

transducer that is used for the measurement of the apparent power

3.2.4**active power transducer**

transducer used for the measurement of active electrical power

3.2.5**reactive power transducer**

transducer used for the measurement of reactive electrical power

3.2.6**frequency transducer**

transducer used for the measurement of the frequency of an a.c. electrical quantity

3.2.7**phase angle transducer**

transducer for the measurement of the phase angle between two a.c. electrical quantities having the same frequency

3.2.8**power factor transducer**

transducer used for the measurement of the power factor of an a.c. circuit

3.2.9**harmonics transducer**

transducer that is used for the measurement of the harmonics or the total harmonic distortion of an a.c. circuit

3.3 Description of transducers according to their output load

3.3.1

fixed output load transducer

transducer that complies with this standard only when the output load is at its nominal value, within specified limits

3.3.2

variable output load transducer

transducer that complies with this standard when the output load has any value within a given range

3.4 Nominal values

3.4.1

nominal value

value, or one of the values, indicating the intended use of a transducer

Note 1 to entry: The lower and upper nominal values of the measurand are those which correspond to the lower and upper nominal values of the output signal.

3.4.2

output span

span

algebraic difference between the upper and lower nominal values of the output signal

3.4.3

fiducial value

value to which reference is made in order to specify the accuracy of a transducer

Note 1 to entry: The fiducial value is the span, except for transducers having a reversible and symmetrical output signal when the fiducial value may be half the span if specified by the manufacturer.

3.4.4

circuit insulation voltage

highest circuit voltage to earth of a transducer that determines its voltage test

3.4.5

nominal power factor

factor by which it is necessary to multiply the product of the nominal voltage and nominal current to obtain the nominal power

$$\text{Nominal power factor} = \frac{\text{nominal power}}{\text{nominal voltage} \times \text{nominal current}}$$

Note 1 to entry: When the current and voltage are sinusoidal quantities, the nominal power factor is $\cos \varphi$ where φ is the phase difference between the current and the voltage. For reactive power transducers, the nominal power factor is $\sin \varphi$.

3.4.6

maximum permissible values of input current and voltage

values of current and voltage assigned by the manufacturer as those which the transducer will withstand indefinitely without damage

3.4.7

limiting value of the output current signal

limiting value of the output voltage signal

upper limit of output (current or voltage) signal which cannot, by design, be exceeded under any conditions

3.4.8**measuring range**

range defined by two values of the measurand within which the performance complies with the requirements of this standard

(SOURCE: IEC 60051-1:1997, 2.4.3, modified – the wording of the definition has been changed.)

3.4.9**nominal value of the measured voltage**

nominal value of the voltage of the external circuit (e.g. the secondary winding of a voltage transformer) to which the voltage input circuit of the transducer is to be connected

3.4.10**nominal value of the measured current**

nominal value of the current in the external circuit (e.g. the secondary winding of a current transformer) to which the current input circuit of the transducer is to be connected

3.4.11**nominal value of the measurand**

for active power and reactive power transducers, the value of the measured quantity corresponding to the nominal values of the measured voltage and current, and the power factor

3.5 User adjustment

Transducers can be supplied with provision to be adjusted by the user. (It should be noted that power sources and measuring equipment having adequate stability and accuracy are required). The following definitions apply to these transducers

3.5.1**calibration value**

value of a quantity to which the nominal value is changed by user adjustment for a specific application

3.5.2**calibration value of the measured voltage**

value of the voltage applied to the voltage input circuit of the transducer

3.5.3**calibration value of the measured current**

value of the current applied to the current input circuit of the transducer

3.5.4**calibration value of the measurand**

value of the measurand resulting from user adjustment

3.5.5**calibration value of the output signal**

value of the output signal of the transducer corresponding to the calibration value of the measurand after adjustment

3.5.6**adjustment range**

possible range of adjustment values of the measured current or voltage

3.5.7**conversion coefficient**

relationship of the value of the measurand to the corresponding value of the output signal

3.6 Influence quantities and reference conditions

3.6.1

influence quantity

quantity (other than the measurand) that may affect the performance of a transducer

3.6.2

reference conditions

specified conditions under which the transducer complies with the requirements concerning intrinsic errors

Note 1 to entry: These conditions may be defined by either a reference value or a reference range.

3.6.2.1

reference value

specified single value of an influence quantity at which the transducer complies with the requirements concerning intrinsic errors

3.6.2.2

reference range

specified range of values of an influence quantity within which the transducer complies with the requirements concerning intrinsic errors

3.6.3

nominal range of use

specified range of values over which it is intended that an influence quantity can assume without the output signal of the transducer changing by amounts in excess of those specified

3.7 Errors and variations

3.7.1

error

actual value of the output signal minus the intended value of the output signal, expressed algebraically

3.7.2

error expressed as a percentage of the fiducial value

one hundred times the ratio of the error and the fiducial value

3.7.3

intrinsic error

error determined when the transducer is under reference conditions

3.7.4

variation due to an influence quantity

difference between the two values of the output signal for the same value of the measurand when an influence quantity assumes successively two different specified values

3.7.5

variation due to an influence quantity expressed as a percentage of the fiducial value

one hundred times the ratio of the variation due to an influence quantity and the fiducial value

3.8 Accuracy, accuracy class, class index

3.8.1

accuracy

value defined by the limits of intrinsic error and by the limits of variations

3.8.2

accuracy class

class of transducers for which the accuracy of all can be designated by the same number if they comply with all the requirements of this standard

3.8.3

class index

number which designates the accuracy class

Note 1 to entry: The class index is applicable to the intrinsic error as well as to the variations.

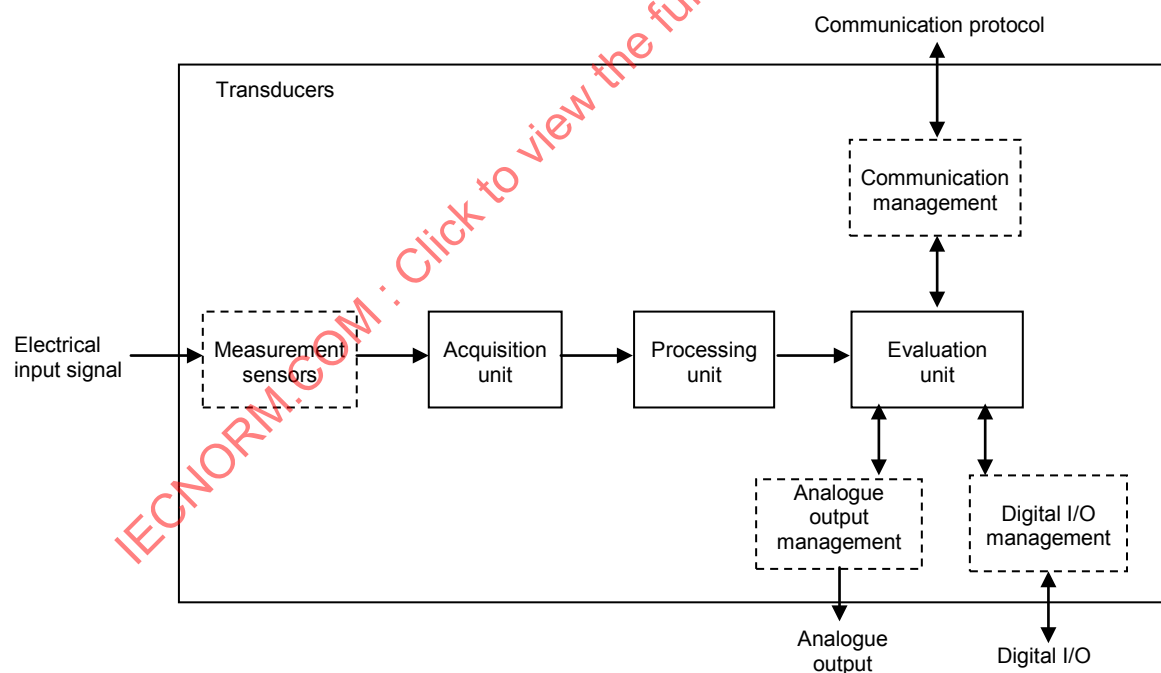
Note 2 to entry: Throughout this standard, the phrase "x % of the class index" denotes "x % of the limits of error relating to the class index".

4 Class index, permissible limits of intrinsic error, auxiliary supply and reference conditions

4.1 Transducer general architecture

Organization of the measurement chain: the electrical quantity to be measured may be either directly accessible, as is generally the case in low-voltage systems, or accessible via measurement sensors such as voltage sensors (VS) or current sensors (CS).

Figure 1 below shows the common organization of a transducer.



IEC 2017/12

Figure 1 – Transducer architecture

4.2 Class index

The class index for a transducer shall be chosen from those given in Table 1.

This class index definition only applies for the analogue output of the transducers.

Table 1 – Relationship between the limits of intrinsic error, expressed as a percentage of the fiducial value, and the class index

Class index	0,2	0,5	1	2	2,5	3	5	10	20
Limits of error	±0,2 %	±0,5 %	±1 %	±2 %	±2,5 %	±3 %	±5 %	±10 %	±20 %
NOTE Class indices of 0,3 and 1,5, although non-preferred, may be used.									

4.3 Class index for transducer used with sensors

If the transducers are used with sensors the manufacturer shall specify the accuracy class of the whole system transducer & sensor.

In some cases when a transducer does not include the sensors, their associated uncertainties are not considered. When a transducer includes the sensors, their associated uncertainties are considered.

4.4 Intrinsic error

When the transducer is under reference conditions, the error at any point between the upper and lower nominal values of the output signal shall not exceed the limits of the intrinsic error given in Table 1 expressed as a percentage of the fiducial value.

Values stated in a table of corrections, if any, supplied with the transducer shall not be taken into account in determining the errors.

4.5 Conditions for the determination of intrinsic error

4.5.1 Prior to pre-conditioning and before determination of the intrinsic error, preliminary adjustments shall be carried out in accordance with the manufacturer's instructions. The transducer shall be at the reference temperature.

4.5.2 The transducer shall be left in circuit under the conditions specified in Table 2.

Table 2 – Pre-conditioning

Conditions	Values
Voltage (including any auxiliary supply)	Nominal value
Current	Nominal value
Frequency	Reference value
Power factor	Reference value
Time between connection into circuit and start of determination of errors	30 min

4.5.3 After the specified pre-conditioning, transducers having adjustments available to the user shall be adjusted in accordance with the manufacturer's instructions.

4.5.4 The reference conditions relative to each of the influence quantities are given in Table 3. The reference conditions relative to the measurand are given in Table 4.

Table 3 – Reference conditions of the influence quantities and tolerances or testing purposes

Influence quantity	Reference conditions unless otherwise marked	Tolerances permitted for testing purposes applicable to a single reference value ^a
Ambient temperature	To be marked in the type test report	±1 °C
Usage group (see 6.1.2)		–
I	K55	–
II	K70	–
III	Kx ^c	
Frequency of the input quantity		
Non-frequency sensitive	Nominal value	±2 %
Frequency sensitive	To be marked in the type test report	±0,1 %
Waveform of the input quantity	Sinusoidal, except for harmonics transducers	The distortion factor × 100 shall not exceed the class index, unless otherwise specified by the manufacturer
Output load		
Fixed output load transducers	Nominal value	±1 %
Variable output load transducers	Mean value of the nominal range	±1 %
Auxiliary supply		
Voltage a.c.	Nominal value	±2 %
Voltage d.c.	Nominal value	±1 %
Frequency	Nominal value	±1 %
Distortion factor	0,05 maximum	–
Magnetic field of external origin	Total absence	40 A/m at frequencies from d.c. to 65 Hz in any direction ^b
^a When a reference range is marked, no tolerance is allowed. ^b 40 A/m is approximately the highest value of the earth's magnetic field. ^c Kx stands for extended conditions.		

Table 4 – Reference conditions relative to the measurand

Measurand	Reference conditions		
	Voltage	Current	Power factor, active or reactive
Apparent power	Nominal voltage $\pm 2\%$	Any current up to the nominal current	$ \cos \phi $ or $ \sin \phi = 1,0$ to $0,8$ lagging or leading
Active power	Nominal voltage $\pm 2\%$	Any current up to the nominal current	$ \cos \phi = 1,0$ to $0,8$ lagging or leading
Reactive power	Nominal voltage $\pm 2\%$	Any current up to the nominal current	$ \sin \phi = 1,0$ to $0,8$ lagging or leading ^a
Phase angle or power factor	Nominal voltage $\pm 2\%$	40% to 100 % of the nominal current	–
Frequency	Nominal voltage $\pm 2\%$	–	–
Polyphase quantities	Symmetrical voltages (note 2)	Symmetrical currents (note 2)	–
^a Apparent, active power and reactive power transducers are normally used together and are connected to the same current and voltage transformers. It must be noted that $\sin \phi = 1,0$ to $0,8$ is used here for ease of testing only. ^b The difference between any two line-to-line voltages and between any two line-to-neutral voltages shall not exceed 1 % of the average (line-to-line and line-to-neutral voltages respectively). Each of the currents in the phases shall differ by not more than 1 % from the average of the currents. The angles between each of the currents and the corresponding phase-to-neutral (star) voltages shall differ by not more than 2°. Where interactions between the separate measuring elements of a multi-element transducer are adequately characterized, single-phase testing of the transducer is acceptable.			

4.6 Auxiliary supply

4.6.1 General

Some transducers dealt with in this standard may need an auxiliary supply. This is specified in two separate categories, d.c. and a.c. supplies.

4.6.2 D.C. supply

- The value of the voltage of the d.c. supply shall be as specified in 5.1.3.
- The battery supply may be earthed or floating. Suitable means shall be provided in the transducer to ensure isolation between the power supply and the input/output circuits of the transducer (for details of voltage tests, see 6.18).
- The transducer shall withstand any voltage ripple up to a maximum of 10 % peak to peak superimposed on the d.c. power supply.
- The noise fed back to the battery from the transducer shall be limited to 100 mV peak to peak when measured with a specified source resistance at all frequencies up to 100 MHz.

In addition, when the battery feeding the transducer is also used for telephone equipment the noise shall not exceed 2 mV psophometric.

NOTE The psophometric weighting characteristic is specified in ITU-T Recommendation O.41 .

4.6.3 A.C. supply

For the nominal value of the voltage of the a.c. supply, see 5.1. This voltage may be provided by a separate supply or may be derived from the measured voltage or current.

4.7 Safety requirements: Clearances and creepage distances

Transducers shall comply with the safety requirements of the IEC 61010 series, and in addition with the requirements of the following subclauses.

Clearances and creepage distances shall be selected at least in accordance with:

- pollution degree 2,
- measurement category III for measuring input circuits,
- overvoltage category III for mains circuits.

NOTE 1 Measurement category is defined in IEC 61010-2-030.

5 Requirements

5.1 Input values

5.1.1 The nominal values of voltage, current, frequency and auxiliary supply shall be specified by the manufacturer.

5.1.2 Adjustment range for transducers that can be adjusted by the user:

- a) for the input voltage: 80 % to 120 % of the nominal value;
- b) for the input current: 60 % to 130 % of the nominal value.

This means that the nominal value of the output signal can be obtained for any adjusted value of the measurand within the ranges given above.

5.1.3 The preferred nominal value of d.c. auxiliary supplies shall be 24 V, 48 V or 110 V.

5.2 Analogue output signals

5.2.1 General

The lower and upper nominal values of the output signal and the compliance voltage shall be chosen from those given in 5.2.2 and 5.2.3 or 5.2.6.

5.2.2 Output current

The signal 4 mA to 20 mA is preferred.

NOTE The condition "0 mA" has a special meaning (IEC 60381-1).

Other permissible values are:

- 0 mA to 20 mA
- 0 mA to 1 mA
- 0 mA to 10 mA
- 1 mA to 1 mA
- 5 mA to 5 mA
- 10 mA to 10 mA
- 20 mA to 20 mA

5.2.3 Compliance voltage

- 10 V
- 15 V

5.2.4 Maximum output voltage

The manufacturer shall state the maximum value of the output voltage occurring under any conditions of output load and input. This voltage shall not exceed the limit of safety extra-low voltage.

5.2.5 Interference risk of output current

Attention is drawn to the interference problems which may result if the output current has a low value.

5.2.6 Output voltage

0 V to 1 V

0 V to 10 V

–1 V to 1 V

–10 V to 10 V

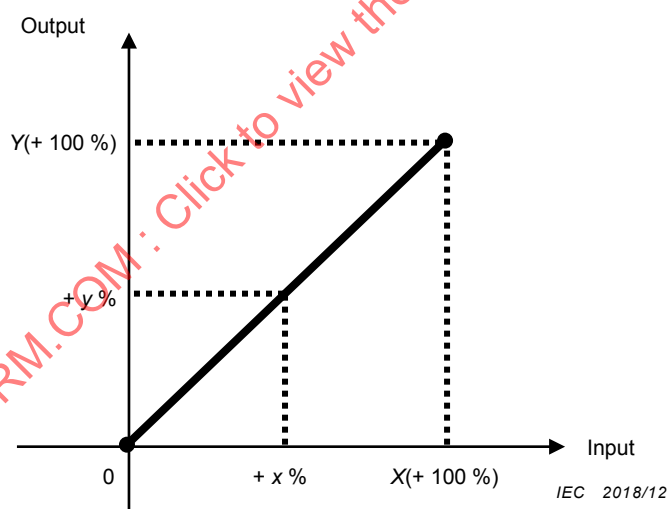
NOTE Transducers having a voltage output are non-preferred.

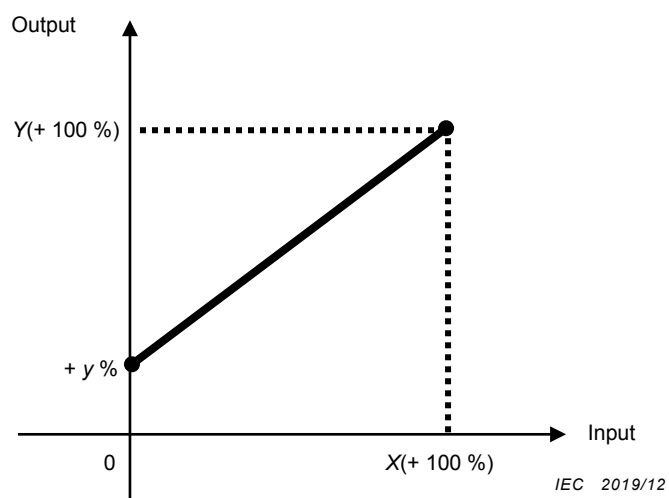
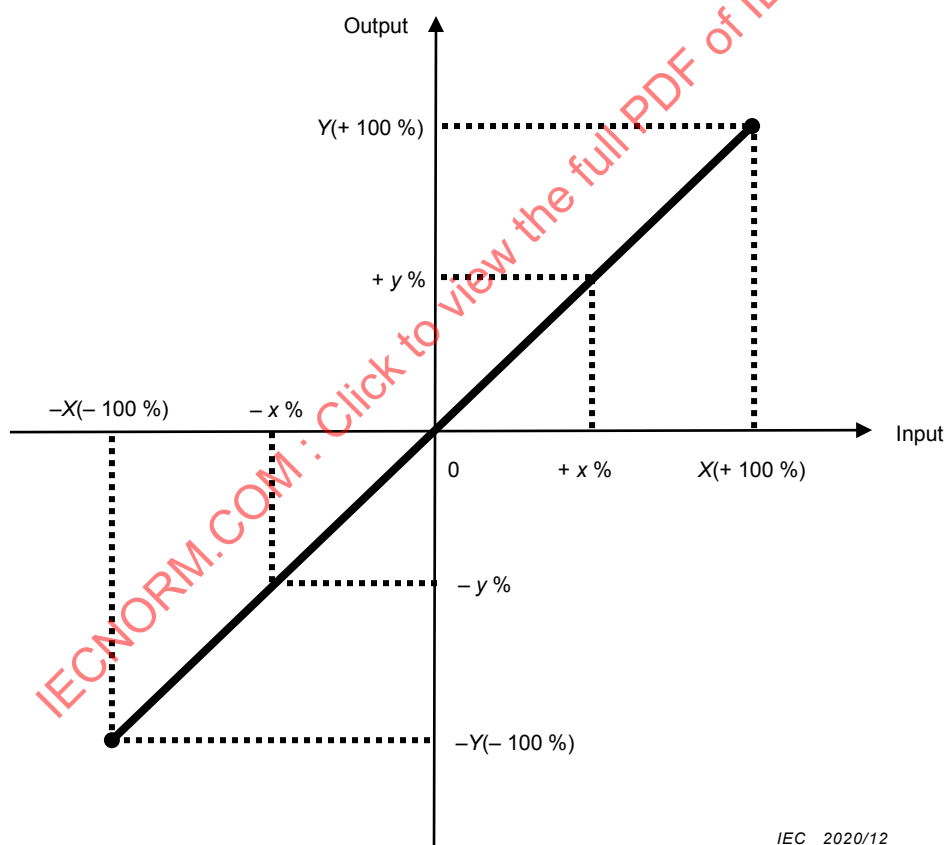
5.3 Output transfer function

For analogue transducers, the used transfer function shall be one of the following curves.

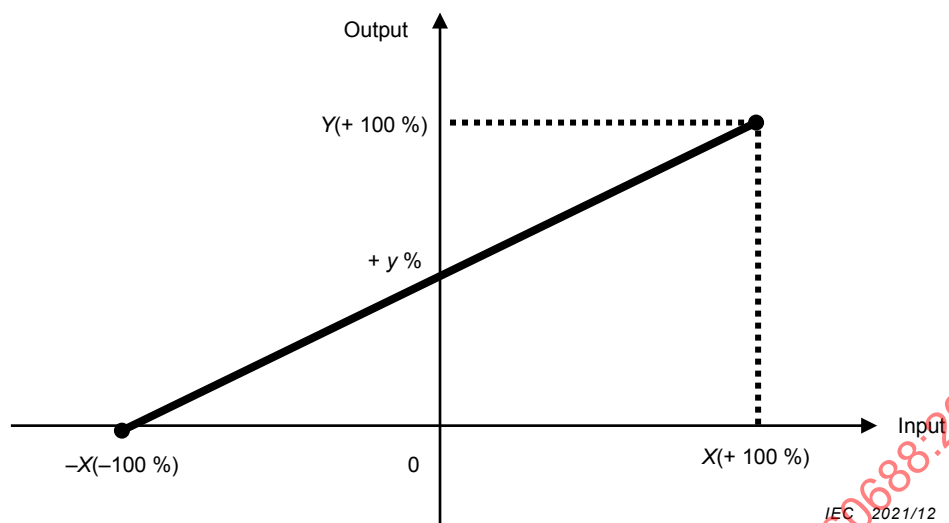
For analogue transducers, variables x , y , y_1 , y_2 can be adjustable.

Curve A:

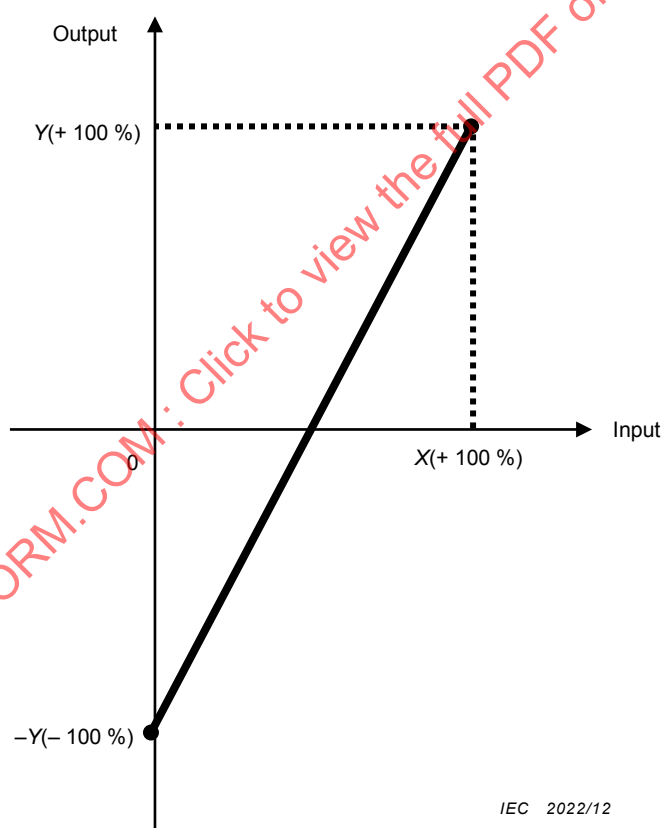


Curve B:**Curve C:**

Curve D:



Curve E:



Curve F (all other kind of curves)

The accuracy class has to be checked for each point of the transfer function according to the formula: $\frac{Y-R}{R} \times 100$

NOTE For the curves F, replace *F* by *R* in all of the formulas below.

Figure 2 – Transfer function curves

5.4 Digital output signals

The digital output signals chosen shall correspond with the requirements for transducers concerning accuracy and response time as well as with the requirements of the communication system.

For the digital output the class index shall be in conformity with the performance class described in IEC 61557-12.

If outputs relays are provided they shall comply with IEC 60255-151.

5.5 Ripple (for analogue outputs)

The maximum ripple content in the output signal shall not exceed twice the class index.

5.6 Response time

5.6.1 Before determining the response time, the transducer shall be under reference conditions and the auxiliary circuit shall be energized for at least the pre-conditioning time unless it is energized from one of the input quantities and is not separately accessible.

5.6.2 The response time shall be stated by the manufacturer and shall be determined for an input step such that it would produce a change in output signal from 0 % to 90 % of the fiducial value.

5.6.3 If a test for decreasing input is required, the input step should produce a change in output signal from 100 % to 10 % of the fiducial value.

5.6.4 The interval (see 3.1.19) shall be ± 1 % of the upper nominal value of the output signal.

5.6.5 Methods of test for frequency transducers and transducers with suppressed zero shall be stated by the manufacturer.

5.7 Variation due to over-range of the measurand

If, by agreement, a transducer is required to operate with an input up to 150 % of the nominal value, the difference between the intrinsic error at 100 % and the error at 150 % (under reference conditions) of the nominal value of the input shall not exceed 50 % of the class index.

For active power and reactive power transducers, 150 % of the nominal value is achieved by increasing the current while retaining the voltage at the nominal value.

5.8 Limiting value of the output signal

The output signal shall be limited to a maximum of twice the upper nominal value.

When the measurand is not between its lower and upper nominal values, the transducer shall not, under any conditions, for example over-current or under-voltage, produce an output having a value between its lower and upper nominal values.

5.9 Limiting conditions of operation

The limits of the nominal ranges of use given in Clause 6 are those within which the transducer will comply with the requirements of this standard. It is possible to operate transducers beyond these limits but the user should note that:

- the accuracy may not be maintained and/or

- the designed operational lifetime may be reduced.

As an example, many transducers will operate in ambient temperatures as low as $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and as high as $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ but the manufacturer should be consulted as to the degradation to be expected in both accuracy and operational lifetime.

5.10 Limits of the measuring range

When the limits of the measuring range do not coincide with the lower and upper nominal values of the output, the limits of the measuring range shall be marked (see 7.1 i)).

5.11 Limiting conditions for storage and transport

Unless otherwise stated by the manufacturer, transducers shall be capable of withstanding, without damage, exposure to temperatures within the range $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

After returning to reference conditions, they shall meet the requirements of this standard.

The manufacturer shall specify any additional limiting condition required to ensure the integrity of the transducer.

5.12 Sealing

When the transducer is sealed to prevent unauthorized adjustment, access to the internal circuit and to the components within the case shall not be possible without destroying the seal.

5.13 Stability

Transducers shall comply with the relevant limits of intrinsic error specified for their respective accuracy classes for a period specified by the manufacturer, provided that the conditions of use, transport and storage specified by the manufacturer are complied with.

NOTE Usually the period will be below one year.

6 Tests

6.1 General

6.1.1 Determination of variations

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

All the influence quantities are given in the following subclauses, together with the appropriate testing procedure, computations and the permissible variations for each usage group expressed as a percentage of the class index. None of the variations determined shall exceed the permissible values.

Variations shall be determined at the upper nominal value of the output and, at least, at one other point. For apparent power, active power and reactive power transducers, these values shall be obtained by maintaining the voltage and power factor at their reference conditions and varying the value of the current.

When a reference range is specified, the influence quantity shall be varied between each of the limits of the reference range and any value in that part of the nominal range of use which is adjacent to the chosen limit of the reference range.

6.1.2 Environmental conditions

The conditions of temperature and humidity are classified according to the severity dictated by the usage group in accordance with Table 5.

Table 5 – Usage groups

	K55 class of transducer	K70 class of transducer	Kx^b class of transducer
Usage group	I	II	III
Rated operating range (with specified uncertainty)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range of operation (no hardware failures)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C	–40 °C to +85 °C	According to manufacturer specification ^a
^a Limits are to be defined by manufacturer according to the application. ^b Kx stands for extended conditions.			

For the purpose of this standard, ambient temperature shall be the temperature measured at a single representative point with the transducer operating normally. This measuring point shall be adjacent to the transducer, exposed to free air circulation and not significantly affected by heat from the transducer or by direct solar radiation and other sources of heat.

Humidity is not considered to be an influence quantity provided that the environmental conditions are within the limits specified.

6.1.3 Computations

In the following subclauses, a computation is required according to a formula. The terms in the formulae follow a general principle:

- R is the value of the output signal under reference conditions;
- X (or Y) is the value of the output signal measured at one extreme of the influence quantity;
- F is the fiducial value.

NOTE For curves of type F (see 5.3), replace F by R in all of the following formulae.

6.2 Variations due to auxiliary supply voltage

6.2.1 Application

All transducers requiring a d.c. or an a.c. auxiliary supply except where this is obtained from the input voltage or current and the connections cannot be separated for testing purposes.

6.2.2 Procedure

Apply the nominal value of auxiliary supply voltage and record the value of the output signal (R).

At a constant value of the measurand, reduce the auxiliary supply voltage to the lower limit given in 6.2.4 and record the value of the output signal (X). Increase the auxiliary supply voltage to the upper limit given in 6.2.4 and record the value of the output signal (Y).

6.2.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and: $\frac{Y - R}{F} \times 100$

6.2.4 Permissible variations

For a.c. auxiliary supplies

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	90 to 110	50
II	80 to 120	50
III	80 to 120	50

For d.c. auxiliary supplies

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	85 to 125	50
II	85 to 125	50
III	85 to 125	50

6.3 Variations due to auxiliary supply frequency

6.3.1 Application

All transducers requiring an a.c. auxiliary supply except where this is obtained from the input voltage or current and the connections cannot be separated for testing purposes.

6.3.2 Procedure

Apply the nominal value of auxiliary supply frequency and record the value of the output signal (R). At a constant value of the measurand, reduce the auxiliary supply frequency to the lower limit given in 6.3.4 and record the value of the output signal (X).

Increase the auxiliary supply frequency to the upper limit given in 6.3.4 and record the value of the output signal (Y).

6.3.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and: $\frac{Y - R}{F} \times 100$

6.3.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	90 to 110	50
II	90 to 110	50
III	90 to 110	50

6.4 Variations due to ambient temperature

6.4.1 Application

All transducers.

6.4.2 Procedure

At a constant value of the measurand and at reference temperature, record the value of the output signal (R).

Increase the ambient temperature to the upper limit given in 6.4.4 and allow sufficient time for conditions to stabilize (30 min is usually adequate). Record the value of the output signal (X).

Reduce the ambient temperature to the lower limit given in 6.4.4 and allow the same stabilization to take place. Record the value of the output signal (Y).

6.4.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and: $\frac{Y - R}{F} \times 100$

6.4.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use	Variation (% of class index)
I	10 °C to 35 °C	100
II	0 °C to 45 °C	100
III	–10 °C to 55 °C	100

6.5 Variations due to the frequency of the input quantity(ies)

6.5.1 Application

All transducers except frequency transducers. Frequency sensitive transducers (e.g. those employing phase shifting circuits) are exceptions and the nominal range of use shall always be marked.

6.5.2 Procedure

Apply the nominal value of the input frequency and record the value of the output signal (R).

At a constant value of the measurand, reduce the frequency to the lower limit given in 6.5.4 and record the value of the output signal (X).

Increase the frequency to the upper limit given in 6.5.4 and record the value of the output signal (Y).

6.5.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and: $\frac{Y - R}{F} \times 100$

6.5.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	90 to 110	100
II	90 to 110	100
III	90 to 110	100
Frequency sensitive	As marked	100

6.6 Variations due to the input voltage

6.6.1 Application

All transducers except voltage and current transducers.

6.6.2 Procedure

Apply the nominal value of the input voltage and record the value of the output signal (R).

At a constant value of the measurand, reduce the voltage to the lower limit given in 6.6.4 and record the value of the output signal (X).

Increase the voltage to the upper limit given in 6.6.4 and record the value of the output signal (Y).

6.6.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and: $\frac{Y - R}{F} \times 100$

6.6.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	90 to 110	50
II	80 to 120	50
III	80 to 120	50

6.7 Variations due to the input current

6.7.1 Application

Phase angle and power factor transducers.

6.7.2 Procedure

Apply the nominal value of the input current and record the value of the output signal (R).

At a constant value of the measurand, reduce the input current to the lower limit given in 6.7.4 and record the value of the output signal (X).

Increase the input current to the upper limit given in 6.7.4 and record the value of the output signal (Y).

6.7.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and: $\frac{Y - R}{F} \times 100$

6.7.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	20 to 120	100
II	20 to 120	100
III	20 to 120	100

6.8 Variations due to power factor

6.8.1 Application

Apparent, active and reactive power transducers.

6.8.2 Procedure

Apply respectively 50 % (5 %) of the nominal value of the input current at a power factor of 1,0 and record the two values of the output signal (R). At a constant value of the measurand, increase the input current to 100 % (10 %) of the nominal value and reduce the power factor to 0,5 lag/lead, respectively. Record the two values of the output signal (X).

For convenience, when testing the reactive power transducers, it is usual to apply the equivalent values of $\sin \varphi$.

Active power transducers shall also be tested for error at a power factor of zero and reactive power transducers at a $\sin \varphi = 0$.

6.8.3 Computation

The variations are: $\frac{X - R}{F} \times 100$

and:
$$\frac{Y - R}{F} \times 100$$

6.8.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use	Variation (% of class index)
I	Cos (sin) $\varphi = 0,5 \dots 1 \dots 0,5$	50
II	Cos (sin) $\varphi = 0,5 \dots 1 \dots 0,5$	50
III	Cos (sin) $\varphi = 0,5 \dots 1 \dots 0,5$	50

For all transducers, the error at a power factor of zero (or $\sin \varphi = 0$) shall not exceed 100 % of the class index.

6.9 Variation due to output load

6.9.1 Application

All variable output load transducers.

6.9.2 Procedure

Apply a value of output load equal to the mean value of the nominal range and record the value of the output signal (R).

At a constant value of the measurand, reduce the resistance of the output load to the lower limit given in 6.9.4 and record the value of the output signal (X).

Increase the resistance of the output load to the upper limit given in 6.9.4 and record the value of the output signal (Y).

6.9.3 Computation

The variations are:
$$\frac{X - R}{F} \times 100$$

and:
$$\frac{Y - R}{F} \times 100$$

6.9.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use (%)	Variation (% of class index)
I	10 to 100	50
II	10 to 100	50
III	10 to 100	50

6.10 Variations due to distortion of the input quantity(ies)

6.10.1 Application

All transducers characterized by the manufacturer for use on systems having distorted waveforms, except harmonics transducers.

6.10.2 Procedure

Apply the chosen value of input quantity with no distortion and record the value of the output signal (R). Introduce third harmonic distortion at the level given in 6.10.4, maintaining the r.m.s. values constant, and record the value of the output signal (X). The phase relationship between the harmonic and the fundamental should be varied so as to determine the most unfavourable conditions.

For apparent, active and reactive power transducers, the test is performed with distorted current waveform and then repeated with distorted voltage waveform.

For apparent active and reactive power transducers not employing phase shifters, the permissible variations are given in 6.10.4.

For reactive power transducers employing phase shifters, the permissible variations shall be specified by the manufacturer.

6.10.3 Computation

The variation is: $\frac{X - R}{F} \times 100$

6.10.4 Permissible variations

Usage group	Nominal range of use	Variation (% of class index)
I	Distortion factor 0,2	200
II	Distortion factor 0,2	200
III	Distortion factor 0,2	200

6.11 Variation due to magnetic field of external origin

6.11.1 Application

All transducers.

6.11.2 Procedure

The transducer is placed in the centre of a coil of 1 m mean diameter, of square cross section and of radial thickness small compared with the diameter (see Note). 400 ampere-turns in this coil will produce, at the centre of the coil, in the absence of the transducer under test, a magnetic field strength of 0,4 kA/m. The magnetic field shall be produced by a current of the same kind and frequency as that which energizes the measuring circuit and shall be such as to have the most unfavourable combination of phase and orientation. The values of a.c. fields are expressed in r.m.s. values.

Any transducer having an external dimension exceeding 250 mm shall be tested in a coil of mean diameter not less than four times the maximum dimensions of the transducer. The magnetic field strength being the same as that given above.

NOTE Other devices which produce an adequate homogeneous magnetic field in the absence of the transducer under test are also permissible.

In the absence of the external field, record the value of the output signal (R).

At a constant value of the measurand, apply the external field and record the value of the output signal (X).

6.11.3 Computation

The variation is: $\frac{X - R}{F} \times 100$

6.11.4 Permissible variations

Usage group	Variation (% of class index)
I	100
II	100
III	100

6.12 Variation due to unbalanced currents

6.12.1 Application

Multi-element apparent, active and reactive power transducers.

6.12.2 Procedure

The currents shall be balanced and adjusted so that the output signal is approximately in the middle of the span or, if zero output signal is within the span, half-way between zero and the upper nominal value of the output signal. Record the value of the output signal (R).

Disconnect one current, maintaining the voltages balanced and symmetrical, and adjust the other currents, maintaining them equal, so as to restore the initial value of the measurand.

Record the value of the output signal (X).

6.12.3 Computation

The variation is: $\frac{X - R}{F} \times 100$

6.12.4 Permissible variations

Usage group	Variation (% of class index)
I	100
II	100
III	100

6.13 Variation due to interaction between measuring elements

6.13.1 Application

All multi-element apparent, active power and reactive power transducers except those employing two measuring elements for measuring three-phase four-wired unbalanced power with three current circuits (sometimes known as "two and a half elements") and those reactive power transducers using cross-connection methods.

6.13.2 Procedure

The voltage input of one measuring circuit alone shall be energized at nominal voltage. The current input of each of the other measuring circuits shall be energized in turn at nominal current. The maximum departure of the output signal (X) from that corresponding to zero of the measurand shall be noted whilst the phase angle between the voltage and currents is changed through 360° .

If the auxiliary supply is common to one of the voltage input circuits, this circuit shall be the one to which the voltage is applied.

6.13.3 Computation

The variation is: $\frac{X}{F} \times 100$

6.13.4 Permissible variations

Usage group	Variation (% of class index)
I	50
II	50
III	50

6.14 Variation due to self-heating

6.14.1 Application

All transducers.

6.14.2 Method

The transducer shall be at ambient temperature and shall have been disconnected for at least 4 h. Energize the transducer in accordance with 4.5.4 (except for the condition of "30 min" as specified in Table 2).

After 1 min and before the third minute, determine the value of the output signal (X). Repeat this procedure between the 30th and 35th minute after energization (R).

6.14.3 Computation

The variation is: $\frac{X - R}{F} \times 100$

6.14.4 Permissible variations

Usage group	Variation (% of class index)
I	100
II	100
III	100

6.15 Variation due to continuous operation

6.15.1 Application

All transducers.

6.15.2 Procedure

Energize the transducer under reference conditions for at least the preconditioning period. Record the value of the output (R). After a convenient period of continuous operation, for example 6 h, note the value of the output (X).

6.15.3 Computation

The variation is:
$$\frac{X - R}{F} \times 100$$

6.15.4 Permissible variation

A variation is allowed but the transducer shall continue to comply in all respects with the requirements appropriate to its accuracy class.

6.16 Variation due to common mode interference

6.16.1 Application

All transducers having an analogue output signal.

6.16.2 Procedure

At a constant value of the measurand near the upper nominal value, record the value of the output signal (R). Apply a voltage of 100 V r.m.s., at 45 Hz to 65 Hz, between either output terminal and earth. Record the value of the output signal (X).

6.16.3 Computation

The variation is:
$$\frac{X - R}{F} \times 100$$

6.16.4 Permissible variations

Usage group	Variation (% of class index)
I	100
II	100
III	100

6.17 Variation due to series mode interference

6.17.1 Application

All transducers having an analogue current output signal.

6.17.2 Procedure

At a constant value of the measurand near the upper nominal value and with the compliance voltage at 80 % of the maximum value, record the value of the output signal (R).

Apply a voltage of 1 V r.m.s. at 45 Hz to 65 Hz, in series with the output signal. Record the value of the output signal (X).

NOTE The internal d.c. resistance of the source of the series-mode interference, if excessive, may influence the test results, especially for the fixed output load transducers.

6.17.3 Computation

The variation is: $\frac{X - R}{F} \times 100$

6.17.4 Permissible variations

Usage group	Variation (% of class index)
I	100
II	100
III	100

6.17.5 Permissible excessive inputs

After completion of the tests described in 6.17.6 and 6.17.7 and after having regained equilibrium with the reference value of the ambient temperature, the transducer shall comply with the requirements appropriate to its class index.

6.17.6 Continuous excessive inputs

The transducer shall withstand the application of excessive inputs simultaneously for 24 h.

- Voltage inputs, including auxiliary supplies, shall be subjected to 120 % of the nominal value of the voltage.
- Current inputs shall be subjected to 120 % of the nominal value of the current.

6.17.7 Excessive inputs of short duration

The tests shall be made under reference conditions. The excessive input amplitudes of short duration which shall be applied to transducers are:

- for voltage inputs: 200 % of the nominal value of the measured voltage applied for 1 s and repeated 10 times at 10 s intervals;
- for current inputs: 20 times the nominal value of the measured current applied for 1 s and repeated 5 times at 300 s intervals.

The test circuit shall be substantially non-reactive.

After testing, the intrinsic characteristics of the transducer shall be unchanged.

6.18 Voltage test, insulation tests and other safety requirements

The requirements for the voltage test and other safety requirements are included in IEC 61010-1 to which reference shall be made.

6.19 Impulse voltage tests

6.19.1 A peak test voltage of 5 kV in both positive and negative senses, having the standardized impulse waveform of 1,2/50 µs, shall be applied to transducers as follows:

- between the earth terminal and all the other terminals connected together;
- between the terminals of each circuit in turn, all other circuits being earthed.

Three positive and three negative impulses shall be applied at intervals of not less than 5 s. Any flashover (capacitance discharge) shall be considered a criterion of failure unless occurring in a component designed for such.

For further details of the impulse voltage test, reference shall be made to IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030.

6.19.2 After completion of the impulse voltage test, the transducer shall comply with the requirements appropriate to its class index.

6.19.3 Auxiliary circuits with a reference voltage of over 40 V shall be subjected to the impulse voltage test under the same conditions as those already given for the other circuits.

6.20 High frequency disturbance test

See the IEC 61326 series.

6.21 Test for temperature rise

The transducer shall be energized as follows:

- each current circuit shall carry a current of 1,1 times the nominal current and
- each voltage circuit shall be supplied with a voltage of 1,2 times the nominal voltage.

These conditions shall be maintained for at least 2 h. During the test the transducer shall not be exposed to forced ventilation nor to direct solar radiation.

The temperature rise of the following parts of the transducer shall not exceed:

- for input circuits: 60 K;
- for the exterior surface: 25 K.

6.22 Other tests

If, by agreement, other tests are required, refer to the following publications:

- for vibration: IEC 60068-2-6;
- for shock: IEC 60068-2-27;
- for electromagnetic compatibility: IEC 61326-1.

7 Marking and information

7.1 Marking on the case

Transducers shall bear, on (or visible through) one of the external surfaces of the case, the markings listed below. The markings shall be legible and indelible. The symbols referred to below are specified in Table 7.

- a) Manufacturer's name or mark.
- b) Manufacturer's type designation.
- c) Serial number or date code.
- d) Software version (version of software that resides in the transducer (if any, for digital transducers only)).
- e) Class index (symbol E-10 or E-11).
- f) Nature of the measurand and number of circuits (symbol B-2, B-4 or B-6 to B-10).
- g) Lower and upper nominal values of the measurand.
- h) Ratios of current transformers and voltage transformers, if any, with which the transducer is intended to be used.

- i) Range of values of the output current (voltage) and output load within which specified operation is obtained (analogue signals only).
- j) Limits of the measuring range, if appropriate (see 5.9).
- k) Serial number(s) of the associated equipment, if applicable.
- l) Value(s) of the auxiliary supply, if relevant.
- m) Symbol showing that some other essential information is given in a separate document (symbol F-33).
- n) Space for adjustment data (if appropriate).
- o) Nominal range of use for temperature, symbolized as usage group I, II or III.
- p) Common mode voltage.
- q) Overvoltage category (see IEC 61010 series).
- r) Pollution degree according to IEC 61010 series.
- s) Other required safety symbols according to IEC 61010-1.

If the markings and symbols are on an easily removable part, such as a cover, the transducer shall have a serial number which shall also be marked on the body of the transducer.

Transducers having a non-linear relationship between input and output shall be marked with the symbol F-33, and actual relationship between input and output shall be given in a separate document.

NOTE To be given if there is sufficient space on the case, otherwise to be given in a separate document.

7.2 Markings relating to the reference conditions and nominal ranges of use for transducers

7.2.1 The reference values (or ranges) and nominal ranges of use, if different from those given in Tables 3 and 4 and Clause 6, shall be marked on the transducer or given in a separate document.

7.2.2 When a reference value or a reference range is marked, it shall be identified by underlining.

u003Cp>**7.2.3** Table 6 shows the significance of the various markings, for example for temperature.

Table 6 – Examples of marking relating to the reference conditions and nominal range of use for temperature

Three or four numbers shall always be used.

Example	Meaning
-5 ... <u>23</u> ... 55 °C	Conforms to Group I
-25 ... <u>15</u> ... <u>30</u> ... 70 °C	Conforms to Group II
-35 ... <u>0</u> ... <u>45</u> ... 75 °C	Conforms to Group III
0 ... <u>25</u> ... 40 °C	Reference value: 25 °C Nominal range of use: 0 °C to 40 °C
-5 ... <u>20</u> ... <u>30</u> ... 35 °C	Reference range: 20 °C to 30 °C Nominal range of use: -5 °C to 35 °C

7.3 Identification of connections and terminals

If so required for the correct use of the transducer, a diagram or table of connections shall be supplied and the terminals shall be clearly marked to show the proper method of connection.

If a terminal of a measuring circuit is intended to be kept at, or near to earth (ground) potential (for example, for safety or functional reasons), it shall either be marked with a capital N if it is intended to be connected to the neutral conductor of an a.c. supply circuit, or it shall be marked with symbol F-45 (see Table 7) in all other circumstances.

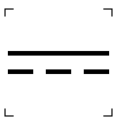
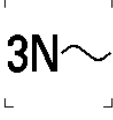
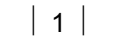
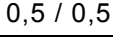
The earthing terminal(s) shall be marked using symbol(s) F-31 and/or F-42 to F-45, as appropriate.

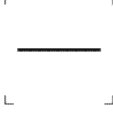
7.4 Information to be given in a separate document

The following information shall be given in the document supplied with the transducer:

- response time;
- the variation due to a magnetic field of external origin;
- the actual relationship between input and output. (see required indications according to type of curves given in 5.3 for output current transfer functions).

Table 7 – Symbols for marking transducers

No.	Item	Symbol
B Nature of input quantity(ies) and number of measuring circuits		
B-1	IEC 60417-5031: Direct current; D.C. circuit (for auxiliary supply only)	
B-2	IEC 60417-5032: Alternating current; A.C. circuit (single phase)	
B-3	D.C. and a.c. circuit	
B-4	IEC 60417-5032-1: Three-phase alternating current; Three-phase a.c. circuit (general symbol)	
B-6	One measuring element for three-wire network	
B-7	IEC 60417-5032-2: Three-phase alternating current with neutral conductor; One measuring element for four-wire network	
B-8	Two measuring elements for three-wire network with unbalanced load	
B-9	Two measuring elements for four-wire network with unbalanced load	
B-10	Three measuring elements for four-wire network with unbalanced load	
C Safety (see IEC 61010-1)		
E Accuracy class		
E-10	Class index (e.g. 1) when the fiducial value corresponds to the span	
E-11	Class index (e.g. 0,5) when the fiducial value corresponds to half the span	
F General symbols		

F-31	IEC 60417-5017: Earth; ground; Earth (ground) terminal (general symbol)	
F-33	ISO 7000-0434A: Caution; Caution.	
F-42	IEC 60417-5020: Frame or chassis; Frame or chassis terminal	
F-43	IEC 60417-5019: Protective earth; protective ground; Protective earth (ground) terminal	
F-44	IEC 60417-5018: Functional earthing; functional grounding (US); Functional earth terminal	
F-45	Measuring circuit earth (ground) terminal	
F-46	IEC 60417-5005: Plus; positive polarity; Positive terminal	
F-47	IEC 60417-5006: Minus; negative polarity; Negative terminal	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60688:2012

Bibliography

IEC 60044-7, *Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers*

IEC 60044-8, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers*

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

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

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

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

IEC 60381-1:1982, *Analogue signals for process control systems – Part 1: Direct current signals*

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

IEC 60770-2, *Transmitters for use in industrial-process control systems – Part 2: Methods for inspection and routine testing*

IEC 60770-3, *Transmitters for use in industrial-process control systems – Part 3: Methods for performance evaluation of intelligent transmitters*

ITU Recommendation O.41, *Psophometer for use on telephone-type circuits*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60688:2012

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
INTRODUCTION.....	46
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives.....	48
3 Termes et définitions	48
3.1 Termes généraux	49
3.2 Désignation des transducteurs selon le mesurande	51
3.3 Désignation des transducteurs selon leur charge aux bornes de sortie	52
3.4 Valeurs nominales.....	52
3.5 Réglage	53
3.6 Grandeurs d'influence et conditions de référence	54
3.7 Erreurs et variations	54
3.8 Précision, classe de précision et indice de classe	55
4 Indice de classe, limites admissibles de l'erreur intrinsèque, alimentation auxiliaire et conditions de référence	55
4.1 Architecture générale d'un transducteur	55
4.2 Indice de classe	56
4.3 Indice de classe pour un transducteur utilisé avec des capteurs	56
4.4 Erreur intrinsèque.....	57
4.5 Conditions à respecter pour la détermination de l'erreur intrinsèque	57
4.6 Alimentation auxiliaire	59
4.7 Exigences de sécurité: distances d'isolement et lignes de fuite	60
5 Prescriptions	60
5.1 Valeurs d'entrée	60
5.2 Valeurs des signaux de sortie analogiques	60
5.3 Fonction de transfert de sortie.....	61
5.4 Signaux de sortie numériques	64
5.5 Ondulation (pour les sorties analogiques).....	64
5.6 Temps de réponse.....	64
5.7 Variation due à un surplus du mesurande.....	64
5.8 Valeur limite du signal de sortie.....	64
5.9 Conditions limites de fonctionnement	65
5.10 Limites de l'étendue de mesure	65
5.11 Conditions limites de stockage et de transport.....	65
5.12 Plombage	65
5.13 Stabilité	65
6 Essais	65
6.1 Généralités.....	65
6.2 Variations dues à la tension de l'alimentation auxiliaire	67
6.3 Variations dues à la fréquence de l'alimentation auxiliaire	67
6.4 Variations dues à la température ambiante.....	68
6.5 Variations dues à la fréquence de la (des) grandeur(s) d'entrée(s)	69
6.6 Variations dues à la tension d'entrée	69
6.7 Variations dues au courant d'entrée	70
6.8 Variations dues au facteur de puissance	70
6.9 Variations dues à la charge de sortie.....	71

6.10	Variations dues à la forme d'onde de la grandeur (des grandeurs) d'entrée(s).....	72
6.11	Variations dues à un champ magnétique d'origine extérieure	72
6.12	Variations dues au déséquilibre des courants.....	73
6.13	Variations dues à l'interaction entre les éléments de mesure.....	74
6.14	Variation due à l'échauffement propre	74
6.15	Variation due à un fonctionnement continu	75
6.16	Variations dues aux tensions parasites en mode commun	75
6.17	Variations dues aux tensions parasites en mode série.....	76
6.18	Epreuve diélectrique, essais d'isolement et autres règles de sécurité.....	77
6.19	Essais à la tension de choc	77
6.20	Essai de perturbation en haute fréquence	77
6.21	Essai d'élévation de température.....	77
6.22	Autres essais	77
7	Marquage et informations	78
7.1	Marquage sur le boîtier	78
7.2	Informations concernant les conditions de référence et les domaines nominiaux d'utilisation des transducteurs	79
7.3	Identification des connexions et bornes	79
7.4	Informations à donner sur un document d'accompagnement.....	79
	Bibliographie.....	82
	Figure 1 – Architecture d'un transducteur	56
	Figure 2 – Courbes de la fonction de transfert	63
	Tableau 1 – Relation entre les limites de l'erreur intrinsèque, exprimée en pourcentage de la valeur conventionnelle, et l'indice de classe	56
	Tableau 2 – Conditions de mise en circuit préalable	57
	Tableau 3 – Conditions de référence relatives aux grandeurs d'influence et tolérances admises pour les essais.....	58
	Tableau 4 – Conditions de référence relatives au mesurande	59
	Tableau 5 – Groupes d'utilisation.....	66
	Tableau 6 – Exemples d'indications concernant les conditions de référence et les domaines nominaux d'utilisation pour la température	79
	Tableau 7 – Symboles utilisés pour les transducteurs	80

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSDUCTEURS ÉLECTRIQUES DE MESURE CONVERTISSANT LES GRANDEURS ÉLECTRIQUES ALTERNATIVES OU CONTINUES EN SIGNAUX ANALOGIQUES OU NUMÉRIQUES

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60688 a été établie par le comité d'études 85 de la CEI: Equipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette troisième édition remplace et annule la deuxième édition publiée en 1992 et ses Amendement 1 (1997) et Amendement 2 (2001), dont elle constitue une révision technique.

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

- extension du domaine d'application aux grandeurs continues;
- extension du domaine d'application aux composantes harmoniques, à la distorsion harmonique totale et à la puissance apparente;
- adaptation des exigences aux transducteurs numériques;
- mise à jour des références normatives;
- mise à jour des exigences de sécurité avec les normes de la série IEC 61010;

- mise à jour des exigences CEM avec la CEI 61326-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/421/FDIS	85/436/RVD

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

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- prescriptions et définitions: caractères romains;
- NOTES: petits caractères romains;
- *conformité*: caractères italiques.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60688:2012

INTRODUCTION

Les nouveaux transducteurs peuvent maintenant être équipés de microprocesseurs utilisant des signaux numériques, des méthodes de communication, des capteurs auxiliaires. Ceci les rend plus complexes que des transducteurs analogiques conventionnels et leur donne une valeur ajoutée considérable.

Le système de classification par indice de classe, utilisé dans la présente norme est fondé sur la série CEI 60051: *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*. Dans ce système de classification, les variations admissibles du signal de sortie dues aux variations des grandeurs d'influence – température ambiante, tension, fréquence, etc. – sont prises en compte dans la classification.

Il apparaît nécessaire d'attirer l'attention sur les particularités de ce système d'indice de classe. Si, par exemple, un transducteur est de Classe 1, cela ne veut pas dire que, dans les conditions pratiques d'utilisation, l'erreur sera inférieure ou égale à ± 1 % du signal de sortie, ou à ± 1 % de la pleine échelle – cela signifie que l'erreur ne devrait pas dépasser ± 1 % de la valeur conventionnelle pour des conditions strictement spécifiées. Lorsque les grandeurs d'influence varient entre les limites spécifiées du domaine nominal d'utilisation, il peut se produire une variation de la valeur comparable à la valeur de l'erreur intrinsèque, et cela pour chaque grandeur d'influence.

L'erreur admissible d'un transducteur dans les conditions de fonctionnement est la somme de l'erreur intrinsèque admissible et des variations admissibles dues à chacune des grandeurs d'influence. Cependant, l'erreur réelle est probablement beaucoup plus faible, car il est peu probable que les grandeurs d'influence prennent simultanément leurs valeurs les plus défavorables, des variations s'annulant l'une l'autre. Il est donc important que ces faits soient pris en considération dans la spécification d'un transducteur pour une application particulière.

D'autre part, quelques termes utilisés dans la présente norme sont différents de ceux utilisés dans la CEI 60051 en raison des différences fondamentales qui existent entre les appareils de mesure indicateurs et les transducteurs de mesure.

Toutes les exigences relatives aux qualités de fonctionnement sont rapportées à la grandeur de sortie. Deux valeurs de cette dernière sont fondamentales:

- «la valeur nominale», qui peut être, selon le cas, positive, négative ou bien positive et négative;
- «l'intervalle de sortie», qui est la gamme des valeurs du signal de sortie, depuis la valeur maximale positive jusqu'à la valeur maximale négative, le cas échéant.

TRANSDUCTEURS ÉLECTRIQUES DE MESURE CONVERTISSANT LES GRANDEURS ÉLECTRIQUES ALTERNATIVES OU CONTINUES EN SIGNAUX ANALOGIQUES OU NUMÉRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux transducteurs à grandeurs d'entrées et de sorties électriques destinés à mesurer des grandeurs électriques alternatives ou continues. Le signal de sortie peut être sous la forme de courant continu analogique ou d'une tension continue ou d'un signal numérique. Dans ce cas, la partie du transducteur utilisée à des fins de communication doit pouvoir être compatible avec le système extérieur.

Cette norme s'applique aux transducteurs de mesure destinés à convertir des grandeurs électriques alternatives, telles que:

- courants,
- tensions,
- puissances actives,
- puissances réactives,
- facteurs de puissance,
- angles de phase,
- fréquences,
- les harmoniques et la distorsion harmonique totale,
- puissances apparentes

en signal de sortie.

Ce standard ne s'applique pas pour:

- les transformateurs de mesure répondant aux normes de la série CEI 60044;
- les transducteurs utilisés dans le processus industriel répondant aux normes de la série CEI 60770;
- les dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD) répondant à la norme CEI 61557-12.

Dans l'étendue de mesure, le signal de sortie varie en fonction du mesurande. Une alimentation auxiliaire peut être nécessaire.

Cette norme s'applique:

- a) si la fréquence nominale de la ou des grandeurs d'entrée est comprise entre 0 Hz et 1 500 Hz;
- b) si un transducteur fait partie d'une chaîne de mesure d'une grandeur non électrique, cette norme peut être appliquée au transducteur de mesure électrique, si, par ailleurs, celui-ci fait partie du domaine d'application;
- c) aux transducteurs destinés à une utilisation générale, par exemple à la télémessure, à la commande de processus et dans un des nombreux environnements spécifiés.

La présente Norme internationale a pour objet:

- de spécifier la terminologie et les définitions relatives aux transducteurs dont l'application principale est du domaine de l'industrie;
- d'unifier les méthodes d'essai utilisées pour évaluer les caractéristiques de fonctionnement des transducteurs;
- de spécifier les limites de précision et les valeurs de sortie des transducteurs.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60051-1:1997, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires – Partie 1: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties*

CEI 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essais Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essais Ea et guide: Chocs*

CEI 60255-151, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 151: Exigences fonctionnelles pour les protections à minimum et maximum de courant*

CEI 61010 (toutes les parties), *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire*

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

CEI 61010-2-030, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les circuits de test et de mesure*

CEI 61326 (toutes les parties), *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM*

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

CEI 61557-12, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 12: Dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD)*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

NOTE Se reporter à la Bibliographie pour la liste des publications informatives.

3 Termes et définitions

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

3.1 Termes généraux

3.1.1

transducteur de mesure électrique

transducteur

appareil destiné à convertir, à des fins de mesure, un mesurande électrique alternatif ou continu en courant continu, tension continue ou signal numérique

3.1.2

transducteur de mesure analogique

appareil destiné à convertir, à des fins de mesure, un mesurande électrique alternatif ou continu en courant continu, tension continue

3.1.3

transducteur de mesure numérique

appareil destiné à convertir, à des fins de mesure, un mesurande électrique alternatif ou continu en signal numérique

3.1.4

alimentation auxiliaire

alimentation en courant alternatif ou continu, autre que le mesurande, nécessaire pour assurer le fonctionnement correct du transducteur

3.1.5

circuit auxiliaire

circuit généralement alimenté par l'alimentation auxiliaire

Note 1 à l'article: Le circuit auxiliaire est parfois alimenté à partir d'une des grandeurs d'entrées.

3.1.6

transducteur à zéro décalé

transducteur dont le signal de sortie a une valeur prédéterminée différente de zéro lorsque le mesurande a une valeur nulle

3.1.7

transducteur à zéro supprimé

transducteur dont le signal de sortie est égal à zéro, pour un mesurande supérieur à zéro

3.1.8

facteur total de distorsion

rapport de la valeur efficace du résidu total de distorsion à la valeur efficace d'une grandeur alternative

Note 1 à l'article: Le facteur total de distorsion dépend du choix de la composante fondamentale. En cas d'ambiguïté dans le contexte on indique de quelle composante il s'agit.

3.1.9

charge de sortie

pour les signaux analogiques, résistance totale des circuits et des appareils connectés extérieurement aux bornes de sortie du transducteur

3.1.10

ondulation d'un signal de sortie analogique

dans des conditions d'entrée en régime permanent, le quotient, exprimé en pourcentage, de la valeur crête à crête de la composante alternative du signal de sortie analogique, par la valeur conventionnelle

3.1.11

signal de sortie

représentation analogique ou numérique du mesurande

3.1.12

puissance de sortie

puissance disponible aux bornes de sortie du transducteur

3.1.13

courant de sortie

tension de sortie

pour les signaux analogiques, courant (tension) produit par le transducteur ayant une fonction analogue au mesurande

3.1.14

courant de sortie réversible

tension de sortie réversible

pour les signaux analogiques, courant (tension) de sortie qui change de polarité quand le mesurande change de signe ou de sens

3.1.15

élément de mesure d'un transducteur

composant ou sous-ensemble d'un transducteur convertissant le mesurande, ou une partie du mesurande, en un signal correspondant

3.1.16

transducteur à élément de mesure unique

transducteur ayant un seul élément de mesure

3.1.17

transducteur à éléments de mesure multiples

transducteur ayant au moins deux éléments de mesure, les signaux des éléments individuels étant combinés pour donner un signal de sortie qui correspond au mesurande

3.1.18

transducteur combiné

transducteur possédant au moins deux circuits de mesure réalisant des fonctions identiques ou non

3.1.19

temps de réponse

temps qui s'écoule entre l'instant d'application d'un changement spécifié du mesurande et l'instant à partir duquel le signal de sortie atteint et reste à sa valeur finale permanente ou à l'intérieur d'un intervalle spécifié centré sur cette valeur

3.1.20

tension disponible

tension de sortie maximale permettant de garantir la précision

pour les transducteurs à charge de sortie variable dont la grandeur de sortie est un courant, la valeur de la tension aux bornes de sortie jusqu'à laquelle le transducteur satisfait aux prescriptions de la présente norme

3.1.21

tension parasite en mode série à la sortie

tension alternative indésirable apparaissant en série entre les bornes de sortie et la charge

3.1.22

tension parasite en mode commun à la sortie

tension alternative indésirable, commune entre chacune des bornes de sortie et un point de référence

3.1.23**conditions de stockage**

conditions, définies par les domaines des grandeurs d'influence, comme la température ou toute autre condition spéciale, dans lesquelles le transducteur peut être stocké (hors fonctionnement) sans dommage

3.1.24**stabilité**

aptitude d'un transducteur à conserver ses caractéristiques de fonctionnement sans modification pendant une durée déterminée, lorsque les grandeurs d'influence restent à l'intérieur de leurs domaines spécifiés

3.1.22.1**stabilité à court terme**

stabilité sur une période de 24 h

3.1.22.2**stabilité à long terme**

stabilité sur une période d'un an

3.1.25**groupe d'utilisation**

groupe de transducteurs capable de fonctionner dans des conditions d'environnement spécifiées

3.2 Désignation des transducteurs selon le mesurande**3.2.1****transducteur de tension**

transducteur destiné à la mesure d'une tension alternative ou continue

3.2.2**transducteur de courant**

transducteur destiné à la mesure d'un courant alternatif ou continu

3.2.3**transducteur de puissance apparente**

transducteur destiné à la mesure d'une puissance électrique apparente

3.2.4**transducteur de puissance active**

transducteur destiné à la mesure d'une puissance électrique active

3.2.5**transducteur de puissance réactive**

transducteur destiné à la mesure d'une puissance électrique réactive

3.2.6**transducteur de fréquence**

transducteur destiné à la mesure de la fréquence d'une grandeur électrique alternative

3.2.7**transducteur d'angle de phase****transducteur de phase**

transducteur destiné à la mesure du déphasage existant entre deux grandeurs électriques alternatives de même fréquence

3.2.8

transducteur de facteur de puissance

transducteur destiné à la mesure du facteur de puissance d'un circuit à courant alternatif

3.2.9

transducteur d'harmoniques

transducteur destiné à la mesure des harmoniques ou à la distorsion harmonique totale d'un circuit alternatif

3.3 Désignation des transducteurs selon leur charge aux bornes de sortie

3.3.1

transducteur à charge de sortie fixe

transducteur qui ne satisfait aux prescriptions de la présente norme que lorsque sa charge de sortie a sa valeur nominale, dans les tolérances spécifiées

3.3.2

transducteur à charge de sortie variable

transducteur qui satisfait aux prescriptions de la présente norme pour toute valeur de la charge de sortie comprise dans un certain domaine

3.4 Valeurs nominales

3.4.1

valeur nominale

valeur, ou une des valeurs, indiquant l'utilisation prévue d'un transducteur

Note 1 à l'article: Les valeurs nominales inférieures et supérieures du mesurande sont celles qui correspondent aux valeurs nominales inférieures et supérieures du signal de sortie.

3.4.2

intervalle de sortie

différence algébrique entre la valeur nominale supérieure et la valeur nominale inférieure du signal de sortie

3.4.3

valeur conventionnelle

valeur à laquelle on se réfère pour spécifier la précision d'un transducteur

Note 1 à l'article: La valeur conventionnelle est l'intervalle de sortie, sauf pour les transducteurs ayant un signal de sortie réversible et symétrique: dans ce cas la valeur conventionnelle peut être la moitié de l'intervalle de sortie, suivant la spécification du constructeur

3.4.4

tension nominale d'isolement

tension la plus élevée par rapport à la terre d'un transducteur qui définit sa tension d'épreuve diélectrique

3.4.5

facteur de puissance nominal

facteur par lequel il faut multiplier le produit de la tension nominale par le courant nominal pour obtenir la puissance nominale

$$\text{Facteur de puissance nominal} = \frac{\text{puissance nominale}}{\text{tension nominale} \times \text{courant nominal}}$$

Note 1 à l'article: Quand le courant et la tension sont des grandeurs sinusoïdales, le facteur de puissance nominal est $\cos \varphi$ ou φ est le déphasage entre le courant et la tension. Pour les transducteurs de puissance réactive, le facteur de puissance nominal est $\sin \varphi$.

3.4.6**valeurs maximales admissibles du courant et de la tension d'entrée**

valeurs du courant et de la tension indiquées par le constructeur comme étant les valeurs que le transducteur peut supporter indéfiniment sans dommage

3.4.7**valeur limite du signal courant de sortie****valeur limite du signal tension de sortie**

valeur supérieure du signal (courant ou tension) de sortie qui, par conception, ne peut pas être dépassée, quelles que soient les conditions d'utilisation

3.4.8**étendue de mesure**

l'étendue définie par deux valeurs du mesurande à l'intérieur de laquelle les qualités de fonctionnement satisfont aux prescriptions de la présente norme

(SOURCE: CEI 60051-1:1997, 2.4.3, modifiée – le libellé de la définition a été changé.)

3.4.9**valeur nominale de la tension mesurée**

valeur nominale de la tension du circuit extérieur (par exemple, l'enroulement secondaire d'un transformateur de tension) auquel le circuit d'entrée de tension du transducteur doit être connecté

3.4.10**valeur nominale du courant mesuré**

valeur nominale du courant du circuit extérieur (par exemple l'enroulement secondaire d'un transformateur de courant) auquel le circuit d'entrée de courant du transducteur doit être connecté

3.4.11**valeur nominale du mesurande**

pour les transducteurs de puissance active et réactive, valeur de la grandeur mesurée correspondant aux valeurs nominales de la tension et du courant mesurés, et du facteur de puissance

3.5 Réglage

Certains transducteurs peuvent être fournis avec la possibilité d'ajustage par l'utilisateur. (Il faut noter que les alimentations et l'équipement de mesurage devront donner une stabilité et une précision appropriées). Les définitions suivantes sont applicables à ces transducteurs.

3.5.1**valeur d'étalonnage**

valeur d'une grandeur à laquelle est amenée la valeur nominale par réglage accessible à l'utilisateur pour une application particulière

3.5.2**valeur d'étalonnage de la tension mesurée**

valeur de la tension appliquée au circuit d'entrée de tension du transducteur

3.5.3**valeur d'étalonnage du courant mesuré**

valeur du courant appliqué au circuit d'entrée de courant du transducteur

3.5.4**valeur d'étalonnage du mesurande**

valeur du mesurande après action sur le réglage accessible à l'utilisateur

3.5.5

valeur d'étalonnage du signal de sortie

valeur du signal de sortie du transducteur correspondant à la valeur d'étalonnage du mesurande après ajustage.

3.5.6

gamme d'ajustage

gamme possible de valeurs d'ajustage du courant ou de la tension mesurée

3.5.7

rapport de conversion

relation de la valeur du mesurande à la valeur correspondante du signal de sortie

3.6 Grandeurs d'influence et conditions de référence

3.6.1

grandeur d'influence

grandeur (autre que le mesurande) susceptible d'affecter la qualité de mesure d'un transducteur

3.6.2

conditions de référence

conditions spécifiées pour lesquelles le transducteur satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs intrinsèques.

Note 1 à l'article: Ces conditions peuvent être définies par une valeur ou un domaine de référence.

3.6.2.1

valeur de référence

valeur spécifiée unique d'une grandeur d'influence pour laquelle le transducteur satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs intrinsèques

3.6.2.2

domaine de référence

domaine spécifié des valeurs d'une grandeur d'influence pour lequel le transducteur satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs intrinsèques

3.6.3

domaine nominal d'utilisation

domaine spécifié des valeurs qu'une grandeur d'influence peut prendre sans que le signal de sortie du transducteur sorte des limites spécifiées

3.7 Erreurs et variations

3.7.1

erreur

valeur réelle du signal de sortie moins la valeur que devrait avoir ce signal de sortie, en prenant leurs expressions algébriques

3.7.2

erreur exprimée en pourcentage de la valeur conventionnelle

cent fois le quotient de l'erreur par la valeur conventionnelle

3.7.3

erreur intrinsèque

erreur déterminée lorsque le transducteur est dans les conditions de référence

3.7.4**variation due à une grandeur d'influence**

différence entre les deux valeurs du signal de sortie, pour une même valeur du mesurande, lorsqu'une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs spécifiées différentes

3.7.5**variation due à une grandeur d'influence exprimée en pourcentage de la valeur conventionnelle**

cent fois le quotient de la variation due à une grandeur d'influence par la valeur conventionnelle

3.8 Précision, classe de précision et indice de classe**3.8.1****précision**

valeur définie par les limites de l'erreur intrinsèque et les limites des variations

3.8.2**classe de précision**

ensemble des transducteurs dont la précision est caractérisée par le même nombre si ces transducteurs satisfont à toutes les prescriptions de la présente norme

3.8.3**indice de classe**

nombre qui désigne la classe de précision

Note 1 à l'article: L'indice de classe est utilisé pour l'erreur intrinsèque aussi bien que pour les variations.

Note 2 à l'article: Dans toute la présente norme, l'expression «x % de l'indice de classe» signifie: «x % des limites de l'erreur correspondant à l'indice de classe».

4 Indice de classe, limites admissibles de l'erreur intrinsèque, alimentation auxiliaire et conditions de référence**4.1 Architecture générale d'un transducteur**

Organisation de la chaîne de mesure: la grandeur électrique à mesurer doit être directement accessible, ce qui est généralement le cas dans les réseaux basse tension, ou accessible via un capteur de mesure comme un capteur de tension (VS) ou un capteur de courant (CS).

La Figure 1 ci-dessous représente l'architecture standard d'un transducteur

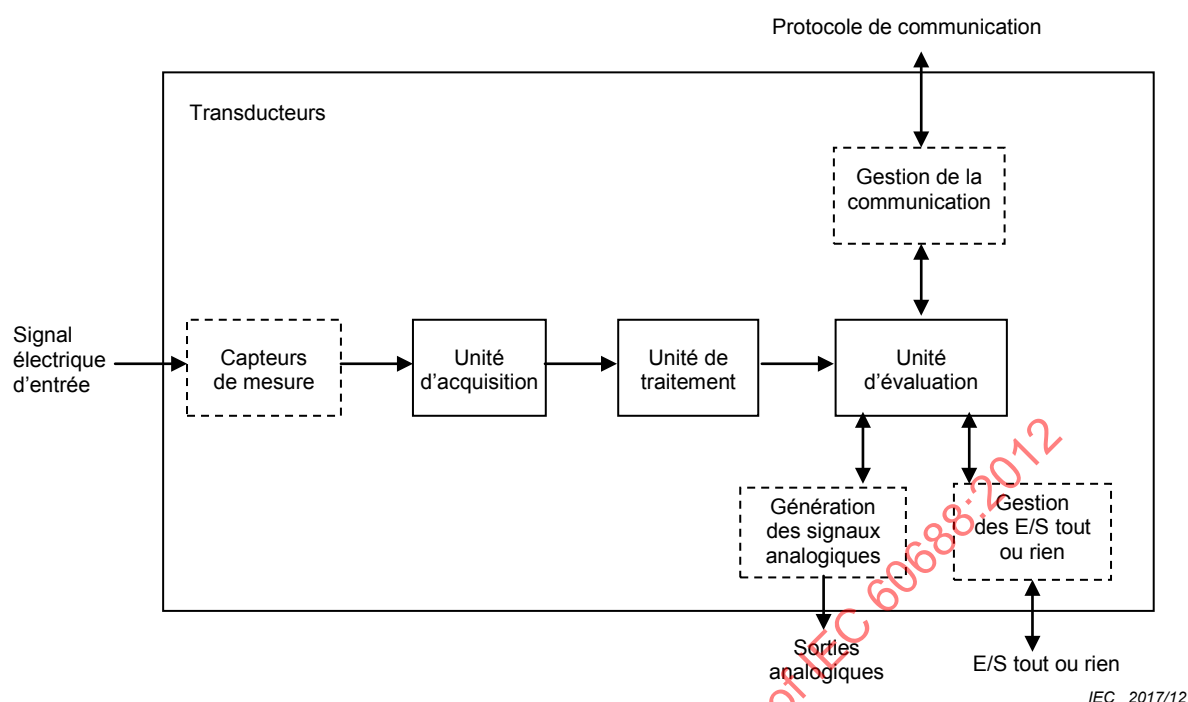


Figure 1 – Architecture d'un transducteur

4.2 Indice de classe

L'indice de classe pour un transducteur doit être choisi parmi les valeurs données au Tableau 1.

Cette définition de l'indice de classe s'applique seulement aux sorties analogiques des transducteurs.

Tableau 1 – Relation entre les limites de l'erreur intrinsèque, exprimée en pourcentage de la valeur conventionnelle, et l'indice de classe

Indice de classe	0,2	0,5	1	2	2,5	3	5	10	20
Limites de l'erreur	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 1 \%$	$\pm 2 \%$	$\pm 2,5 \%$	$\pm 3 \%$	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$	$\pm 20 \%$

NOTE Les indices de classes de 0,3 et 1,5 bien que non préférentiels, peuvent être utilisés.

4.3 Indice de classe pour un transducteur utilisé avec des capteurs

Si des transducteurs sont utilisés avec des capteurs, le constructeur doit spécifier la classe de précision de l'ensemble transducteur et capteurs.

Dans certains cas, quand un transducteur n'inclut pas de capteurs, les incertitudes associées ne sont pas considérées. Quand un transducteur inclut des capteurs, les incertitudes associées sont considérées.

4.4 Erreur intrinsèque

Le transducteur étant placé dans les conditions de référence, l'erreur en un point quelconque entre les valeurs inférieures et supérieures nominales du signal de sortie ne doit pas dépasser les limites de l'erreur intrinsèque, exprimées en pourcentage de la valeur conventionnelle, indiquées au Tableau 1.

Les corrections éventuellement indiquées dans un tableau accompagnant le transducteur ne doivent pas être prises en considération pour la détermination des erreurs.

4.5 Conditions à respecter pour la détermination de l'erreur intrinsèque

4.5.1 Avant la mise en circuit préalable et avant la détermination de l'erreur intrinsèque, le transducteur doit être réglé selon les prescriptions du constructeur. Le transducteur doit être à la température de référence.

4.5.2 Le transducteur doit être alimenté dans les conditions indiquées au Tableau 2.

Tableau 2 – Conditions de mise en circuit préalable

Conditions	Valeurs
Tension (y compris toute alimentation auxiliaire)	Valeur nominale
Courant	Valeur nominale
Fréquence	Valeur de référence
Facteur de puissance	Valeur de référence
Durée entre la mise en circuit et le début de la détermination des erreurs	30 min

4.5.3 Après la mise en circuit préalable spécifiée, les transducteurs munis de dispositifs de réglage accessibles à l'utilisateur doivent être réglés selon les instructions du constructeur.

4.5.4 Les conditions de référence pour chaque grandeur d'influence sont indiquées au Tableau 3. Les conditions de référence relatives au mesurande sont indiquées au Tableau 4.

Tableau 3 – Conditions de référence relatives aux grandeurs d'influence et tolérances admises pour les essais

Grandeur d'influence	Conditions de référence en l'absence d'indication	Tolérances admises pour les essais dans le cas où une valeur de référence est spécifiée ^a
Température ambiante	A indiquer dans le rapport d'essai de type	±1 °C
Groupe d'utilisation (voir 6.1.2)		
I	K55	–
II	K70	–
III	Kx ^c	–
Fréquence de la grandeur d'entrée		
Non sensible à la fréquence	Valeur nominale	±2 %
Sensible à la fréquence	A indiquer dans le rapport d'essai de type	±0,1 %
Forme d'onde de la grandeur d'entrée	Sinusoïdale, sauf pour les transducteurs d'harmoniques	Le facteur de distorsion × 100 ne doit pas excéder l'indice de classe sauf indication contraire du constructeur
Charge de sortie		
Transducteurs à charge de sortie fixe	Valeur nominale	±1 %
Transducteurs à charge de sortie variable	Valeur moyenne du domaine nominal	±1 %
Alimentation auxiliaire		
Tension alternative	Valeur nominale	±2 %
Tension continue	Valeur nominale	±1 %
Fréquence	Valeur nominale	±1 %
Facteur de distorsion	0,05 maximum	–
Champ magnétique d'origine extérieure	Nul	40 A/m à une fréquence quelconque du courant continu à 65 Hz et dans une direction quelconque ^b
^a Lorsqu'un domaine de référence est indiqué, aucune tolérance n'est admise. ^b 40 A/m est à peu près la valeur la plus élevée du champ magnétique terrestre. ^c Kx représente les conditions étendues.		

Tableau 4 – Conditions de référence relatives au mesurande

Mesurande	Conditions de référence		
	Tension	Courant	Facteur de puissance, active ou réactive
Puissance apparente	Tension nominale ± 2 %	Courant quelconque entre zéro et le courant nominal	$ \cos \varphi $ ou $ \sin \varphi = 1,0$ à $0,8$ inductif ou capacitif
Puissance active	Tension nominale ± 2 %	Courant quelconque entre zéro et le courant nominal	$ \cos \varphi = 1,0$ à $0,8$ inductif ou capacitif
Puissance réactive	Tension nominale ± 2 %	Courant quelconque entre zéro et le courant nominal	$ \sin \varphi = 1,0$ à $0,8$ inductif ou capacitif ^a
Angle de phase ou facteur de puissance	Tension nominale ± 2 %	40% à 100 % du courant nominal	–
Fréquence	Tension nominale ± 2 %	–	–
Grandeurs polyphasées	Tensions symétriques ^b	Courants symétriques ^b	–

^a Les transducteurs de puissance active, réactive et apparente sont normalement utilisés ensemble et sont connectés aux mêmes transformateurs de courant et de tension. Il faut noter que $\sin \varphi = 1,0$ à $0,8$ est utilisé ici seulement pour la simplification des essais.

^b La différence entre n'importe laquelle des deux tensions simples et deux tensions composées ne doit pas excéder 1 % de leur moyenne (tensions simple et composée, respectivement). Aucun des courants dans les conducteurs de phases ne doit différer de plus de 1 % de la moyenne des courants.

Les déphasages présentés par chacun des courants avec la tension simple (étoile) correspondante ne doivent pas différer entre eux de plus de 2°.

Lorsque les interactions entre les différents éléments de mesure d'un transducteur à éléments de mesure multiples sont bien caractérisées, l'essai du transducteur avec une source monophasée est acceptable.

4.6 Alimentation auxiliaire

4.6.1 Généralités

Quelques-uns des transducteurs traités dans la présente norme peuvent nécessiter une **alimentation auxiliaire**. Celle-ci est spécifiée en deux grandes familles, alimentations en courant continu et alimentations en courant alternatif.

4.6.2 Alimentation en courant continu

- La valeur de la tension de l'alimentation en courant continu doit être une de celles spécifiées en 5.1.3.
- L'alimentation par batterie peut être référencée par rapport à la masse ou rester flottante. Des moyens appropriés doivent être prévus dans le transducteur pour assurer une séparation galvanique entre l'alimentation et les circuits d'entrée/sortie du transducteur (pour les détails des essais diélectriques, voir 6.18) .
- Le transducteur doit supporter une ondulation résiduelle de tension, jusqu'à un maximum de 10 % crête-à-crête ajouté à l'alimentation en courant continu.
- Le bruit réinjecté dans la batterie par le transducteur doit être limité à 100 mV crête-à-crête, lorsqu'il est mesuré avec une résistance de source spécifiée, à toutes les fréquences jusqu'à 100 MHz.

De plus, lorsque la batterie alimentant le transducteur est également utilisée pour le téléphone, le bruit ne doit pas excéder 2 mV psophométrique.

NOTE Les caractéristiques de pondération psophométrique sont données dans la Recommandation O.41 de l'UIT-T

4.6.3 Alimentation en courant alternatif

La valeur nominale de la tension de l'alimentation en courant alternatif doit être une de celles spécifiées en 5.1. Cette tension peut être fournie par une alimentation séparée ou peut être dérivée de la tension ou du courant mesuré.

4.7 Exigences de sécurité: distances d'isolement et lignes de fuite

Transducteurs doivent être conformes aux exigences de sécurité de la série CEI 61010 ainsi qu'avec celles des paragraphes suivants.

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite doivent être choisies au moins conformément aux éléments suivants:

- degré de pollution 2,
- catégorie de mesure III pour les circuits d'entrée de mesure,
- catégorie de surtension III pour les circuits d'alimentation sur le réseau.

NOTE 1 La catégorie de mesure est définie dans la CEI 61010-2-030.

5 Prescriptions

5.1 Valeurs d'entrée

5.1.1 Les valeurs nominales de la tension, du courant, de la fréquence et de l'alimentation auxiliaire doivent être spécifiées par le constructeur.

5.1.2 Gamme d'ajustage pour les transducteurs munis d'un dispositif de réglage accessible à l'utilisateur:

- a) pour la tension d'entrée: 80 % à 120 % de la valeur nominale;
- b) pour le courant d'entrée: 60 % à 130 % de la valeur nominale.

Cela signifie que la valeur nominale du signal de sortie peut être obtenue pour une valeur d'ajustage quelconque du mesurande dans les gammes indiquées ci-dessus.

5.1.3 La valeur nominale préférentielle des alimentations auxiliaires en courant continu sera 24 V, 48 V ou 110 V.

5.2 Valeurs des signaux de sortie analogiques

5.2.1 Généralités

Les valeurs nominales inférieures et supérieures du signal de sortie et de la tension disponible doivent être choisies parmi celles mentionnées en 5.2.2 et 5.2.3 ou 5.2.6.

5.2.2 Courant de sortie

Le signal 4 mA à 20 mA est préféré.

NOTE La condition «0 mA» a une signification spéciale (CEI 60381-1).

Les autres valeurs admissibles sont:

- 0 mA à 20 mA
- 0 mA à 1 mA
- 0 mA à 10 mA
- 1 mA to 1 mA

- 5 mA to 5 mA
- 10 mA to 10 mA
- 20 mA to 20 mA

5.2.3 Tension disponible

- 10 V
- 15 V

5.2.4 Tension de sortie maximale

Le constructeur doit donner la valeur maximale que peut prendre la tension de sortie lorsque la charge de sortie et l'entrée prennent des valeurs quelconques. Cette tension ne doit pas dépasser la limite de la très basse tension de sécurité.

5.2.5 Risque d'interférence sur courant de sortie

L'attention est attirée sur les problèmes d'interférence qui peuvent se poser si le courant de sortie est faible.

5.2.6 Tension de sortie

- 0V à 1 V
- 0 V à 10 V
- 1 V à 1 V
- 10 V à 10 V

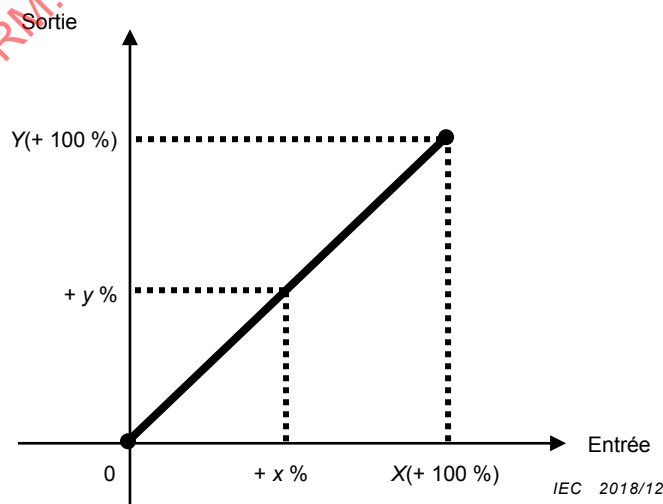
NOTE Les transducteurs ayant une sortie en tension sont non préférés.

5.3 Fonction de transfert de sortie

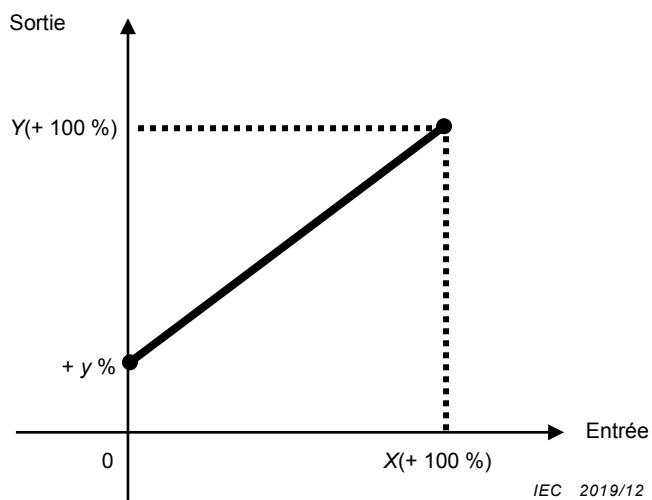
Pour les transducteurs analogiques la fonction de transfert utilisée doit être une des courbes suivantes:

Pour les transducteurs analogiques, les variables x , y , y_1 , y_2 peuvent être réglables.

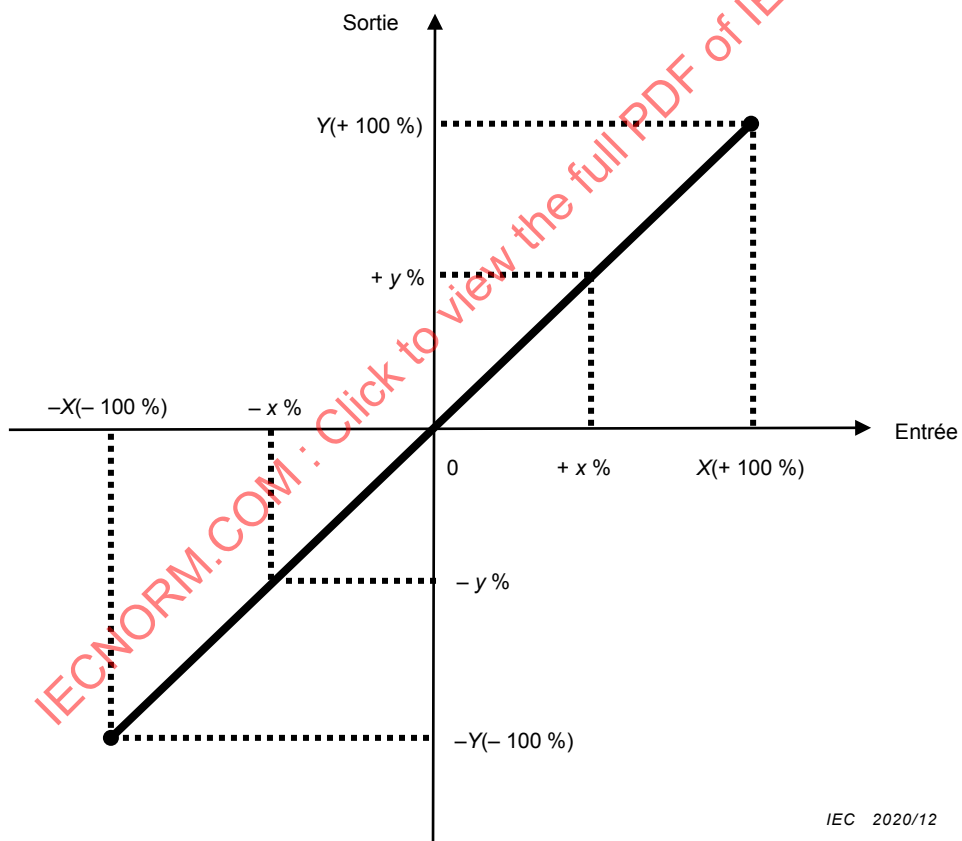
Courbe A:

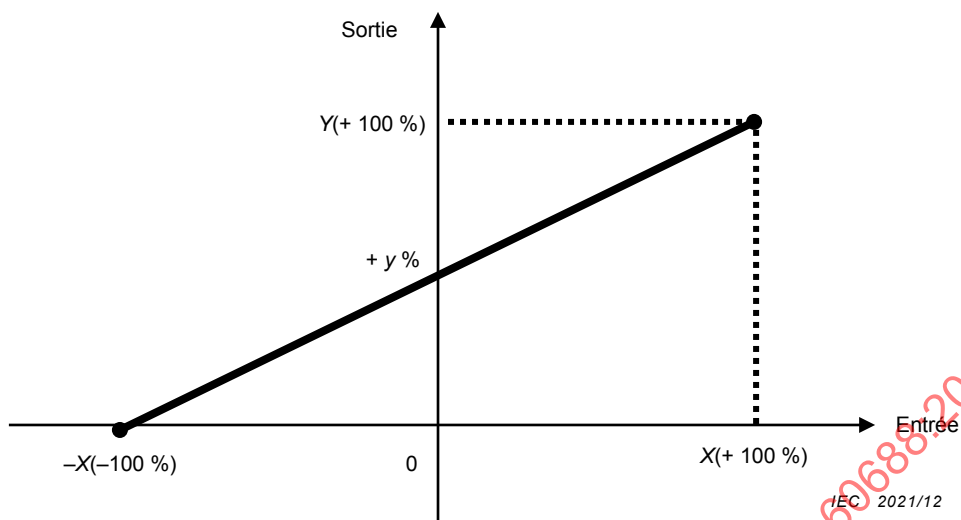
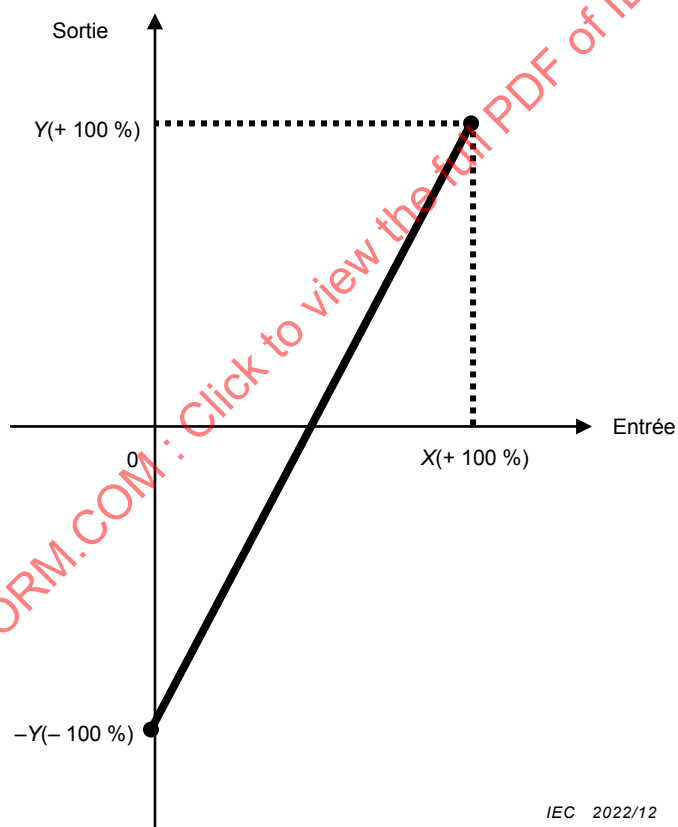


Courbe B:



Courbe C:



Courbe D:**Courbe E:****Courbe F (tous les autres types de courbes)**

La classe de précision doit être vérifiée en chaque point de la fonction de transfert selon la formule: $\frac{Y-R}{R} \times 100$

NOTE Pour les courbes type F, remplacer dans toutes les formules suivantes F par R .

Figure 2 – Courbes de la fonction de transfert

5.4 Signaux de sortie numériques

Les signaux de sortie numériques choisis doivent correspondre avec les prescriptions pour les transducteurs concernant la précision et le temps de réponse ainsi que pour les prescriptions du système de communication.

Pour une sortie numérique la classe d'index doit être conforme aux caractéristiques des classes décrites dans la norme CEI 61557-12.

Si des relais de sortie sont fournis ils devront être conformes à la norme CEI 60255-151.

5.5 Ondulation (pour les sorties analogiques)

L'ondulation maximale de la grandeur du signal de sortie ne doit pas excéder deux fois l'indice de classe.

5.6 Temps de réponse

5.6.1 Avant la détermination du temps de réponse, le transducteur doit être dans les conditions de référence et le circuit auxiliaire doit être alimenté au moins pendant la durée de préconditionnement, à moins qu'il ne soit alimenté par une des grandeurs d'entrée et qu'il ne soit pas indépendant.

5.6.2 Le temps de réponse doit être indiqué par le constructeur et doit être déterminé pour une entrée en échelon qui fait varier le signal de sortie de 0 % à 90 % de la valeur conventionnelle.

5.6.3 Si un essai dans lequel on fait décroître la grandeur d'entrée est nécessaire, l'échelon de la grandeur d'entrée doit faire varier le signal de sortie de 100 % à 10 % de la valeur conventionnelle.

5.6.4 L'intervalle (voir le 3.1.19) doit correspondre à ± 1 % de la valeur nominale supérieure du signal de sortie.

5.6.5 Les méthodes d'essai pour les transducteurs de fréquence et les transducteurs à zéro supprimé doivent être définies par le constructeur.

5.7 Variation due à un surplus du mesurande

Si, par accord, un transducteur doit fonctionner avec une entrée qui peut atteindre 150 % de la valeur nominale, la différence entre l'erreur intrinsèque à 100 % et l'erreur à 150 % de la valeur nominale de l'entrée (dans les conditions de référence) ne doit pas excéder 50 % de l'indice de classe.

Pour les transducteurs de puissance active et réactive, on obtient 150 % de la valeur nominale en augmentant le courant pendant que la tension est maintenue à sa valeur nominale.

5.8 Valeur limite du signal de sortie

La valeur du signal de sortie doit être limitée à un maximum de deux fois la valeur nominale supérieure.

Lorsque le mesurande n'est pas compris entre ses valeurs nominales inférieures et supérieures, le transducteur ne doit, en aucun cas, par exemple pour un courant excessif ou une tension trop faible, produire une sortie ayant une valeur comprise entre ses valeurs nominales inférieures et supérieures.

5.9 Conditions limites de fonctionnement

Les limites des domaines nominaux d'utilisation données à l'Article 6 sont celles dans lesquelles le transducteur satisfait aux prescriptions de cette norme. Il est possible de faire fonctionner le transducteur au-delà de ces limites mais l'utilisateur doit savoir que:

- la précision ne peut être maintenue et/ou
- la durée de vie opérationnelle peut être réduite.

Par exemple, plusieurs transducteurs peuvent fonctionner à une température ambiante très basse comme -25 °C et très élevée comme $+70\text{ °C}$ mais le constructeur doit être consulté au sujet de la dégradation prévue de la précision et de la durée de vie opérationnelle.

5.10 Limites de l'étendue de mesure

Lorsque les limites de l'étendue de mesure ne coïncident pas avec les valeurs nominales inférieures et supérieures de la sortie, les limites de l'étendue de mesure doivent être indiquées (voir 7.1 i)).

5.11 Conditions limites de stockage et de transport

Sauf indication contraire du constructeur, les transducteurs doivent être capables de subir, sans dommage, une exposition à des températures comprises entre -40 °C et $+70\text{ °C}$.

Après retour aux conditions de référence, ils doivent satisfaire aux prescriptions de la présente norme.

Le constructeur doit spécifier toute autre condition limite à respecter pour assurer l'intégrité du transducteur.

5.12 Plombage

Lorsque le transducteur est scellé pour empêcher des réglages non autorisés, l'accès aux circuits internes et aux composants situés dans le boîtier ne doit pas être possible sans que le scellé soit détruit.

5.13 Stabilité

Les transducteurs doivent respecter les limites appropriées d'erreur intrinsèque spécifiées pour leurs classes de précision respectives pendant une durée qui doit être spécifiée par le constructeur, pourvu que les conditions d'utilisation, de transport et de stockage spécifiées par le constructeur soient remplies.

NOTE En général la période ne sera pas inférieure à une année.

6 Essais

6.1 Généralités

6.1.1 Détermination des variations

Les variations sont déterminées pour chacune des grandeurs d'influence. Pendant les essais, toutes les autres grandeurs d'influence sont maintenues dans leurs conditions de référence.

Toutes les grandeurs d'influence sont données dans les paragraphes suivants, ainsi que les méthodes d'essais convenables, les calculs et les variations admissibles pour chaque groupe d'utilisation exprimées en pourcentage de l'indice de classe. Aucune des variations déterminées ne doit excéder les valeurs admissibles.

Les variations doivent être déterminées à la valeur nominale supérieure de la sortie et à, au moins, un autre point. Pour les transducteurs de puissance apparente, active et réactive ces valeurs doivent être obtenues en maintenant la tension et le facteur de puissance dans leurs conditions de référence et en faisant varier l'intensité du courant.

Lorsqu'un domaine de référence est spécifié, la grandeur d'influence doit varier entre chacune des limites du domaine de référence et une valeur quelconque de la partie du domaine nominal d'utilisation qui est adjacente à la limite du domaine de référence choisi.

6.1.2 Conditions d'environnement

Les conditions de température et d'humidité doivent être classées d'après la sévérité dictée par le groupe d'utilisation conformément au Tableau 5.

Tableau 5 – Groupes d'utilisation

	Classe de température K55 des transducteurs	Classe de température K70 des transducteurs	Classe de température Kx ^b des transducteurs
Groupe d'utilisation	I	II	III
Plage de fonctionnement assignée (avec incertitude spécifiée)	–5 °C à +55 °C	–25 °C à +70 °C	Supérieure à +70 °C et/ou inférieure à –25 °C ^a
Plage limite de fonctionnement (pas de défaillance de matériels)	–5 °C à +55 °C	–25 °C à +70 °C	Supérieure à +70 °C et/ou inférieure à –25 °C ^a
Plage limite pour le stockage et le transport	–25 °C à +70 °C	–40 °C à +85 °C	Selon la spécification du constructeur ^a
a Les limites sont définies par le constructeur, conformément avec l'application.			
b Kx représente les conditions étendues.			

Dans la présente norme, la température ambiante est la température mesurée en un seul point représentatif, le transducteur fonctionnant normalement. Ce point de mesure doit être tout proche du transducteur, ventilé librement et ne doit pas être affecté par la chaleur dégagée par le transducteur ou exposé directement aux rayons solaires ou autres sources de chaleur.

L'humidité n'est pas considérée comme une grandeur d'influence si les conditions d'environnement sont dans les limites spécifiées.

6.1.3 Calculs

Dans les paragraphes suivants, un calcul est nécessaire en rapport avec une formule. Les termes des formules suivent un principe général:

- R est la valeur du signal de sortie sous les conditions de référence;
- X (ou Y) est la valeur du signal de sortie mesuré à une limite de la grandeur d'influence;
- F est la valeur conventionnelle.

NOTE Pour les courbes de type F , remplacer F par R dans toutes les formules suivantes.