

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electrical measuring transducers for converting AC and DC 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

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-4413-5

**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.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references.....	13
3 Terms and definitions	13
3.1 General terms	13
3.2 Terms describing transducers according to the measurand	15
3.3 Terms describing transducers according to their output load	17
3.4 Nominal values	17
3.5 Terms describing transducers with provisions to be adjusted by users.....	18
3.6 Influence quantities and reference conditions.....	18
3.7 Errors and variations	19
3.8 Accuracy, accuracy class, class index	19
4 General	19
4.1 Transducer general architecture	19
4.2 Classification of transducers (TRD)	20
5 Requirements for TRD1	20
5.1 Safety requirements: clearances and creepage distances	20
5.2 EMC requirements	20
5.2.1 Immunity.....	20
5.2.2 Emission.....	21
5.3 Class index requirements	21
5.3.1 Class index.....	21
5.3.2 Class index for transducer used with sensors	21
5.3.3 Intrinsic error	21
5.4 Conditions for the determination of intrinsic error	21
5.5 Auxiliary supply.....	23
5.5.1 General	23
5.5.2 DC supply.....	23
5.5.3 AC supply	23
5.6 Input values	24
5.6.1 General	24
5.6.2 Adjustment ranges	24
5.6.3 Preferred nominal values.....	24
5.7 Analogue output signals	24
5.7.1 General	24
5.7.2 Output current.....	24
5.7.3 Compliance voltage.....	24
5.7.4 Maximum output voltage	24
5.7.5 Interference risk of output current.....	24
5.7.6 Output voltage	25
5.8 Output transfer function.....	25
5.9 Digital output signals.....	27
5.10 Ripple (for analogue outputs)	27
5.11 Response time	28
5.12 Variation due to over-range of the measurand.....	28

5.13	Limiting value of the output signal.....	28
5.14	Limiting conditions of operation	28
5.15	Limits of the measuring range.....	28
5.16	Limiting conditions for storage and transport.....	28
5.17	Sealing	29
5.18	Stability	29
6	Tests for TRD1	29
6.1	General.....	29
6.1.1	Determination of variations.....	29
6.1.2	Environmental conditions	29
6.1.3	Computations.....	30
6.2	Variations due to auxiliary supply voltage	30
6.2.1	Application.....	30
6.2.2	Procedure.....	30
6.2.3	Computation	30
6.2.4	Permissible variations	31
6.3	Variations due to auxiliary supply frequency	31
6.3.1	Application.....	31
6.3.2	Procedure.....	31
6.3.3	Computation	31
6.3.4	Permissible variations	31
6.4	Variations due to ambient temperature	32
6.4.1	Application.....	32
6.4.2	Procedure.....	32
6.4.3	Computation	32
6.4.4	Permissible variations	32
6.5	Variations due to the frequency of the input quantity(ies)	32
6.5.1	Application.....	32
6.5.2	Procedure.....	33
6.5.3	Computation	33
6.5.4	Permissible variations	33
6.6	Variations due to the input voltage.....	33
6.6.1	Application.....	33
6.6.2	Procedure.....	33
6.6.3	Computation	33
6.6.4	Permissible variations	34
6.7	Variations due to the input current.....	34
6.7.1	Application.....	34
6.7.2	Procedure.....	34
6.7.3	Computation	34
6.7.4	Permissible variations	34
6.8	Variations due to power factor	35
6.8.1	Application.....	35
6.8.2	Procedure.....	35
6.8.3	Computation	35
6.8.4	Permissible variations	35
6.9	Variation due to output load.....	35
6.9.1	Application.....	35
6.9.2	Procedure.....	35

6.9.3	Computation	36
6.9.4	Permissible variations	36
6.10	Variations due to distortion of the input quantity(ies)	36
6.10.1	Application.....	36
6.10.2	Procedure.....	36
6.10.3	Computation	36
6.10.4	Permissible variations	37
6.11	Variation due to magnetic field of external origin	37
6.11.1	Application.....	37
6.11.2	Procedure.....	37
6.11.3	Computation	37
6.11.4	Permissible variations	37
6.12	Variation due to unbalanced currents.....	38
6.12.1	Application.....	38
6.12.2	Procedure.....	38
6.12.3	Computation	38
6.12.4	Permissible variations	38
6.13	Variation due to interaction between measuring elements	38
6.13.1	Application.....	38
6.13.2	Procedure.....	38
6.13.3	Computation	39
6.13.4	Permissible variations	39
6.14	Variation due to self-heating.....	39
6.14.1	Application.....	39
6.14.2	Method	39
6.14.3	Computation	39
6.14.4	Permissible variations	39
6.15	Variation due to continuous operation.....	39
6.15.1	Application.....	39
6.15.2	Procedure.....	40
6.15.3	Computation	40
6.15.4	Permissible variation.....	40
6.16	Variation due to common mode interference	40
6.16.1	Application.....	40
6.16.2	Procedure.....	40
6.16.3	Computation	40
6.16.4	Permissible variations	40
6.17	Variation due to series mode interference.....	40
6.17.1	Application.....	40
6.17.2	Procedure.....	40
6.17.3	Computation	41
6.17.4	Permissible variations	41
6.18	Permissible excessive inputs.....	41
6.18.1	Continuous excessive inputs	41
6.18.2	Excessive inputs of short duration	41
6.19	Voltage test, insulation tests and other safety requirements	41
6.20	Impulse voltage tests	42
6.21	High frequency disturbance test	42
6.22	Test for temperature rise	42

6.23	Other tests	42
7	Marking and information for TRD1	42
7.1	Marking on the case	42
7.2	Markings relating to the reference conditions and nominal ranges of use for transducers	43
7.3	Identification of connections and terminals	44
7.4	Information to be given in a separate document	44
Annex A (normative)	Requirements for TRD2	46
A.0	General	46
A.1	Scope	46
A.2	Normative references	46
A.3	Terms and definitions	46
A.4	Environmental conditions	46
A.4.1	General	46
A.4.2	Normal environmental conditions	46
A.4.3	Special environmental conditions	46
A.5	Ratings for TRD2	46
A.5.1	General	46
A.5.2	Input ratings	47
A.5.3	Output ratings	48
A.5.4	General ratings	49
A.6	Requirements for design of TRD2	50
A.6.1	General	50
A.6.2	Safety requirements	50
A.6.3	EMC requirements	53
A.6.4	Climatic requirements	55
A.6.5	Mechanical requirements	55
A.6.6	Interface requirements	56
A.6.7	Accuracy requirements	56
A.6.8	Marking requirements	60
A.6.9	Documentation requirements	61
A.7	Tests for TRD2	62
A.7.1	Type tests	62
A.7.2	Routine tests	71
Annex B (normative)	Interface coding	73
B.1	General	73
B.2	Characteristics of interface connection	73
B.3	Coding of rated output values for transducers	73
B.4	Coding of auxiliary power supply for transducers	75
B.5	Coding of transfer function curves for transducers	76
B.6	Interface full coding for output of transducers	76
B.6.1	General	76
B.6.2	Examples of interface codes and most common interface codes	77
Annex C (Informative)	Anti-aliasing requirements	79
Annex D (informative)	Requirements for the measurement of harmonics and low frequencies	81
D.1	General	81
D.2	Measuring accuracy classes with harmonics	81
D.3	Accuracy class extensions of transducers for high bandwidth applications	82

Annex E (normative) Markings terminals of TRD2	83
E.1 Marking of terminals for TRD2 monitoring AC current	83
E.2 Marking of terminals for TRD2 monitoring voltage	83
Annex F (informative) Guidance related to cables, busbars and bare conductors within an installation	85
F.1 Insulation of cables	85
F.2 Temperature of cables and busbars	85
F.2.1 Cables	85
F.2.2 Busbars	85
Annex G (informative) Guidance related to overvoltage categories and measurement categories	86
G.1 Concept of overvoltage category	86
G.2 Approach of IEC 60664-1 for primary circuits of TRD2	86
G.2.1 General	86
G.2.2 Examples with IEC 60664-1:2020, for primary measuring circuits, OVC III, PD 2, altitude under 2 000 m, inhomogeneous field	86
G.3 Approach of IEC 61010 for primary circuits of TRD2	87
G.3.1 General	87
G.3.2 Example with IEC 61010-2-030:2017, for primary measuring circuits, OVC III, PD 2, altitude under 2 000 m, inhomogeneous field	87
G.4 Approach for secondary circuits of TRD2	88
Bibliography	89
Figure 1 – Transducer (TRD) architecture	20
Figure 2 – Transfer function curve A	25
Figure 3 – Transfer function curve B	25
Figure 4 – Transfer function curve C	26
Figure 5 – Transfer function curve D	26
Figure 6 – Transfer function curve E	27
Figure A.1 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity	50
Figure A.2 – Accuracy limits of a TRD2-IDC	58
Figure A.3 – Measurement of the step response time	66
Figure A.4 – Temperature cycle accuracy test	68
Figure C.1 – Digital data acquisition system example	79
Figure C.2 – Frequency response mask for metering accuracy class 1 ($f_r = 60$ Hz, $f_s = 4\,800$ Hz)	80
Table 1 – Functional classification of transducers with minimal required functions	20
Table 2 – Relationship between the limits of intrinsic error, expressed as a percentage of the fiducial value, and the class index	21
Table 3 – Pre-conditioning	22
Table 4 – Reference conditions of the influence quantities and tolerances or testing purposes	22
Table 5 – Reference conditions relative to the measurand	23
Table 6 – Usage groups	30
Table 7 – Permissible variations due to AC auxiliary supply	31
Table 8 – Permissible variations due to DC auxiliary supply	31

Table 9 – Permissible variations due to auxiliary supply frequency.....	32
Table 10 – Permissible variations due to ambient temperature.....	32
Table 11 – Permissible variations due to the frequency of input quantity.....	33
Table 12 – Permissible variations due to the input voltage.....	34
Table 13 – Permissible variations due to the input current.....	34
Table 14 – Permissible variations due to power factor.....	35
Table 15 – Permissible variations due to output load.....	36
Table 16 – Permissible variations due to distortion of input quantities.....	37
Table 17 – Permissible variations due to magnetic field of external origin.....	37
Table 18 – Permissible variations due to unbalance currents.....	38
Table 19 – Permissible variations due to interactions between measuring elements.....	39
Table 20 – Permissible variations due to self-heating.....	39
Table 21 – Permissible variations due to continuous operation.....	40
Table 22 – Permissible variations due to series mode interference.....	41
Table 23 – Examples of marking relating to the reference conditions and nominal range of use for temperature.....	43
Table 24 – Symbols for marking transducers.....	45
Table A.1 – Rated burden for TRD2 with an AC or DC voltage output, or a frequency output.....	48
Table A.2 – Rated burden for TRD2 with an AC or DC current output.....	49
Table A.3 – Rated temperatures for TRD2.....	49
Table A.4 – Rated humidity classes.....	50
Table A.5 – Definition of ports.....	54
Table A.6 – Performance criteria for EMC immunity tests.....	55
Table A.7 – RJ45 connector pinout.....	56
Table A.8 – Limits for error and phase error for TRD2-IAC.....	57
Table A.9 – Limits of ratio error for TRD2-IDC.....	58
Table A.10 – Limits of ratio error for TRD2-UAC.....	59
Table A.11 – Limits of ratio error for TRD2-UDC.....	59
Table A.12 – Burden values for basic accuracy tests.....	64
Table B.1 – Coding of interface connection.....	73
Table B.2 – Rated AC RMS voltage output.....	74
Table B.3 – Rated DC voltage output.....	74
Table B.4 – Rated range of DC voltage output.....	74
Table B.5 – Rated AC RMS current output less than 1A.....	74
Table B.6 – Rated range of DC current output.....	75
Table B.7 – Rated frequency output.....	75
Table B.8 – Rated pulse density output.....	75
Table B.9 – Coding of power supply for transducers supplied from measuring instrument via the connector.....	76
Table B.10 – Coding of external power supply for transducers.....	76
Table B.11 – Coding of transfer function curves for transducers.....	76
Table B.12 – Interface full coding for output of transducers.....	77
Table B.13 – Examples of interface codes and most common interface codes.....	77

Table C.1 – Anti-aliasing filter	79
Table D.1 – Limits of error for harmonics – Accuracy classes	81
Table D.2 – Limits of error for harmonics – Accuracy class extensions WB1 and WB2	82
Table E.1 – Marking of terminals for TRD2 monitoring current	83
Table E.2 – Marking of terminals for TRD2 monitoring voltage	84
Table G.1 – Clearances according to IEC 60664-1:2020	86
Table G.2 – Creepage distances according to IEC 60664-1:2020	87
Table G.3 – Clearances according to IEC 61010-2-030:2017	88
Table G.4 – Creepage distances according to IEC 61010-2-030:2017	88

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL MEASURING TRANSDUCERS FOR CONVERTING AC AND DC
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.

IEC 60688 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) updating normative references;
- b) additional requirements for specific transducers used for LV monitoring applications;
- c) creation of interface coding to ease selection by the end-user.

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

CDV	Report on voting
85/748/CDV	85/781/RVC

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

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

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

In this document, 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

New transducers can now be equipped with microprocessors that utilise 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 document is based upon IEC 60051 (all parts). 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 ± 1 % of the actual value of the output or ± 1 % of the full output value. It means that the error should not exceed ± 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 document are different from those used in IEC 60051 (all parts) 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 AC AND DC ELECTRICAL QUANTITIES TO ANALOGUE OR DIGITAL SIGNALS

1 Scope

This document applies to transducers with electrical inputs and outputs for making measurements of AC or DC electrical quantities. The output signal can be in the form of an analogue direct current, an analog direct voltage or in digital form.

This document applies to measuring transducers used for converting electrical quantities such as

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

to an output signal.

This document is not applicable for

- instrument transformers that comply with IEC 61869 (all parts),
- transmitters for use in industrial process application that comply with IEC 60770 (all parts), and
- performance measuring and monitoring devices (PMD) that comply with IEC 61557-12:2018.

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

This document applies

- a) if the nominal frequency of the input(s) lies between 0 Hz and 1 500 Hz,
- b) to the electrical measuring transducer if it is part of a system for the measurement of a non-electrical quantity, and if it otherwise falls within the scope of this document, and
- 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 document 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, and
- to specify accuracy limits and output values for transducers.

2 Normative references

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

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

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 2-030: Particular requirements for equipment having testing or measuring circuits*

IEC 61326-1:2020, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements - Part 1: General requirements*

IEC 61557-12:2018, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)*

IEC 61558-1:2017, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof - Part 1: General requirements and tests*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	99
INTRODUCTION.....	101
1 Domaine d'application.....	102
2 Références normatives	103
3 Termes et définitions	103
3.1 Termes généraux	103
3.2 Termes désignant les transducteurs selon le mesurande.....	106
3.3 Termes désignant des transducteurs selon leur charge de sortie.....	107
3.4 Valeurs nominales.....	107
3.5 Termes désignant les transducteurs offrant la possibilité de réglage par les utilisateurs	108
3.6 Grandeurs d'influence et conditions de référence	108
3.7 Erreurs et variations	109
3.8 Précision, classe de précision et indice de classe	109
4 Généralités.....	109
4.1 Architecture générale d'un transducteur.....	109
4.2 Classification des transducteurs (TRD).....	110
5 Exigences pour le TRD1	110
5.1 Exigences de sécurité: distances d'isolement et lignes de fuite	110
5.2 Exigences relatives à la CEM	111
5.2.1 Immunité.....	111
5.2.2 Émission.....	111
5.3 Exigences relatives à l'indice de classe	111
5.3.1 Indice de classe	111
5.3.2 Indice de classe pour un transducteur utilisé avec des capteurs.....	111
5.3.3 Erreur intrinsèque	111
5.4 Conditions à respecter pour la détermination de l'erreur intrinsèque	112
5.5 Alimentation auxiliaire	113
5.5.1 Généralités	113
5.5.2 Alimentation en courant continu.....	113
5.5.3 Alimentation en courant alternatif	114
5.6 Valeurs d'entrée.....	114
5.6.1 Généralités	114
5.6.2 Plages d'ajustage.....	114
5.6.3 Valeurs nominales préférentielles.....	114
5.7 Valeurs des signaux de sortie analogiques	114
5.7.1 Généralités	114
5.7.2 Courant de sortie	114
5.7.3 Tension disponible	115
5.7.4 Tension de sortie maximale.....	115
5.7.5 Risque d'interférence sur courant de sortie.....	115
5.7.6 Tension de sortie	115
5.8 Fonction de transfert de sortie	115
5.9 Signaux de sortie numériques	118
5.10 Ondulation (pour les sorties analogiques).....	118
5.11 Temps de réponse	118

5.12	Variation due à un surplus du mesurande	118
5.13	Valeur limite du signal de sortie	118
5.14	Conditions limites de fonctionnement.....	119
5.15	Limites de l'étendue de mesure	119
5.16	Conditions limites de stockage et de transport	119
5.17	Plombage	119
5.18	Stabilité	119
6	Essais pour le TRD1	119
6.1	Généralités	119
6.1.1	Détermination des variations	119
6.1.2	Conditions d'environnement	120
6.1.3	Calculs	120
6.2	Variations dues à la tension de l'alimentation auxiliaire	121
6.2.1	Application.....	121
6.2.2	Procédure	121
6.2.3	Calcul	121
6.2.4	Variations admissibles	121
6.3	Variations dues à la fréquence de l'alimentation auxiliaire	122
6.3.1	Application.....	122
6.3.2	Procédure	122
6.3.3	Calcul	122
6.3.4	Variations admissibles	122
6.4	Variations dues à la température ambiante	122
6.4.1	Application.....	122
6.4.2	Procédure	122
6.4.3	Calcul	123
6.4.4	Variations admissibles	123
6.5	Variations dues à la fréquence de la ou des grandeurs d'entrée	123
6.5.1	Application.....	123
6.5.2	Procédure	123
6.5.3	Calcul	123
6.5.4	Variations admissibles	123
6.6	Variations dues à la tension d'entrée	124
6.6.1	Application.....	124
6.6.2	Procédure	124
6.6.3	Calcul	124
6.6.4	Variations admissibles	124
6.7	Variations dues au courant d'entrée.....	124
6.7.1	Application.....	124
6.7.2	Procédure	125
6.7.3	Calcul	125
6.7.4	Variations admissibles	125
6.8	Variations dues au facteur de puissance.....	125
6.8.1	Application.....	125
6.8.2	Procédure	125
6.8.3	Calcul	125
6.8.4	Variations admissibles	126
6.9	Variations dues à la charge de sortie	126
6.9.1	Application.....	126

6.9.2	Procédure	126
6.9.3	Calcul	126
6.9.4	Variations admissibles	126
6.10	Variations dues à la distorsion de la ou des grandeurs d'entrée.....	127
6.10.1	Application.....	127
6.10.2	Procédure	127
6.10.3	Calcul	127
6.10.4	Variations admissibles	127
6.11	Variations dues à un champ magnétique d'origine extérieure.....	127
6.11.1	Application.....	127
6.11.2	Procédure	128
6.11.3	Calcul	128
6.11.4	Variations admissibles	128
6.12	Variations dues au déséquilibre des courants	128
6.12.1	Application.....	128
6.12.2	Procédure	128
6.12.3	Calcul	129
6.12.4	Variations admissibles	129
6.13	Variations dues à l'interaction entre les éléments de mesure	129
6.13.1	Application.....	129
6.13.2	Procédure	129
6.13.3	Calcul	129
6.13.4	Variations admissibles	129
6.14	Variation due à l'échauffement propre.....	130
6.14.1	Application.....	130
6.14.2	Méthode	130
6.14.3	Calcul	130
6.14.4	Variations admissibles	130
6.15	Variation due à un fonctionnement continu.....	130
6.15.1	Application.....	130
6.15.2	Procédure	130
6.15.3	Calcul	130
6.15.4	Variation admissible.....	131
6.16	Variations dues aux tensions parasites en mode commun	131
6.16.1	Application.....	131
6.16.2	Procédure	131
6.16.3	Calcul	131
6.16.4	Variations admissibles	131
6.17	Variations dues aux tensions parasites en mode série	131
6.17.1	Application.....	131
6.17.2	Procédure	131
6.17.3	Calcul	131
6.17.4	Variations admissibles	132
6.18	Surcharges admissibles des grandeurs d'entrée	132
6.18.1	Surcharges continues des grandeurs d'entrée.....	132
6.18.2	Surcharges de courte durée des grandeurs d'entrée	132
6.19	Essai de tension, essais d'isolement et autres exigences de sécurité	132
6.20	Essais à la tension de choc	132
6.21	Essai de perturbation en haute fréquence	133

6.22	Essai d'échauffement	133
6.23	Autres essais	133
7	Marquage et informations pour le TRD1	133
7.1	Marquage sur le boîtier	133
7.2	Marquages concernant les conditions de référence et le domaine nominal d'utilisation des transducteurs	134
7.3	Identification des connexions et bornes	135
7.4	Informations à donner sur un document d'accompagnement.....	135
Annexe A (normative)	Exigences pour le TRD2	137
A.0	Généralités	137
A.1	Domaine d'application	137
A.2	Références normatives.....	137
A.3	Termes et définitions	137
A.4	Conditions d'environnement	137
A.4.1	Généralités	137
A.4.2	Conditions normales d'environnement	137
A.4.3	Conditions spéciales d'environnement	137
A.5	Caractéristiques assignées pour le TRD2	137
A.5.1	Généralités	137
A.5.2	Caractéristiques assignées des entrées.....	138
A.5.3	Caractéristiques assignées des sorties	139
A.5.4	Caractéristiques assignées générales.....	140
A.6	Exigences pour la conception du TRD2.....	142
A.6.1	Généralités	142
A.6.2	Exigences de sécurité	142
A.6.3	Exigences relatives à la CEM	145
A.6.4	Exigences climatiques.....	147
A.6.5	Exigences mécaniques.....	147
A.6.6	Exigences en matière d'interface	148
A.6.7	Exigences de précision	148
A.6.8	Exigences en matière de marquage	152
A.6.9	Exigences en matière de documentation.....	153
A.7	Essais pour le TRD2	154
A.7.1	Essais de type	154
A.7.2	Essais individuels de série	164
Annexe B (normative)	Codage d'interface.....	165
B.1	Généralités	165
B.2	Caractéristiques de la connexion de l'interface	165
B.3	Codage des valeurs de sortie assignées des transducteurs.....	165
B.4	Codage de l'alimentation auxiliaire pour les transducteurs.....	167
B.5	Codage des courbes de fonction de transfert pour les transducteurs	168
B.6	Codage complet de l'interface pour la sortie des transducteurs	168
B.6.1	Généralités	168
B.6.2	Exemples de codes d'interface et codes d'interface les plus courants.....	169
Annexe C (iinformative)	Exigences en matière d'antireplètement.....	171
Annexe D (informative)	Exigences pour le mesurage des harmoniques et des basses fréquences	174
D.1	Généralités	174
D.2	Classes de précision de mesure avec harmoniques	174

D.3	Extensions de la classe de précision des transducteurs pour les applications à large bande passante	175
Annexe E (normative)	Marquages des bornes du TRD2	176
E.1	Marquage des bornes pour le courant alternatif de surveillance du TRD2	176
E.2	Marquage des bornes pour la tension de surveillance du TRD2	176
Annexe F (informative)	Recommandations relatives aux câbles, aux barres omnibus et aux conducteurs nus dans une installation	178
F.1	Isolation des câbles	178
F.2	Température des câbles et des barres omnibus	178
F.2.1	Câbles	178
F.2.2	Barres omnibus	178
Annexe G (informative)	Recommandations relatives aux catégories de surtension et aux catégories de mesure	180
G.1	Concept de catégorie de surtension	180
G.2	Approche de l'IEC 60664-1 pour les circuits primaires du TRD2	180
G.2.1	Généralités	180
G.2.2	Exemples avec l'IEC 60664-1:2020, pour les circuits de mesure primaires, OVC III, DP 2, altitude inférieure à 2 000 m, champ hétérogène	180
G.3	Approche de l'IEC 61010 pour les circuits primaires du TRD2	181
G.3.1	Généralités	181
G.3.2	Exemple avec l'IEC 61010-2-030:2017, pour les circuits de mesure primaires, OVC III, DP 2, altitude inférieure à 2 000 m, champ hétérogène	181
G.4	Approche pour les circuits secondaires du TRD2	182
Bibliographie	183
Figure 1	– Architecture d'un transducteur (TRD)	110
Figure 2	– Courbe de la fonction de transfert A	115
Figure 3	– Courbe de la fonction de transfert B	116
Figure 4	– Courbe de la fonction de transfert C	116
Figure 5	– Courbe de la fonction de transfert D	117
Figure 6	– Courbe de la fonction de transfert E	117
Figure A.1	– Relation entre la température de l'air ambiant et l'humidité relative	142
Figure A.2	– Limites de précision d'un TRD2-IDC	150
Figure A.3	– Mesurage du temps de réponse à un échelon	158
Figure A.4	– Essai de précision du cycle de température	160
Figure C.1	– Exemple de système d'acquisition de données numériques	171
Figure C.2	– Masque de réponse en fréquence pour la classe de précision de mesure 1 ($f_r = 60$ Hz, $f_s = 4\,800$ Hz)	173
Tableau 1	– Classification fonctionnelle des transducteurs ayant des fonctions exigées minimales	110
Tableau 2	– Relation entre les limites de l'erreur intrinsèque, exprimée en pourcentage de la valeur conventionnelle, et l'indice de classe	111
Tableau 3	– Préconditionnement	112
Tableau 4	– Conditions de référence relatives aux grandeurs d'influence et tolérances admises pour les essais	112

Tableau 5 – Conditions de référence relatives au mesurande.....	113
Tableau 6 – Groupes d'utilisation	120
Tableau 7 – Variations admissibles dues à l'alimentation auxiliaire en courant alternatif.....	121
Tableau 8 – Variations admissibles dues à l'alimentation auxiliaire en courant continu	121
Tableau 9 – Variations dues à la fréquence de l'alimentation auxiliaire.....	122
Tableau 10 – Variations admissibles dues à la température ambiante	123
Tableau 11 – Variations admissibles dues à la fréquence de la grandeur d'entrée	124
Tableau 12 – Variations admissibles dues à la tension d'entrée	124
Tableau 13 – Variations admissibles dues au courant d'entrée.....	125
Tableau 14 – Variations admissibles dues au facteur de puissance.....	126
Tableau 15 – Variations admissibles dues à la charge de sortie	126
Tableau 16 – Variations admissibles dues à la distorsion de la ou des grandeurs d'entrée	127
Tableau 17 – Variations admissibles dues à un champ magnétique d'origine extérieure	128
Tableau 18 – Variations admissibles dues au déséquilibre des courants	129
Tableau 19 – Variations admissibles dues aux interactions entre les éléments de mesure	129
Tableau 20 – Variations admissibles dues à l'échauffement propre	130
Tableau 21 – Variations admissibles dues à un fonctionnement continu	131
Tableau 22 – Variations admissibles dues aux tensions parasites en mode série	132
Tableau 23 – Exemples de marquage concernant les conditions de référence et le domaine nominal d'utilisation pour la température	134
Tableau 24 – Symboles utilisés pour le marquage des transducteurs	136
Tableau A.1 – Charge assignée pour le TRD2 avec une sortie en tension alternative ou continue, ou une sortie en fréquence.....	139
Tableau A.2 – Charge assignée pour le TRD2 avec une sortie en courant alternatif ou continu	140
Tableau A.3 – Températures assignées pour le TRD2	141
Tableau A.4 – Classes d'humidité assignées	141
Tableau A.5 – Définition des accès	146
Tableau A.6 – Critères de performance pour les essais d'immunité CEM.....	147
Tableau A.7 – Brochage d'un connecteur RJ45	148
Tableau A.8 – Limites d'erreur et erreur de phase pour le TRD2-IAC	149
Tableau A.9 – Limites de l'erreur de rapport pour TRD2-UDC	150
Tableau A.10 – Limites de l'erreur de rapport pour le TRD2-UAC.....	151
Tableau A.11 – Limites de l'erreur de rapport pour le TRD2-UDC.....	152
Tableau A.12 – Valeurs de la charge pour les essais de précision principaux.....	156
Tableau B.1 – Codage de la connexion de l'interface.....	165
Tableau B.2 – Sortie en tension alternative (valeur efficace) assignée	166
Tableau B.3 – Sortie en tension continue assignée	166
Tableau B.4 – Plage assignée de la sortie en tension continue	166
Tableau B.5 – Sortie en courant alternatif (valeur efficace) assigné inférieur à 1 A.....	166
Tableau B.6 – Plage assignée de la sortie en courant continu.....	167
Tableau B.7 – Sortie en fréquence assignée.....	167
Tableau B.8 – Sortie à densité d'impulsion assignée.....	167

Tableau B.9 – Codage de l'alimentation électrique pour les transducteurs alimentés par l'instrument de mesure par l'intermédiaire du connecteur	168
Tableau B.10 – Codage de l'alimentation externe pour les transducteurs	168
Tableau B.11 – Codage des courbes de fonction de transfert pour les transducteurs	168
Tableau B.12 – Codage complet de l'interface pour la sortie des transducteurs	169
Tableau B.13 – Exemples de codes d'interface et codes d'interface les plus courants	169
Tableau C.1 – Filtre antirepliement.....	172
Tableau D.1 – Limites d'erreur pour les harmoniques – Classes de précision	174
Tableau D.2 – Limites d'erreur pour les harmoniques – Extensions des classes de précision LB1 et LB2.....	175
Tableau E.1 – Marquage des bornes pour le courant de surveillance du TRD2.....	176
Tableau E.2 – Marquage des bornes pour la tension de surveillance du TRD2	177
Tableau G.1 – Distances d'isolement selon l'IEC 60664-1:2020	180
Tableau G.2 – Lignes de fuite selon l'IEC 60664-1:2020	181
Tableau G.3 – Distances d'isolement selon l'IEC 61010-2-030:2017	182
Tableau G.4 – Lignes de fuite selon l'IEC 61010-2-030:2017	182

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60688 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Équipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour des références normatives;
- b) exigences supplémentaires pour les transducteurs spécifiques utilisés pour les applications de surveillance de la BT (basse tension)
- c) création d'un codage d'interface pour faciliter la sélection par l'utilisateur final.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
85/748/CDV	85/781/RVC

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

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

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

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

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

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

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 de mesure analogique conventionnels et leur donne une valeur ajoutée considérable.

Le système de classification par indice de classe utilisé dans le présent document est fondé sur la série IEC 60051. Dans ce système, les variations admises du signal de sortie dues aux variations des grandeurs d'influence – température ambiante, tension, fréquence, etc. – sont prises en compte dans la classification.

Il est nécessaire d'attirer l'attention sur les particularités de ce système par 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 à ± 1 % du signal de sortie, ou à ± 1 % de la pleine échelle. Cela signifie qu'il convient que l'erreur ne dépasse pas ± 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'indice de classe, 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, certaines des variations pouvant s'annuler l'une l'autre. Il est donc important de prendre ces faits en considération dans la spécification d'un transducteur pour une application particulière.

D'autre part, certains des termes utilisés dans le présent document sont différents de ceux utilisés dans la série IEC 60051 en raison des différences fondamentales qui existent entre les appareils indicateurs et les transducteurs de mesure.

Toutes les déclarations relatives aux performances sont rapportées à la grandeur de sortie, laquelle est régie par deux éléments fondamentaux:

- "la valeur nominale", qui peut être, selon le cas, positive, négative ou bien positive et négative;
- "l'intervalle de sortie", qui est la plage 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

Le présent document 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 d'un courant continu analogique ou d'une tension continue analogique ou d'un signal numérique.

Le présent document s'applique aux transducteurs de mesure destinés à convertir des grandeurs électriques, telles que:

- le courant,
- la tension,
- la puissance active,
- la puissance réactive,
- le facteur de puissance,
- l'angle de phase,
- la fréquence,
- les harmoniques ou la distorsion harmonique totale, et
- la puissance apparente

en signal de sortie.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux transformateurs de mesure conformes à la série IEC 61869,
- aux transmetteurs utilisés dans le processus industriel conformes à la série IEC 60770, et
- aux dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD – *performance measuring and monitoring device*) conformes à l'IEC 61557-12:2018.

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

Le présent document s'applique:

- a) si la fréquence nominale de la ou des grandeurs d'entrée est comprise entre 0 Hz et 1 500 Hz;
- b) à un transducteur de mesure électrique appartenant à une chaîne de mesure d'une grandeur non électrique, et si, par ailleurs, celui-ci relève du domaine d'application du présent document, et
- 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.

Le présent document a pour objet:

- de spécifier la terminologie et les définitions relatives aux transducteurs dont l'application principale relève du domaine de l'industrie,
- d'unifier les méthodes d'essai utilisées pour évaluer les performances des transducteurs, et

- de spécifier les limites de précision et les valeurs de sortie des transducteurs.

2 Références normatives

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

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

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

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

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

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

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire - Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure*

IEC 61326-1:2020, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire - Exigences relatives à la CEM - Partie 1: Exigences générales*

IEC 61557-12:2018, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 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 comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)*

IEC 61558-1:2017, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments - Partie 1: Exigences générales et essais*