

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Instrument transformers –
Part 1: General requirements**

**Transformateurs de mesure –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-6940-4

**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.....	12
1 Scope.....	14
2 Normative references	15
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	18
3.1 Terms and definitions.....	18
3.2 Symbols and abbreviated terms	18
4 Normal and special environmental conditions	19
4.1 General.....	19
4.2 Normal environmental conditions	20
4.2.1 Ambient air temperature	20
4.2.2 Altitude	20
4.2.3 Vibrations or earth tremors	20
4.2.4 Exposure to pollution	20
4.2.5 Other environmental conditions for indoor instrument transformers.....	20
4.2.6 Other environmental conditions for outdoor instrument transformers.....	21
4.2.7 IT with outdoor parts.....	21
4.3 Special environmental conditions	21
4.3.1 General	21
4.3.2 Altitude	21
4.3.3 Ambient temperature	21
4.3.4 Vibrations or earth tremors	22
4.3.5 Earthquakes	22
5 Ratings.....	22
5.1 General.....	22
5.2 Voltage ratings.....	22
5.2.1 Highest voltage for equipment (U_m).....	22
5.2.2 Power system earthing	25
5.2.3 Standard values for rated primary voltage (U_{pr}).....	25
5.2.4 Standard values for rated secondary voltage (U_{sr})	25
5.2.5 Rated auxiliary power supply voltage (U_{ar}).....	25
5.3 Current ratings.....	26
5.3.1 Standard values for rated primary current (I_{pr})	26
5.3.2 Standard values for rated secondary current (I_{sr})	26
5.3.3 Standard values for rated continuous thermal current (I_{cth}).....	26
5.3.4 Short-time current ratings	26
5.4 Dielectric ratings.....	27
5.4.1 General	27
5.4.2 Rated primary terminal insulation level	27
5.4.3 Other requirements for primary terminal insulation.....	27
5.4.4 Between-section insulation requirements.....	29
5.4.5 Insulation requirements for secondary terminals and low-voltage components.....	29
5.5 Rated frequency (f_r).....	30
5.6 Output ratings	30

5.6.1	Rated output for inductive instrument transformers and CVTs.....	30
5.6.2	Rated burden for LPITs	30
5.6.3	Standard values for the rated delay time for EITs (t_{dr}).....	30
5.7	Accuracy requirements	30
5.7.1	General	30
5.7.2	Rated accuracy classes	31
5.7.3	Accuracy class extension for harmonics	31
5.7.4	Accuracy requirements for harmonics	31
5.7.5	Harmonic requirements for LPIT protection accuracy classes	34
5.7.6	Anti-aliasing filter for EIT using digital data processing	34
6	Design and construction	36
6.1	Requirements for liquids used in equipment.....	36
6.1.1	General	36
6.1.2	Liquid quality	36
6.1.3	Liquid level indicator	37
6.1.4	Liquid tightness	37
6.2	Requirements for gases used in equipment.....	37
6.2.1	General	37
6.2.2	Gas quality	37
6.2.3	Gas monitoring device	37
6.2.4	Gas tightness	37
6.2.5	Pressure-relief device	38
6.3	Requirements for solid materials used in equipment	38
6.4	Requirements for temperature rise of parts and components.....	38
6.4.1	General	38
6.4.2	Influence of altitude on temperature rise	40
6.5	Requirements for earthing of equipment.....	41
6.5.1	General	41
6.5.2	Earthing of the enclosure.....	41
6.5.3	Electrical continuity.....	41
6.6	Requirements for the external insulation	41
6.6.1	Pollution	41
6.6.2	Altitude	42
6.7	Mechanical requirements	43
6.8	Multiple chopped impulses on primary terminals	44
6.9	Internal arc fault protection requirements	45
6.10	Degrees of protection by enclosures	45
6.10.1	General	45
6.10.2	Protection against access to hazardous parts and protection of the equipment against ingress of solid foreign objects and water	45
6.10.3	Protection of enclosure against mechanical impact under normal operating conditions	46
6.11	Electromagnetic compatibility (EMC).....	46
6.11.1	General	46
6.11.2	Requirements for immunity	46
6.11.3	Requirements for emission	50
6.11.4	Requirements for transmitted overvoltage (TOV)	50
6.11.5	Requirements for radio interference voltage (RIV)	50
6.12	Corrosion	50

6.13	Markings	50
6.13.1	General	50
6.13.2	Terminal markings	51
6.13.3	Rating plate markings	51
6.14	Requirements for LPIT secondary terminal connection	52
6.14.1	Requirements for digital output connection	52
6.14.2	Requirements for analogue output connections	53
6.15	EIT secondary signal noise	54
6.16	Fire hazard	55
6.17	Pressure withstand of gas-filled enclosures	55
6.18	Failure detection of EIT	55
6.19	Operability	55
6.20	Reliability and dependability of electronic part of EIT	55
6.21	Vibration requirements	56
6.22	Storage climatic conditions withstand capability	56
7	Tests	56
7.1	General	56
7.1.1	Classification of tests	56
7.1.2	List of tests	57
7.1.3	Sequence of tests	58
7.1.4	Testing conditions	60
7.2	Type tests	60
7.2.1	General	60
7.2.2	Temperature rise test	61
7.2.3	Impulse voltage withstand test on primary terminals	62
7.2.4	Wet test for outdoor type instrument transformers	65
7.2.5	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	66
7.2.6	Tests for accuracy	71
7.2.7	Verification of the degree of protection by enclosures	74
7.2.8	Enclosure tightness test at ambient temperature	74
7.2.9	Proof test for the gas-filled enclosure	74
7.2.10	Mechanical tests	75
7.2.11	Voltage withstand test of low-voltage components and secondary terminals	76
7.2.12	Storage climatic environmental tests	77
7.2.13	Vibration test	79
7.2.14	Durability of markings	80
7.2.15	Tests for accuracy for harmonics	80
7.2.16	Test for anti-aliasing	81
7.3	Routine tests	81
7.3.1	Power-frequency voltage withstand test on primary terminals	81
7.3.2	Partial discharge measurement	82
7.3.3	Power-frequency voltage withstand tests between sections	84
7.3.4	Power-frequency voltage withstand tests on secondary terminals	85
7.3.5	Power-frequency voltage withstand test for low-voltage components	85
7.3.6	Test for accuracy	85
7.3.7	Verification of markings	86
7.3.8	Enclosure tightness test at ambient temperature	86
7.3.9	Pressure test for the gas-filled enclosure	86

7.3.10	Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	87
7.4	Special tests	87
7.4.1	Multiple chopped impulse test on primary terminals	87
7.4.2	Transmitted overvoltage test.....	88
7.4.3	Internal arc fault test.....	92
7.4.4	Enclosure tightness test at low and high temperatures.....	93
7.4.5	Insulation resistance measurement on secondary terminals	94
7.4.6	Corrosion test.....	94
7.4.7	Fire hazard test	94
7.4.8	Thermo-mechanical endurance test	95
7.4.9	Vibration and shock tests.....	95
7.4.10	Tests for accuracy versus harmonics	98
7.4.11	Seismic qualification	98
7.5	Commissioning tests	98
7.5.1	General	98
7.5.2	Final installation inspection and tests	98
7.5.3	Gas dew point test.....	99
7.6	Sample tests	99
8	Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance.....	99
8.1	General.....	99
8.2	Conditions during transport, storage and installation	99
8.3	Installation	99
8.3.1	General	99
8.3.2	Unpacking and lifting	99
8.3.3	Assembly.....	100
8.3.4	Mounting	100
8.3.5	Connections	100
8.3.6	Final installation inspection and tests	100
8.4	Operation.....	101
8.5	Maintenance	101
8.5.1	General	101
8.5.2	Responsibilities for the manufacturer	101
8.5.3	Responsibilities for the user.....	101
8.6	Failure report	102
9	Safety.....	102
10	Influence of products on the natural environment.....	102
Annex A (normative)	Identification of test specimen	103
A.1	General.....	103
A.2	Data.....	103
A.3	Drawings.....	103
Annex B (informative)	Recommendation for contents of failure reports.....	104
B.1	General.....	104
B.2	Content.....	104
Annex C (informative)	Fire hazard	106
C.1	Fire hazard	106
C.2	Fire hazard test.....	106
Annex D (informative)	Sample test.....	107
D.1	Sample test definition	107

D.2	Sample tests	107
Annex E (informative)	Technique used in temperature rise test of transformers to determine the thermal time constant by an experimental estimation.....	108
Annex F (informative)	Guidance for the extension of validity of type tests or special tests of instrument transformers	111
F.1	General.....	111
F.2	Information needed for extension of type test validity	111
F.3	Application of extension criteria	112
F.3.1	Dielectric tests.....	112
F.3.2	Temperature rise tests.....	112
F.3.3	Short-time and dynamic withstand current tests (current transformers)	113
F.3.4	Internal arc fault tests	114
F.3.5	Multiple chopped impulse test.....	114
Annex G (informative)	Guidance for the calculation of equivalent diameter in case of irregular shape of insulating part	116
G.1	General.....	116
G.2	Current transformers and earthed voltage transformers	116
G.3	Unearthed voltage transformers	117
Annex H (informative)	Test circuits	119
H.1	Test circuits for accuracy measurements in steady state for current transformers with analogue secondary signal.....	119
H.2	Test circuits for accuracy measurements in steady state for voltage transformers with analogue secondary signal.....	123
Annex I (normative)	Seismic qualification of instrument transformers	127
I.1	Scope	127
I.2	Seismic conditions	127
I.2.1	Time-history	127
I.2.2	Seismic severity of application.....	127
I.2.3	Superelevation factor (k_{se}).....	129
I.3	Seismic qualification information	129
I.3.1	Qualification options	129
I.3.2	General information provided by purchaser.....	129
I.4	Qualification procedure	129
I.4.1	General	129
I.4.2	Qualification by static calculation or dynamic analysis	130
I.4.3	Qualification by test.....	137
I.5	Validity of qualification	139
Bibliography	140
Figure 1	– General block diagram of single-phase LPITs	14
Figure 2	– Example of digital data acquisition system	34
Figure 3	– Example of frequency response mask for EIT with digital output	36
Figure 4	– Altitude correction factor for the temperature rise.....	40
Figure 5	– Factor m for the switching impulse voltage (U_{SIL}) withstand test.....	43
Figure 6	– Example structure used in HV AIS applications subjected to EMC tests	48
Figure 7	– Example of structure used in HV GIS applications subjected to EMC tests	49
Figure 8	– Duplex LC connector.....	53
Figure 9	– RIV measuring circuit.....	66

Figure 10 – Temperature cycle accuracy test.....	73
Figure 11 – Test circuit for partial discharge measurement	82
Figure 12 – Alternative circuit for partial discharge measurement	83
Figure 13 – Example of balanced test circuit for partial discharge measurement.....	83
Figure 14 – Voltage profile for partial discharge measurement.....	84
Figure 15 – Transmitted overvoltage measurement: test impulse waveforms	89
Figure 16 – Transmitted overvoltage measurement: primary test configuration for AIS equipment.....	90
Figure 17 – Transmitted overvoltage measurement: primary test configuration for GISs (CTs and VTs)	90
Figure 18 – Transmitted overvoltage measurement: example of correct secondary test connection for CT and VT	91
Figure 19 – Typical configuration for internal arc fault test	92
Figure E.1 – Graphical extrapolation to ultimate temperature rise	110
Figure G.1 – Shed dimensions	116
Figure G.2 – Examples of MV CTs and earthed VTs	117
Figure G.3 – Example of a CT with multiple insulator areas	117
Figure G.4 – Examples of unearthed VTs.....	118
Figure G.5 – Example of a VT with multiple insulator areas.....	118
Figure H.1 – Test circuit for accuracy measurements of inductive CTs.....	119
Figure H.2 – Test circuit for analogue accuracy measurements of LPCTs	120
Figure H.3 – Test circuit for analogue accuracy measurements of LPCTs (alternative solution).....	121
Figure H.4 – Test circuit for digital accuracy measurements of LPCTs	122
Figure H.5 – Test circuit for accuracy measurements of inductive VTs or CVTs	123
Figure H.6 – Test circuit for analogue accuracy measurements of LPVTs	124
Figure H.7 – Test circuit for analogue accuracy measurements of LPVTs (alternative solution).....	125
Figure H.8 – Test circuit for digital accuracy measurements of LPVTs	126
Figure I.1 – Record of time-history in real (3 dimensional)	127
Figure I.2 – Required response spectrum.....	128
Figure I.3 – Flowchart of qualification procedure	130
Figure I.4 – Measured deflection in free oscillation	132
Figure I.5 – Sketch of the parameters in static calculation.....	134
Table 1 – Operating ambient temperature categories	20
Table 2 – Rated primary terminal insulation levels for instrument transformers for AC applications	24
Table 3 – Insulation requirements for power supply terminals	26
Table 4 – Partial discharge test voltages and permissible levels for AC applications.....	28
Table 5 – Maximum values of $\tan\delta$	29
Table 6 – LPIT secondary terminal and low-voltage component terminal withstand capability	29
Table 7 – WB0 extension for harmonics	32
Table 8 – Accuracy class extensions for wide bandwidth applications	33

Table 9 – Harmonic requirements for protection accuracy classes	34
Table 10 – Anti-aliasing filter requirements	35
Table 11 – Permissible temporary leakage rates for gas systems	38
Table 12 – Limits of temperature and temperature rise for various parts, materials and dielectrics of instrument transformers	39
Table 13 – Specific creepage distances by site pollution severity class, as defined in the former publication	42
Table 14 – Maximum static withstand loads	44
Table 15 – Maximum gas-in-oil level in instrument transformers	44
Table 16 – Arc fault duration and performance criteria	45
Table 17 – Immunity requirements and test levels	47
Table 18 – Acceptance criteria for EMC immunity tests	49
Table 19 – Connectors	54
Table 20 – List of tests	57
Table 21 – Gas type and pressure during tests	58
Table 22 – Required routine tests	59
Table 23 – Modalities of application of the test loads to be applied to the primary terminals	76
Table 24 – Dry heat test, storage temperature	78
Table 25 – Cold test, storage temperature	78
Table 26 – Damp heat steady state test	79
Table 27 – Transmitted overvoltage limits	89
Table 28 – Shock severity levels	97
Table A.1 – Example of drawing to be submitted	103
Table C.1 – Fire hazard of electrotechnical products	106
Table F.1 – Extension criteria for dielectric withstand performance	112
Table F.2 – Extension criteria for temperature rise performance	113
Table F.3 – Extension criteria for short-time and dynamic withstand current performance	113
Table F.4 – Extension criteria for internal arc fault tests	114
Table F.5 – Extension criteria for multiple chopped impulse test	115
Table I.1 – Seismic severity levels	128
Table I.2 – External mass to simulate external forces	137
Table I.3 – Comparable seismic levels	139

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –**Part 1: General requirements****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 61869-1 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007 and IEC 61869-6:2016. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) merger with IEC 61869-6:2016;
- b) new scope: equipment for HV applications with a nominal voltage > 1 kV AC or 1,5 kV DC;
- c) new classification of some special tests as type tests or routine test;
- d) additional type tests, additional special tests and new clause for commissioning tests;
- e) new annexes E, F, G and I.

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

Draft	Report on voting
38/718/FDIS	38/722/RVD

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

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

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/publications.

A list of all parts in the IEC 61869 series, published under the general title *Instrument transformers*, can be found on the IEC website. An overview of the planned or existing set of standards at the date of publication of this document is given below.

The updated list of standards issued by IEC TC 38 is available at the website: <https://www.iec.ch>

Product family standard	Product standard	Title	
61869-1 General requirements	61869-2	Additional requirements for current transformers	
	61869-3	Additional requirements for inductive voltage transformers	
	61869-4	Additional requirements for combined transformers	
	61869-5	Additional requirements for capacitor voltage transformers	
	61869-7	Additional requirements for low-power voltage transformers	
	61869-8	Additional requirements for low-power current transformers	
	61869-9	Digital interface for instrument transformers	
	61869-10	Additional requirements for current sensors	
	61869-11	Additional requirements for voltage sensors	
	61869-12	Additional requirements for combined low-power instrument transformers	
	61869-13	Stand-alone merging unit (SAMU)	
	61869-14	Additional requirements for current transformers for DC applications	
	61869-15	Additional requirements for voltage transformers for DC applications	
	61869-16	TEDS (transducer electronic data sheet) for instrument transformers	
		61869-99	Glossary

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

This document is the first revision of IEC 61869-1, defining common requirements for instrument transformers, applicable to all types or technologies.

Furthermore, the document is the result of a merger of IEC 61869-1:2007 (*General requirements*) and IEC 61869-6:2016 (*Additional general requirements for low-power instrument transformers*) with the aim of having one single document and simplify the comprehension for the reader of LPIT product-specific standards.

The main modifications of this revision are listed below:

- new scope: equipment for HV applications with a nominal voltage > 1 kV AC or 1,5 kV DC;
- transfer of the definitions to the TC 38 Glossary IEC 61869-99;
- ratings:
 - addition of HV insulation levels above 800 kV;
 - new DC insulation resistance requirements for secondary terminals;
 - additional accuracy class extensions for harmonics;
- design and construction:
 - additional mechanical requirements for EHV applications;
 - clarification of the altitude correction for external insulation and dielectric tests;
 - multiple chopped impulse test: definition of maximum gas-in-oil level before test;
 - internal arc fault protection: simplification of the acceptance criteria;
 - new requirements for storage climatic conditions withstand capability for LPIT;
- type tests:
 - temperature rise test: more accurate definition of the test duration;
 - lightning impulse test: new test procedure (15 impulses) for gas-insulated and resin-insulated instrument transformers, for $U_m \geq 300$ kV;
 - switching impulse test: to be performed in both polarities in case of gas-insulated instrument transformers;
 - chopped wave impulse test: moved from special test to type test;
 - test for accuracy: to be performed with regard to the temperature range and frequency;
 - mechanical test: moved from special test to type test;
 - new specification for storage climatic environmental tests;
- routine tests:
 - partial discharge measurement: addition of record of PD inception voltage and extinction voltage;
 - measurement of capacitance and $\tan\delta$: moved from special test to routine test;
- special tests:
 - transmitted overvoltage test: improved test procedure;
 - internal arc fault test: clarified test procedure;
 - new insulation resistance measurement on secondary terminals;
 - new test for resin insulated instrument transformers operating at low temperature;
 - vibration test: improvement and addition of a shock test for parts mechanically coupled to a circuit-breaker;
 - optional tests for accuracy versus harmonics and for anti-aliasing;

- commissioning tests (new clause):
 - new installation inspection;
 - gas dew point test moved from special test to commissioning tests;
 - new recommended insulation test on LV connection up to the LV cubicle;
- rules for transport, storage, erection, operation and maintenance:
 - new mandatory rules for user and manufacturer;
 - new conditions for transportation and storage;
- new annexes:
 - Annex E (informative): technique used in temperature rise test of transformers to determine the thermal time constant by an experimental estimation;
 - Annex F (informative): guidance for the extension of validity of type tests and special tests;
 - Annex G (informative): guidance for the calculation of equivalent diameter in case of irregular shape of insulating part;
 - Annex I (normative): seismic qualification of instrument transformers.

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 61869 is applicable to newly manufactured instrument transformers intended for applications where the nominal voltage is higher than 1 kV AC or 1,5 kV DC, with an analogue or a digital secondary signal for measuring, protection and control purposes, with rated frequencies from 15 Hz to 400 Hz, or for DC applications.

NOTE 1 A bushing type current transformer, although having no primary insulation level for itself is often placed on a system with a nominal voltage > 1 kV AC or > 1,5 kV DC and therefore falls within the scope of this document. Example: CT placed around an HV bushing or a cable.

The general requirements for instrument transformers for applications in LV systems (nominal voltage ≤ 1 kV AC or ≤ 1,5 kV DC) are covered by IEC 61869-201.

This part of IEC 61869 is a product family standard and covers general requirements only. For each type of instrument transformer, the product standard is composed of this document and the relevant specific product standard.

This part of IEC 61869 contains the requirements for the limits of the errors both for analogue and digital secondary signals. The other characteristics of a digital interface for instrument transformer are standardised in IEC 61869-9 as an application of the IEC 61850 horizontal standard series, covering communication networks and systems for power utility automation.

This part of IEC 61869 considers bandwidth requirements. The accuracy requirements on harmonics and requirements for the anti-aliasing filter are specified in 5.7.

In the case of an LPIT, the general block diagram of single-phase devices is given in Figure 1.

According to the technology, it is not always necessary that all parts described in Figure 1 be included in the instrument transformer.

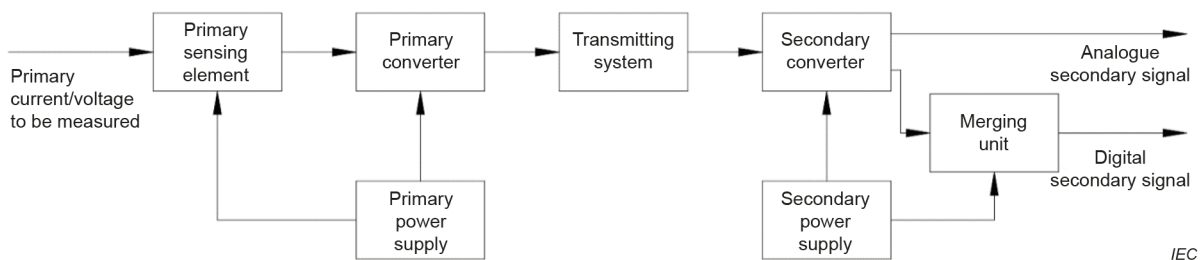


Figure 1 – General block diagram of single-phase LPITs

NOTE 2 A secondary power supply can be combined with a primary power supply or with a power supply of other instrument transformers.

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 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

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

IEC 60068-2-11, *Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-47, *Environmental testing – Part 2-47: Tests – Mounting of specimens for vibration impact and similar dynamic tests*

IEC 60068-2-57:2013, *Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60068-3-3:2019, *Environmental testing – Part 3-3: Supporting documentation and guidance – Seismic test methods for equipment*

IEC 60071-1:2019, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60071-2:2018, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guidelines*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*
IEC 60270:2000/AMD1:2015

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Mineral insulating oils for electrical equipment*

IEC 60376, *Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF₆) and complementary gases to be used in its mixtures for use in electrical equipment*

IEC 60455 (all parts), *Resin based reactive compounds used for electrical insulation*

IEC 60475, *Method of sampling insulating liquids*

IEC 60480, *Specifications for the re-use of sulphur hexafluoride (SF₆) and its mixtures in electrical equipment*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60603-7-1, *Connectors for electronic equipment – Part 7-1: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors*

IEC 60695-1-10, *Fire hazard testing – Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines*

IEC 60695-1-11, *Fire hazard testing – Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Fire hazard assessment*

IEC 60794-2:2017, *Optical fibre cables – Part 2: Indoor cables – Sectional specification*

IEC 60794-3, *Optical fibre cables – Part 3: Outdoor cables – Sectional specification*

IEC TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*

IEC TS 60815-2:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems*

IEC TS 60815-3:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems*

IEC 60867, *Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons*

IEC TR 61000-4-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-1: Testing and measurement techniques – Overview of IEC 61000-4 series*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-9, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Impulse magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-10, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-10: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase*

IEC 61000-4-13, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at AC power port, low frequency immunity tests*

IEC 61000-4-16, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz*

IEC 61000-4-17, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on DC input power port immunity test*

IEC 61000-4-18:2019, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-18: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory wave immunity test*

IEC 61000-4-29, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on DC input power port immunity tests*

IEC 61000-6-4:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61083-1, *Instruments and software used for measurement in high-voltage and high-current tests – Part 1: Requirements for instruments for impulse tests*

IEC 61099, *Insulating liquids – Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

IEC 61181, *Mineral oil-filled electrical equipment – Application of dissolved gas analysis (DGA) to factory tests on electrical equipment*

IEC 61462, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria and design recommendations*

IEC 61850-7-4, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data object classes*

IEC 61869-9:2016, *Instrument transformers – Part 9: Digital interface for instrument transformers*

IEC 61869-99, *Instrument transformers: Glossary*

IEC 62155, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62217:2012, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 62271-4:2022, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for gases for insulation and/or switching*

IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

IEC 62271-203:2022, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

IEC 62770, *Fluids for electrotechnical applications – Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment*

IEC 63012, *Insulating liquids – Unused modified or blended esters for electrotechnical applications*

CISPR TR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

ISO/IEC/IEEE 21451-4, *Information technology – Smart transducer interface for sensors and actuators – Part 4: Mixed-mode communication protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) formats*

ISO 4628-3, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 3: Assessment of degree of rusting*

ISO 22479, *Corrosion of metals and alloys – Sulfur dioxide test in a humid atmosphere (fixed gas method)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	149
INTRODUCTION.....	152
1 Domaine d'application	154
2 Références normatives.....	155
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	159
3.1 Termes et définitions	159
3.2 Symboles et abréviations	159
4 Conditions d'environnement normales et particulières	160
4.1 Généralités	160
4.2 Conditions d'environnement normales.....	160
4.2.1 Température de l'air ambiant.....	160
4.2.2 Altitude	161
4.2.3 Vibrations ou faibles secousses sismiques	161
4.2.4 Exposition à la pollution.....	161
4.2.5 Autres conditions d'environnement pour les transformateurs de mesure intérieurs	161
4.2.6 Autres conditions d'environnement pour les transformateurs de mesure extérieurs	161
4.2.7 Transformateurs de mesure avec des parties extérieures	162
4.3 Conditions d'environnement particulières	162
4.3.1 Généralités	162
4.3.2 Altitude	162
4.3.3 Température ambiante.....	162
4.3.4 Vibrations ou faibles secousses sismiques	162
4.3.5 Séismes	163
5 Caractéristiques assignées.....	163
5.1 Généralités	163
5.2 Caractéristiques assignées de tension	163
5.2.1 Tension la plus élevée du matériel (U_m).....	163
5.2.2 Mise à la terre du réseau	165
5.2.3 Valeurs normales pour la tension primaire assignée (U_{pr})	165
5.2.4 Valeurs normales pour la tension secondaire assignée (U_{sr})	165
5.2.5 Tension d'alimentation auxiliaire assignée (U_{ar}).....	165
5.3 Caractéristiques assignées de courant.....	166
5.3.1 Valeurs normales pour le courant primaire assigné (I_{pr}).....	166
5.3.2 Valeurs normales pour le courant secondaire assigné (I_{sr}).....	166
5.3.3 Valeurs normales pour le courant permanent thermique assigné (I_{cth})	166
5.3.4 Valeurs assignées de courant de courte durée	166
5.4 Caractéristiques assignées diélectriques	167
5.4.1 Généralités.....	167
5.4.2 Niveau d'isolement assigné des bornes primaires.....	167
5.4.3 Autres exigences relatives à l'isolement des bornes primaires	167
5.4.4 Exigences d'isolement entre sections	169
5.4.5 Exigences d'isolement pour les bornes secondaires et les composants basse tension	169

5.5	Fréquence assignée (f_r)	170
5.6	Caractéristiques assignées de sortie	170
5.6.1	Puissance de sortie assignée pour les transformateurs de mesure inductifs et les CVT	170
5.6.2	Valeurs normales pour le temps de retard assigné des EIT (t_{dr})	170
5.7	Exigences de précision	171
5.7.1	Généralités	171
5.7.2	Classes de précision nominales	171
5.7.3	Extension de classe de précision pour les harmoniques	171
5.7.4	Exigences de précision concernant les harmoniques	172
5.7.5	Exigences relatives aux harmoniques pour les classes de précision de protection des LPIT	173
5.7.6	Filtre antirepliement pour EIT utilisant le traitement de données numériques	174
6	Conception et construction	176
6.1	Exigences relatives aux liquides utilisés dans le matériel	176
6.1.1	Généralités	176
6.1.2	Qualité de liquide	176
6.1.3	Indicateur de niveau de liquide	177
6.1.4	Étanchéité aux liquides	177
6.2	Exigences relatives aux gaz utilisés dans le matériel	177
6.2.1	Généralités	177
6.2.2	Qualité de gaz	177
6.2.3	Dispositif de surveillance du gaz	177
6.2.4	Étanchéité au gaz	177
6.2.5	Dispositif limiteur de pression	178
6.3	Exigences relatives aux matériaux solides utilisés dans le matériel	178
6.4	Exigences relatives à l'échauffement des parties et des composants	178
6.4.1	Généralités	178
6.4.2	Influence de l'altitude sur l'échauffement	180
6.5	Exigences relatives à la mise à la terre du matériel	181
6.5.1	Généralités	181
6.5.2	Mise à la terre de l'enveloppe	181
6.5.3	Continuité électrique	181
6.6	Exigences relatives à l'isolation externe	182
6.6.1	Pollution	182
6.6.2	Altitude	182
6.7	Exigences mécaniques	184
6.8	Chocs coupés multiples sur les bornes primaires	184
6.9	Exigences relatives à la protection contre les défauts d'arc interne	185
6.10	Degrés de protection conférés par les enveloppes	186
6.10.1	Généralités	186
6.10.2	Protection contre l'accès aux parties dangereuses et protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers et d'eau	186
6.10.3	Protection de l'enveloppe contre les impacts mécaniques en conditions de fonctionnement normales	187
6.11	Compatibilité électromagnétique (CEM)	187
6.11.1	Généralités	187
6.11.2	Exigences relatives à l'immunité	187

6.11.3	Exigences relatives aux émissions.....	191
6.11.4	Exigences relatives aux surtensions transmises (TOV).....	191
6.11.5	Exigences relatives à la tension de perturbation radioélectrique (RIV).....	191
6.12	Corrosion.....	191
6.13	Marquages.....	192
6.13.1	Généralités.....	192
6.13.2	Marquages des bornes.....	192
6.13.3	Marquages des plaques signalétiques.....	192
6.14	Exigences relatives à la connexion des bornes secondaires d'un LPIT.....	193
6.14.1	Exigences relatives à la connexion des sorties numériques.....	193
6.14.2	Exigences relatives aux connexions de sorties analogiques.....	195
6.15	Bruit dans le signal secondaire d'un EIT.....	195
6.16	Danger d'incendie.....	196
6.17	Résistance à la pression des enveloppes remplies de gaz.....	196
6.18	Détection des défaillances d'un EIT.....	196
6.19	Aptitude au fonctionnement.....	197
6.20	Fiabilité et sûreté de fonctionnement de la partie électronique de l'EIT.....	197
6.21	Exigences relatives aux vibrations.....	197
6.22	Tenue aux conditions climatiques de stockage.....	198
7	Essais.....	198
7.1	Généralités.....	198
7.1.1	Classification des essais.....	198
7.1.2	Liste des essais.....	198
7.1.3	Séquence d'essais.....	200
7.1.4	Conditions d'essai.....	202
7.2	Essais de type.....	202
7.2.1	Généralités.....	202
7.2.2	Essai d'échauffement.....	203
7.2.3	Essai de tenue en tension de choc sur les bornes primaires.....	205
7.2.4	Essai sous pluie pour les transformateurs de mesure du type extérieur.....	208
7.2.5	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	208
7.2.6	Essais concernant la précision.....	215
7.2.7	Vérification du degré de protection conféré par les enveloppes.....	217
7.2.8	Essai d'étanchéité de l'enveloppe à la température ambiante.....	217
7.2.9	Essai d'épreuve de l'enveloppe remplie de gaz.....	218
7.2.10	Essais mécaniques.....	218
7.2.11	Essai de tenue en tension des composants basse tension et des bornes secondaires.....	219
7.2.12	Essais d'environnement climatique de stockage.....	220
7.2.13	Essai de vibrations.....	222
7.2.14	Durabilité des marquages.....	223
7.2.15	Essais concernant la précision pour les harmoniques.....	223
7.2.16	Essai concernant l'antirepliement.....	224
7.3	Essais individuels de série.....	224
7.3.1	Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires.....	224
7.3.2	Mesurage des décharges partielles.....	225
7.3.3	Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle entre sections.....	228

7.3.4	Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes secondaires	228
7.3.5	Essai de tenue en tension à la fréquence industrielle pour les composants basse tension.....	228
7.3.6	Essai concernant la précision	229
7.3.7	Vérification des marquages	229
7.3.8	Essai d'étanchéité de l'enveloppe à la température ambiante	229
7.3.9	Essai sous pression de l'enveloppe remplie de gaz	229
7.3.10	Mesurage de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	230
7.4	Essais spéciaux	230
7.4.1	Essai de tenue aux chocs coupés multiples sur les bornes primaires.....	230
7.4.2	Essai de surtensions transmises.....	231
7.4.3	Essai de défaut d'arc interne	235
7.4.4	Essai d'étanchéité de l'enveloppe à basse et haute températures.....	236
7.4.5	Mesurage de la résistance d'isolement sur les bornes secondaires.....	237
7.4.6	Essai de corrosion	237
7.4.7	Essai relatif au danger d'incendie	238
7.4.8	Essai d'endurance thermomécanique	238
7.4.9	Essais de vibrations et de chocs.....	239
7.4.10	Essais concernant la précision en fonction des harmoniques	241
7.4.11	Qualification sismique.....	241
7.5	Essais de mise en service.....	241
7.5.1	Généralités	241
7.5.2	Inspection et essais finaux de l'installation	241
7.5.3	Essai au point de rosée du gaz.....	242
7.6	Essais sur prélèvements	242
8	Règles concernant le transport, le stockage, le montage, le fonctionnement et la maintenance.....	243
8.1	Généralités	243
8.2	Conditions applicables au transport, au stockage et à l'installation	243
8.3	Installation	243
8.3.1	Généralités	243
8.3.2	Déballage et levage	243
8.3.3	Assemblage.....	243
8.3.4	Montage	244
8.3.5	Connexions	244
8.3.6	Inspection et essais finaux de l'installation	244
8.4	Fonctionnement	244
8.5	Maintenance	245
8.5.1	Généralités	245
8.5.2	Responsabilités du fabricant.....	245
8.5.3	Responsabilités de l'utilisateur	245
8.6	Rapport de défaillance	246
9	Sécurité.....	246
10	Influence des produits sur l'environnement naturel	246
Annexe A (normative)	Identification du spécimen d'essai.....	247
A.1	Généralités	247
A.2	Données	247
A.3	Dessins.....	247

Annexe B (informative) Recommandation concernant le contenu des rapports de défaillance	248
B.1 Généralités	248
B.2 Contenu	248
Annexe C (informative) Danger d'incendie	250
C.1 Danger d'incendie	250
C.2 Essai relatif au danger d'incendie	250
Annexe D (informative) Essai sur prélèvements	251
D.1 Définition d'un essai sur prélèvements	251
D.2 Essais sur prélèvements	251
Annexe E (informative) Technique utilisée pour l'essai d'échauffement des transformateurs afin de déterminer la constante de temps thermique par estimation expérimentale	252
Annexe F (informative) Recommandations concernant l'extension de la validité des essais de type ou des essais spéciaux des transformateurs de mesure	255
F.1 Généralités	255
F.2 Informations nécessaires à l'extension de validité des essais de type	255
F.3 Application des critères d'extension	256
F.3.1 Essais diélectriques	256
F.3.2 Essais d'échauffement	256
F.3.3 Essais de courant de courte durée admissible et de courant dynamique admissible (transformateurs de courant)	257
F.3.4 Essais de défaut d'arc interne	258
F.3.5 Essai de tenue aux chocs coupés multiples	259
Annexe G (informative) Recommandations pour le calcul du diamètre équivalent en cas de forme irrégulière de la partie isolante	260
G.1 Généralités	260
G.2 Transformateurs de courant et transformateurs de tension reliés à la terre	260
G.3 Transformateurs de tension non reliés à la terre	261
Annexe H (informative) Circuit d'essai	263
H.1 Circuits d'essai pour les mesurages de précision en régime permanent pour les transformateurs de courant avec signal secondaire analogique	263
H.2 Circuits d'essai pour les mesurages de précision en régime permanent pour les transformateurs de tension avec signal secondaire analogique	266
Annexe I (normative) Qualification sismique des transformateurs de mesure	271
I.1 Domaine d'application	271
I.2 Conditions sismiques	271
I.2.1 Accélérogramme	271
I.2.2 Sévérité sismique de l'application	271
I.2.3 Facteur de surélévation (k_{se})	273
I.3 Informations pour la qualification sismique	273
I.3.1 Options de qualification	273
I.3.2 Informations générales fournies par l'acheteur	273
I.4 Procédure de qualification	273
I.4.1 Généralités	273
I.4.2 Qualification par calcul statique ou analyse dynamique	274
I.4.3 Qualification par essai	281
I.5 Validité de la qualification	283
Bibliographie	284

Figure 1 – Schéma fonctionnel général des LPIT monophasés	154
Figure 2 – Exemple de système d'acquisition de données numériques.....	174
Figure 3 – Exemple de gabarit de réponse en fréquence pour EIT à sortie numérique	176
Figure 4 – Facteur de correction d'altitude pour l'échauffement	181
Figure 5 – Facteur m pour l'essai de tenue de tension de choc de manœuvre (U_{SIL}).....	183
Figure 6 – Exemple de structure utilisée dans les applications AIS HT soumises aux essais CEM	189
Figure 7 – Exemple de structure utilisée dans les applications GIS HT soumises aux essais CEM	190
Figure 8 – Connecteur LC duplex.....	194
Figure 9 – Circuit de mesure de RIV	209
Figure 10 – Essai de précision du cycle de température	216
Figure 11 – Circuit d'essai pour le mesurage des décharges partielles	225
Figure 12 – Autre circuit pour le mesurage des décharges partielles.....	226
Figure 13 – Exemple de circuit d'essai équilibré pour le mesurage des décharges partielles.....	226
Figure 14 – Profil de tension pour le mesurage des décharges partielles	227
Figure 15 – Mesurage des surtensions transmises: formes d'onde du choc d'essai.....	232
Figure 16 – Mesurage des surtensions transmises: configuration d'essai primaire pour le matériel AIS	233
Figure 17 – Mesurage des surtensions transmises: configuration d'essai primaire pour GIS (CT et VT).....	233
Figure 18 – Mesurage des surtensions transmises: exemple de connexion d'essai secondaire correcte pour CT et VT	234
Figure 19 – Configuration type pour l'essai de défaut d'arc interne	235
Figure E.1 – Extrapolation graphique de l'échauffement ultime	254
Figure G.1 – Dimensions des ailettes.....	260
Figure G.2 – Exemples de CT MT et de VT reliés à la terre.....	261
Figure G.3 – Exemple de CT comprenant plusieurs zones d'isolateur	261
Figure G.4 – Exemples de VT non reliés à la terre	262
Figure G.5 – Exemple de VT comprenant plusieurs zones d'isolateur	262
Figure H.1 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision de CT inductifs	263
Figure H.2 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision analogiques des LPCT	264
Figure H.3 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision analogiques des LPCT (solution en variante)	265
Figure H.4 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision numériques des LPCT	266
Figure H.5 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision des VT inductifs ou des CVT	267
Figure H.6 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision analogiques des LPVT.....	268
Figure H.7 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision analogiques des LPVT (solution en variante)	269
Figure H.8 – Circuit d'essai pour les mesurages de précision numériques des LPVT	270
Figure I.1 – Enregistrement d'un histogramme en temps réel (3D)	271
Figure I.2 – Spectre de réponse spécifié	272
Figure I.3 – Organigramme de la procédure de qualification	274
Figure I.4 – Déviation mesurée en oscillation libre	276
Figure I.5 – Schéma des paramètres utilisés pour le calcul statique.....	278

Tableau 1 – Catégories de température ambiante de fonctionnement	160
Tableau 2 – Niveaux d'isolement assignés des bornes primaires des transformateurs de mesure pour les applications en courant alternatif.....	164
Tableau 3 – Exigences d'isolement des bornes d'alimentation	166
Tableau 4 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles pour les applications en courant alternatif	168
Tableau 5 – Valeurs maximales de $\tan\delta$	169
Tableau 6 – Tenue sur les bornes secondaires et les bornes des composants basse tension des LPIT.....	169
Tableau 7 – Extension WB0 pour les harmoniques	172
Tableau 8 – Extensions de classe de précision pour les applications à large bande.....	173
Tableau 9 – Exigences relatives aux harmoniques pour les classes de précision de protection	174
Tableau 10 – Exigences relatives au filtre antirepliement.....	175
Tableau 11 – Taux de fuite temporairement admissibles pour les systèmes à gaz	178
Tableau 12 – Limites de température et d'échauffement pour les différents matériaux, parties et diélectriques des transformateurs de mesure	179
Tableau 13 – Lignes de fuite spécifiques par classe de sévérité de pollution de site, telles que définies dans l'ancienne publication.....	182
Tableau 14 – Charges de tenue statique maximales	184
Tableau 15 – Niveau maximal de gaz dans l'huile dans les transformateurs de mesure	185
Tableau 16 – Durée de défaut d'arc et critères de performance	185
Tableau 17 – Exigences relatives à l'immunité et niveaux d'essai	188
Tableau 18 – Critères d'acceptation des essais d'immunité CEM.....	190
Tableau 19 – Connecteurs	195
Tableau 20 – Liste des essais.....	198
Tableau 21 – Type de gaz et pression au cours des essais.....	200
Tableau 22 – Essais individuels de série exigés	201
Tableau 23 – Modalités d'application des charges d'essai aux bornes primaires	219
Tableau 24 – Essai de chaleur sèche à la température de stockage	221
Tableau 25 – Essai au froid à la température de stockage	221
Tableau 26 – Essai continu de chaleur humide	222
Tableau 27 – Limites des surtensions transmises	232
Tableau 28 – Niveaux de sévérité des chocs	241
Tableau A.1 – Exemple de dessin à soumettre.....	247
Tableau C.1 – Danger d'incendie des produits électrotechniques.....	250
Tableau F.1 – Critères d'extension pour la performance de tenue diélectrique	256
Tableau F.2 – Critères d'extension pour la performance d'échauffement.....	257
Tableau F.3 – Critères d'extension pour les performances de courant de courte durée et de courant dynamique admissible	258
Tableau F.4 – Critères d'extension pour les essais de défaut d'arc interne	259
Tableau F.5 – Critères d'extension pour l'essai de tenue aux chocs coupés multiples.....	259
Tableau I.1 – Niveaux de sévérité sismique	272
Tableau I.2 – Masse externe pour simuler les forces externes	281
Tableau I.3 – Niveaux sismiques comparables.....	283

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 1: Exigences générales

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.

L'IEC 61869-1 a été établie par le comité d'études 38 de l'IEC: Transformateurs de mesure. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2007 et l'IEC 61869-6:2016. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) fusion avec l'IEC 61869-6:2016;
- b) nouveau domaine d'application: matériel pour les applications HT avec une tension nominale > 1 kV en courant alternatif ou 1,5 kV en courant continu;
- c) nouvelle classification de certains essais spéciaux en essais de type ou en essais individuels de série;

- d) essais de type supplémentaires, essais spéciaux supplémentaires et nouvel article pour les essais de mise en service;
- e) nouvelles Annexes E, F, G et I.

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

Projet	Rapport de vote
38/718/FDIS	38/722/RVD

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

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

Le présent 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/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61869, publiées sous le titre général *Transformateurs de mesure*, se trouve sur le site web de l'IEC. La liste ci-dessous donne un aperçu de l'ensemble de normes planifié ou existant à la date de publication du présent document.

La liste mise à jour des normes publiées par le TC 38 de l'IEC est disponible sur le site web: <https://www.iec.ch>

Norme de famille de produits	Norme de produit	Titre	
61869-1 Exigences générales	61869-2	Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant	
	61869-3	Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension	
	61869-4	Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés	
	61869-5	Exigences supplémentaires concernant les transformateurs condensateurs de tension	
	61869-7	Additional requirements for low-power voltage transformers (disponible en anglais seulement)	
	61869-8	Additional requirements for low-power current transformers (disponible en anglais seulement)	
	61869-9	Interface numérique pour les transformateurs de mesure	
	61869-10	Exigences supplémentaires concernant les capteurs de courant	
	61869-11	Exigences supplémentaires pour les capteurs de tension	
	61869-12	Additional requirements for combined low-power instrument transformers (disponible en anglais seulement)	
	61869-13	Concentrateur autonome (SAMU)	
	61869-14	Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant pour application en courant continu	
	61869-15	Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de tension pour application en courant continu	
	61869-16	TEDS (transducer electronic data sheet) for instrument transformers (disponible en anglais seulement)	
		61869-99	Glossaire

Le comité a décidé que le contenu du présent 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'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Le présent document est la première révision de l'IEC 61869-1, qui définit les exigences communes aux transformateurs de mesure applicables à tous les types ou à toutes les technologies.

De plus, l'IEC 61869-1:2007 (*Exigences générales*) et l'IEC 61869-6:2016 (*Exigences générales supplémentaires concernant les transformateurs de mesure de faible puissance*) ont été fusionnées dans le but d'obtenir un seul document et de simplifier la compréhension par le lecteur des normes spécifiques aux produits LPIT.

La liste suivante indique les principales modifications de la présente révision:

- nouveau domaine d'application: matériel pour les applications HT avec une tension nominale > 1 kV en courant alternatif ou 1,5 kV en courant continu;
- transfert des définitions dans le Glossaire du TC 38 (IEC 61869-99);
- caractéristiques assignées:
 - ajout des niveaux d'isolement HT au-dessus de 800 kV;
 - nouvelles exigences relatives à la résistance d'isolement en courant continu pour les bornes secondaires;
 - extensions de classe de précision supplémentaires pour les harmoniques;
- conception et construction:
 - exigences mécaniques supplémentaires pour les applications THT;
 - clarification de la correction d'altitude pour l'isolation externe et les essais diélectriques;
 - essai de chocs coupés multiples: définition du niveau maximal de gaz dans l'huile avant essai;
 - protection contre les défauts d'arc interne: simplification des critères d'acceptation;
 - nouvelles exigences concernant la tenue des LPIT dans les conditions climatiques de stockage;
- essais de type:
 - essai d'échauffement: définition plus précise de la durée de l'essai;
 - essai de tenue aux chocs de foudre: nouvelle procédure d'essai (15 chocs) pour les transformateurs de mesure à isolation gazeuse et en résine, pour $U_m \geq 300$ kV;
 - essai de tenue de choc de manœuvre: à réaliser dans les deux polarités dans le cas des transformateurs de mesure à isolation gazeuse;
 - essai de choc coupé: transféré de l'essai spécial à l'essai de type;
 - essai de précision: à réaliser en ce qui concerne la plage de températures et la fréquence;
 - essai mécanique: transféré de l'essai spécial à l'essai de type;
 - nouvelle spécification pour les essais d'environnement climatique de stockage;
- essais individuels de série:
 - mesurage des décharges partielles: ajout de l'enregistrement des tensions d'apparition et d'extinction des décharges partielles;
 - mesurage de la capacité et de $\tan\delta$: transféré de l'essai spécial à l'essai individuel de série;

- essais spéciaux:
 - essai de surtensions transmises: procédure d'essai améliorée;
 - essai de défaut d'arc interne: procédure d'essai clarifiée;
 - nouveau mesurage de la résistance d'isolement sur les bornes secondaires;
 - nouvel essai pour les transformateurs de mesure à isolation en résine fonctionnant à basse température;
 - essai de vibrations: amélioration et ajout d'un essai de choc pour les parties mécaniquement couplées à un disjoncteur;
 - essais facultatifs concernant la précision en fonction des harmoniques et pour l'antirepliement;
- essais de mise en service (nouveau paragraphe):
 - inspection d'une nouvelle installation;
 - essai au point de rosée du gaz transféré de l'essai spécial aux essais de mise en service;
 - nouvel essai d'isolement recommandé sur la connexion BT jusqu'à l'armoire BT;
- règles concernant le transport, le stockage, le montage, le fonctionnement et la maintenance:
 - nouvelles règles obligatoires pour l'utilisateur et le fabricant;
 - nouvelles conditions de transport et de stockage;
- nouvelles annexes:
 - Annexe E (informative): technique utilisée pour l'essai d'échauffement des transformateurs afin de déterminer la constante de temps thermique par estimation expérimentale;
 - Annexe F (informative): recommandations concernant l'extension de la validité des essais de type ou des essais spéciaux des transformateurs de mesure;
 - Annexe G (informative): recommandations pour le calcul du diamètre équivalent en cas de forme irrégulière de la partie isolante;
 - Annexe I (normative): qualification sismique des transformateurs de mesure.

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61869 s'applique aux transformateurs de mesure récemment fabriqués destinés à des applications dont la tension nominale est supérieure à 1 kV en courant alternatif ou à 1,5 kV en courant continu, qui utilisent un signal secondaire analogique ou numérique à des fins de mesure, de protection et de commande, avec des fréquences assignées comprises entre 15 Hz et 400 Hz, ou à des applications en courant continu.

NOTE 1 Un transformateur de courant pour traversée, bien que n'ayant pas de niveau d'isolement primaire pour lui-même, est souvent placé sur un système ayant une tension nominale > 1 kV en courant alternatif ou $> 1,5$ kV en courant continu et relève donc du domaine d'application du présent document. Exemple: transformateur de courant placé autour d'une traversée HT ou d'un câble HT.

Les exigences générales concernant les transformateurs de mesure destinés à des applications dans les réseaux BT (tension nominale ≤ 1 kV en courant alternatif ou $\leq 1,5$ kV en courant continu) sont couvertes par l'IEC 61869-201.

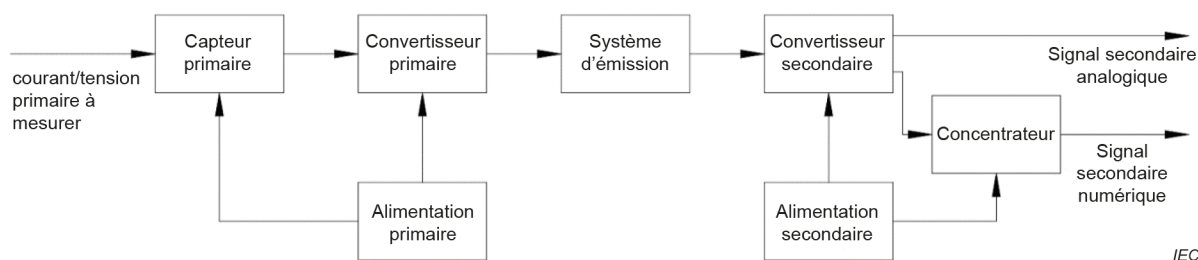
La présente partie de l'IEC 61869 est une norme de famille de produits et couvre uniquement les exigences générales. Pour chaque type de transformateur de mesure, la norme de produit se compose du présent document et de la norme de produit spécifique appropriée.

La présente partie de l'IEC 61869 contient les exigences relatives aux limites d'erreurs, tant pour le signal secondaire analogique que pour le signal secondaire numérique. Les autres caractéristiques d'une interface numérique d'un transformateur de mesure sont normalisées dans l'IEC 61869-9 en tant qu'application de la série de normes horizontales IEC 61850, couvrant les réseaux et les systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes électriques.

La présente partie de l'IEC 61869 traite des exigences relatives à la largeur de bande. Les exigences de précision concernant les harmoniques et les exigences relatives au filtre antirepliement sont spécifiées en 5.7.

Dans le cas d'un LPIT, le schéma fonctionnel général des dispositifs monophasés est représenté à la Figure 1.

Selon la technologie, il n'est pas toujours nécessaire d'inclure toutes les parties décrites à la Figure 1 dans le transformateur de mesure.



IEC

Figure 1 – Schéma fonctionnel général des LPIT monophasés

NOTE 2 Une alimentation secondaire peut être associée à une alimentation primaire ou à une alimentation d'autres transformateurs de mesure.

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 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

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

IEC 60068-2-11, *Essais d'environnement – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-17, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité*

IEC 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-47, *Essais d'environnement – Partie 2-47: Essais – Fixation de spécimens pour essais de vibrations, d'impacts et autres essais dynamiques*

IEC 60068-2-57:2013, *Essais d'environnement – Partie 2-57: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes et sinusoïdes modulées*

IEC 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais au marteau*

IEC 60068-2-78:2012, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60068-3-3:2019, *Essais d'environnement – Partie 3-3: Documentation d'accompagnement et recommandations – Méthodes d'essais sismiques applicables aux matériels*

IEC 60071-1:2019, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60071-2:2018, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Lignes directrices en matière d'application*

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60270:2000, *Technique des essais à haute tension – Mesure des décharges partielles*
IEC 60270:2000/A1:2015

IEC 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes pour matériel électrique*

IEC 60376, *Spécification de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et des gaz complémentaires à employer dans les mélanges de SF₆ pour utilisation dans les matériels électriques*

IEC 60455 (toutes les parties), *Composés réactifs à base de résine utilisés comme isolants électriques*

IEC 60475, *Méthode d'échantillonnage des liquides isolants*

IEC 60480, *Spécifications pour la réutilisation de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et des mélanges contenant du SF₆ dans le matériel électrique*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

IEC 60529:1989/A1:1999

IEC 60529:1989/A2:2013

IEC 60603-7-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-1: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 8 voies*

IEC 60695-1-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 1-10: Lignes directrices pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques – Lignes directrices générales*

IEC 60695-1-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 1-11: Lignes directrices pour l'évaluation du danger du feu des produits électrotechniques – Évaluation du danger du feu*

IEC 60794-2:2017, *Câbles à fibres optiques – Partie 2: Câbles intérieurs – Spécification intermédiaire*

IEC 60794-3, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Câbles extérieurs – Spécification intermédiaire*

IEC TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles (disponible en anglais seulement)*

IEC TS 60815-2:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems (disponible en anglais seulement)*

IEC TS 60815-3:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems (disponible en anglais seulement)*

IEC 60867, *Isolants liquides – Spécifications pour les liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse*

IEC TR 61000-4-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure – Vue d'ensemble de la série IEC 61000-4*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*
IEC 61000-4-5:2014+A1:2017 CSV

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-9, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-9: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel*

IEC 61000-4-10, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-10: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité du champ magnétique oscillatoire amorti*

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour les appareils à courant d'entrée inférieur ou égal à 16 A par phase*

IEC 61000-4-13, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*

IEC 61000-4-16, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz à 150 kHz*

IEC 61000-4-17, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-17: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'ondulation résiduelle sur entrée de puissance à courant continu*

IEC 61000-4-18:2019, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie*

IEC 61000-4-29, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu*

IEC 61000-6-4:2018, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

IEC 61076-2-101, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

IEC 61083-1, *Appareils et logiciels utilisés pour les mesurages pendant les essais à tension et courant élevés – Partie 1: Exigences pour les appareils utilisés pour les essais de choc*

IEC 61099, *Liquides isolants – Spécifications relatives aux esters organiques de synthèse neufs destinés aux matériels électriques*

IEC 61181, *Matériels électriques imprégnés d'huile minérale – Application de l'analyse des gaz dissous (AGD) lors d'essais en usine de matériels électriques*

IEC 61462, *Isolateurs composites creux – Isolateurs avec ou sans pression interne pour utilisation dans des appareillages électriques de tensions nominales supérieures à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essais, critères d'acceptation et recommandations de conception*

IEC 61850-7-4, *Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes électriques – Partie 7-4: Structure de communication de base – Classes de nœuds logiques et classes d'objets de données compatibles*

IEC 61869-9:2016, *Transformateurs de mesure – Partie 9: Interface numérique pour les transformateurs de mesure*

IEC 61869-99, *Transformateurs de mesure – Partie 99: Glossaire*

IEC 62155, *Isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V*

IEC 62217:2012, *Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

IEC 62271-4:2022, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Procédures de manipulation des gaz pour l'isolation et/ou la commutation*

IEC 62271-100, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

IEC 62271-203:2022, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse et à courant alternatif de tensions assignées supérieures à 52 kV*

IEC 62770, *Fluides pour applications électrotechniques – Esters naturels neufs pour transformateurs et matériels électriques analogues*

IEC 63012, *Isolants liquides – Esters neufs modifiés ou mélangés pour applications électrotechniques*

CISPR TR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits (disponible en anglais seulement)*

ISO/IEC/IEEE 21451-4, *Technologies de l'information – Interface de transducteurs intelligente pour capteurs et actionneurs – Partie 4: Protocoles de communication en mode mixte et formats des feuilles de données électroniques du transducteur (TEDS)*

ISO 4628-3, *Peintures et vernis – Évaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 3: Évaluation du degré d'enrouillement*

ISO 22479, *Corrosion des métaux et alliages – Essai au dioxyde de soufre en atmosphère humide (méthode avec volume fixe de gaz)*