



IEC 61558-1

Edition 3.0 2017-09

Corrected version
2025-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof –
Part 1: General requirements and tests**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-4750-1

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

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	14
2 Normative references	16
3 Terms and definitions	19
3.1 Transformers	20
3.2 General terms	23
3.3 Operations and protections	24
3.4 Circuits and windings	26
3.5 Ratings	27
3.6 No-load values.....	29
3.7 Insulation	29
3.8 Touch current and protective earthing conductor current.....	33
4 General requirements	33
5 General notes on tests	34
6 Ratings.....	36
7 Classification.....	36
8 Marking and other information	37
9 Protection against electric shock	43
9.1 General.....	43
9.2 Protection against contact with hazardous-live-parts.....	44
9.2.1 Determination of hazardous-live-parts	44
9.2.2 Accessibility to hazardous-live-parts	44
9.2.3 Accessibility to non hazardous-live-part.....	47
9.3 Protection against hazardous electrical discharge.....	47
10 Change of input voltage setting	47
11 Output voltage and output current under load	48
12 No-load output voltage	49
13 Short-circuit voltage.....	49
14 Heating.....	49
14.1 General requirements	49
14.1.1 Temperature-rise test	49
14.1.2 Alternative temperature-rise test.....	51
14.1.3 Determination of steady-state conditions	54
14.2 Application of 14.1 or 14.3 according to the insulation system.....	55
14.3 Accelerated ageing test for undeclared class of insulation system	56
14.3.1 General	56
14.3.2 Heat run	56
14.3.3 Vibration.....	57
14.3.4 Moisture treatment.....	57
14.3.5 Measurements	57
15 Short circuit and overload protection.....	57
15.1 General requirements	57
15.1.1 Short circuit and overload test method.....	57
15.1.2 Alternative short circuit and overload test method.....	60

15.2	Inherently short-circuit proof transformers	60
15.3	Non-inherently short-circuit proof transformers.....	60
15.4	Non-short-circuit proof transformers	61
15.5	Fail-safe transformers	61
16	Mechanical strength	62
16.1	General.....	62
16.2	Stationary transformers.....	62
16.3	Portable transformers (except portable transformers with integral pins for introduction in socket-outlet in the fixed wiring).....	63
16.4	Portable transformers provided with integral pins for introduction in socket-outlets of the fixed wiring	63
16.4.1	General requirements	63
16.4.2	Portable transformers provided with integral pins according to EN 50075 (IEC plug type C) for introduction in socket-outlets of the fixed wiring	64
16.5	Additional requirements for transformers to be used in vehicles and railway applications	65
16.5.1	Transformers to be used in vehicles and railway applications	65
16.5.2	Test requirements for the transportation of transformers.....	66
17	Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture.....	67
17.1	Degrees of protection provided by enclosures (IP code).....	67
17.1.1	General requirements	67
17.1.2	Tests on transformers with enclosure	68
17.2	Humidity treatment.....	70
18	Insulation resistance, dielectric strength and leakage current	71
18.1	General.....	71
18.2	Insulation resistance	71
18.3	Dielectric strength test	72
18.4	Insulation between and within windings.....	74
18.5	Touch current and protective earthing conductor current.....	74
18.5.1	General	74
18.5.2	Touch current	75
18.5.3	Protective earthing conductor current	76
19	Construction	77
19.1	General construction.....	77
19.1.1	General	77
19.1.2	Auto-transformers.....	77
19.1.3	Separating transformers	78
19.1.4	Isolating transformers and safety isolating transformers	79
19.2	Flammability of materials	81
19.3	Short-circuit characteristics of portable transformers.....	81
19.4	Class II transformer contact prevention of accessible conductive parts	81
19.5	Class II transformer insulation reassembling after service.....	81
19.6	Loosening of wires, screws or similar parts	82
19.7	Resistor or capacitor connection with accessible conductive parts	82
19.8	Bridging of separated conductive parts by resistors or capacitors	82
19.9	Insulating material separating input and output windings.....	83
19.10	Accidental contact protection against hazardous-live-parts provided by isolating coating.....	83
19.11	Insulating material of handles, operating levers, knobs and similar parts.....	84

19.12	Winding construction.....	84
19.13	Fixing of handles, operating levers and similar parts	89
19.14	Fixing of covers providing protection against electric shock	89
19.15	Strain on fixed socket-outlets caused by pin-transformers connection	89
19.16	Portable transformers for use in irregular or harsh conditions	90
19.17	Drain hole of transformers protected against ingress of water	90
19.18	Plug connected transformers protected against ingress of water	90
19.19	Flexible cable or flexible cord connection for class I portable transformers	90
19.20	SELV- and PELV-circuit separation of live parts.....	90
19.21	Protection against contact for FELV-circuit.....	91
19.22	Protective earthing regarding class II transformers	91
19.23	Protective earthing regarding class III transformers	91
20	Components	91
21	Internal wiring.....	96
22	Supply connection and other external flexible cables or cords	97
23	Terminals for external conductors.....	104
24	Provisions for protective earthing.....	105
25	Screws and connections	107
26	Creepage distances, clearances and distances through insulation.....	109
26.1	General.....	109
26.2	Creepage distances and clearances.....	110
26.2.1	General	110
26.2.2	Windings covered with adhesive tape	110
26.2.3	Uncemented insulating parts.....	110
26.2.4	Cemented insulating parts	110
26.2.5	Enclosed parts (e.g. by impregnation or potting)	111
26.3	Distance through insulation.....	112
27	Resistance to heat, fire and tracking.....	123
27.1	General.....	123
27.2	Resistance to heat	123
27.2.1	General	123
27.2.2	External accessible parts.....	123
27.2.3	Internal parts	124
27.3	Resistance to abnormal heat under fault conditions	124
27.4	Resistance to fire.....	125
27.4.1	General	125
27.4.2	External accessible parts.....	126
27.4.3	Internal parts	126
27.5	Resistance to tracking.....	127
28	Resistance to rusting	127
Annex A	(normative) Measurement of creepage distances and clearances.....	128
Annex B	(normative) Testing a series of transformers	132
B.1	General.....	132
B.2	Requirements	132
B.3	Constructional inspection	133
Annex C	(void).....	134
Annex D	(void).....	135

Annex E (normative) Glow-wire test	136
E.1 General.....	136
E.2 Severity	136
E.3 Conditioning.....	136
E.4 Test procedure.....	136
Annex F (normative) Requirements for manually operated switches which are parts of transformers assembly.....	137
F.1 General.....	137
F.2 Switches tested as a separate component	137
F.3 Switches tested as part of the transformer	137
Annex G (normative) Tracking test.....	140
G.1 General.....	140
G.2 Test specimen	140
G.3 Test apparatus.....	140
G.4 Procedure	140
Annex H (normative) Electronic circuits.....	141
H.1 General.....	141
H.2 General notes on tests (addition to Clause 5).....	141
H.3 Short circuit and overload protection (addition to Clause 15).....	141
H.4 Creepage distances, clearances and distances through insulation (addition to Clause 26)	143
Annex I (informative) Dimensions for rectangular cross-section connectors of transformers, basic dimensions and coordination	145
Annex J (normative) Measuring network for touch-currents	147
Annex K (normative) Insulated winding wires	148
K.1 General.....	148
K.2 Type tests	148
K.2.1 General	148
K.2.2 Dielectric strength test.....	148
K.2.3 Flexibility and adherence	148
K.2.4 Heat shock	149
K.2.5 Retention of dielectric strength after bending	149
K.3 Testing during manufacturing	150
K.3.1 General	150
K.3.2 Routine test.....	150
K.3.3 Sampling test.....	150
Annex L (normative) Routine tests (production tests)	151
L.1 General.....	151
L.2 Protective earthing continuity test	151
L.3 Checking of no-load output voltage	151
L.4 Dielectric strength test	151
L.5 Checking of protective devices mounting	152
L.6 Visual inspection.....	152
L.7 Repetition test after routine dielectric strength test	152
Annex M (informative) Examples to be used as a guide for 19.1	153
M.1 General.....	153
M.2 Coil-former.....	153
M.2.1 Concentric type	153

M.2.2	Side-by-side type.....	154
M.3	Windings.....	154
M.3.1	Without screen	154
M.3.2	With screen	155
Annex N (informative)	Examples for checking points of dielectric strength test voltages.....	156
Annex O (void).....		158
Annex P (informative)	Examples for measurement points of creepage distances and clearances	159
Annex Q (informative)	Explanation of IP numbers for degrees of protection	162
Q.1	General.....	162
Q.2	Degrees of protection against access to hazardous parts and against solid foreign objects	162
Q.3	Degrees of protection against ingress of water.....	164
Annex R (normative)	Explanations of the application of 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007	165
R.1	Impulse dielectric test	165
R.2	Example.....	165
Annex S (void)		167
Annex T (void)		168
Annex U (void).....		169
Annex V (informative)	Symbols to be used for thermal cut-outs.....	170
V.1	General.....	170
V.2	Non-self-resetting thermal cut-out (see 3.3.4)	170
V.3	Self-resetting thermal cut-out (see 3.3.3)	170
Annex W (normative)	Coated printed circuit boards.....	171
W.1	Preamble	171
W.2	General.....	171
W.3	Cold.....	171
W.4	Rapid change of temperature	171
W.5	Additional tests	171
Bibliography.....		172
Index of defined terms		174
Figure 1 – IEC 61558 principle.....		12
Figure 2 – Mounting box for flush-type transformer		35
Figure 3 – Test pin (see IEC 61032, test probe 13).....		45
Figure 4 – Standard test finger (see IEC 61032, test probe B)		46
Figure 5 – Example of back-to-back method – Single phase		53
Figure 6 – Example of back-to-back method – Three phase		53
Figure 7 – Amplitude spectrum density for random testing		66
Figure 8 – Normalised spectrum of shock		67
Figure 9 – Test voltage sequence		74
Figure 10 – Test configuration: single-phase equipment on star TN or TT system		76
Figure 11 – Abrasion resistance test for insulating coated layers		84
Figure 15 – Explanation of insulated spirally wrapped winding wires for 1 000 V AC for reinforced insulation		86
Figure 12 – Flexing test apparatus.....		101

Figure 13 – Test arrangement for checking mechanical withstanding of insulating materials in thin sheet layers	115
Figure 14 – Ball-pressure apparatus	123
Figure A.1 – Example 1.....	128
Figure A.2 – Example 2.....	129
Figure A.3 – Example 3.....	129
Figure A.4 – Example 4.....	129
Figure A.5 – Example 5.....	130
Figure A.6 – Example 6.....	130
Figure A.7 – Example 7.....	131
Figure A.8 – Example 8.....	131
Figure H.1 – Example of an electronic circuit with low-power points.....	144
Figure J.1 – Measuring network for touch-current	147
Figure M.1 – Examples for concentric type constructions	153
Figure M.2 – Examples for side-by-side type constructions	154
Figure M.3 – Examples for winding constructions without screen	154
Figure M.4 – Examples for wrapped winding constructions	155
Figure M.5 – Examples for winding constructions with screen	155
Figure N.1 – Transformer of class I construction with metal enclosure	156
Figure N.2 – Transformer of class II construction with metal enclosure	157
Figure N.3 – Transformer of class II construction with enclosure of insulating material	157
Figure P.1 – Transformer of class I construction	159
Figure P.2 – Transformer of class I construction with earthed metal screen	160
Figure P.3 – Transformer of class II construction with metal enclosure	160
Figure P.4 – Transformer of class II construction with enclosure of insulating material.....	161
Figure V.1 – Restored by manual operation	170
Figure V.2 – Restored by disconnection of the supply	170
Figure V.3 – Thermal link (see 3.3.5)	170
Figure V.4 – Self-resetting thermal cut-out.....	170
Table 1 – Symbols used on equipment or in instructions	41
Table 2 – Values of maximum temperatures in normal use.....	54
Table 3 – Explanation of the maximum winding temperatures required in Table 2	55
Table 4 – Test temperature and testing time (in days) per cycle.....	56
Table 5 – Maximum values of temperatures under short-circuit or overload conditions.....	59
Table 6 – Values of T and k for fuses	60
Table 7 – Pull force on pins	64
Table 8 – Conditions for vibration testing (random)	65
Table 9 – Amplitude spectrum density ASD values for accelerated life testing	65
Table 10 – Frequency values depending on the weight of the specimen.....	66
Table 11 – Excitation values for vibration testing	66
Table 12 – Solid-object-proof transformer test	69
Table 13 – Values of insulation resistance	72

Table 14 – Table of dielectric strength test voltages.....	73
Table 15 – Limits for currents	76
Table 16 – Nominal cross-sectional areas of external flexible cables or cords.....	99
Table 17 – Pull and torque to be applied to external flexible cables or cords fixed to stationary and portable transformers.....	103
Table 18 – Torque to be applied to screws and connections	108
Table 19 – Torque test on glands.....	109
Table 20 – Clearances in mm	116
Table 21 – Creepage distances in mm	117
Table 22 – Distance through insulation in mm.....	118
Table 23 – Creepage distances and clearance between terminals for external connection	119
Table 24 – Values of FIW wires with minimum overall diameter and minimum test voltages according to the total enamel increase	121
Table A.1 – Width of groove values depending on the pollution degree	128
Table F.1 – Peak surge current of additional loads.....	138
Table I.1 – Dimensions of rectangular copper connectors	145
Table K.1 – Mandrel diameter	149
Table K.2 – Oven temperature	149
Table Q.1 – Degrees of protection against access to hazardous parts indicated by the first characteristic numeral.....	163
Table Q.2 – Degrees of protection against solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral.....	163
Table Q.3 – Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral	164
Table R.1 – Impulse test voltage according to 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007	165

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS,
POWER SUPPLY UNITS AND COMBINATIONS THEREOF –****Part 1: General requirements and tests****FOREWORD**

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

International Standard IEC 61558-1 has been prepared by IEC technical committee 96: Transformers, reactors, power supply units and combinations thereof.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005 and Amendment 1:2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) fully insulated winding wires (FIW), new tables and aging tests for FIW constructions,
- b) overvoltage categories 1, 2, 3 and 4 for clearances and dielectric strength tests (new tables) are included,
- c) development of new symbols for the different overvoltage categories,
- d) symbol for maximum altitudes, if higher than 2 000 m,
- e) symbol for plug in power supply units, if the pins are damaged (tumbling barrel test),

- f) symbol for minimum temperature (even during the transportation),
- g) alternative temperature measurement, simulated load and back to back method according to IEC 60076-11,
- h) short circuit and overload protection, simulated load and back to back method according to IEC 60076-11,
- i) adjustment of temperatures in Table 2 according to CENELEC Guide 29,
- j) establishing partial discharge test above 750 V for FIW constructions,
- k) requirements for toroidal core constructions, division for basic and for supplementary isolation,
- l) modification of protection indexes for enclosures (IP-code),
- m) dimensioning of rectangular cross section connectors for transformers,
- n) repetition test, 80 % of required dielectric strength test voltage of Table 14,
- o) vibration test for vehicles and railway applications,
- p) two Y1 Capacitors for working voltages above 250 V and not exceeding 500 V with overvoltage category 3.

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

FDIS	Report on voting
96/466/FDIS	96/468/RVD

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

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

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

A list of all parts of the IEC 61558 series, published under the general title *Safety of transformers, reactors, power supply units and combination thereof*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

In this document, the following print types are used:

- proper requirements: in roman type;
- *test specifications: in italic type*;
- explanatory matters: in smaller roman type.

In the text of the document, the words in **bold** are defined in Clause 3.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://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.

The content of the corrigendum 1 (2025-12) has been included in this copy.

INTRODUCTION

This document covers safety requirements for **transformers**. Where the term **transformer** is used, it covers **transformers**, **reactors** and **power supply units** where applicable.

During the development of this document, to the extent possible, the requirements of IEC 60364 (all parts) were taken into consideration, so that a **transformer** can be installed in accordance with the wiring rules contained in that document. However, national wiring rules can differ.

This document recognizes the internationally accepted levels of protection against the possible electrical, mechanical, and fire hazards caused by **transformers** operating under normal conditions in accordance with the manufacturer's instructions. It also covers abnormal conditions which can occur in practice.

A **transformer** complying with this document will not necessarily be judged to comply with the safety principles of this document if, when examined and tested, it is found to have other features that impair the level of safety covered by these requirements.

A **transformer** employing materials or having forms of construction differing from those detailed in this document may be examined and tested according to the intent of the requirements and, if found to be substantially equivalent, may be judged to comply with the safety principles of this document.

The document dealing with non-safety aspects of electromagnetic compatibility (EMC) of **transformers** is IEC 62041. However, that document also includes tests that can subject the **transformer** to conditions involving safety aspects.

The objective of IEC 61558-1 is to provide a set of requirements and tests considered to be generally applicable to most types of **transformers**, and which can be called up as required by the relevant part of IEC 61558-2. IEC 61558-1 is thus not to be regarded as a specification by itself for any type of **transformer**, and its provisions apply only to particular types of **transformers** to the extent determined by the appropriate part of IEC 61558-2. IEC 61558-1 also contains normative routine tests.

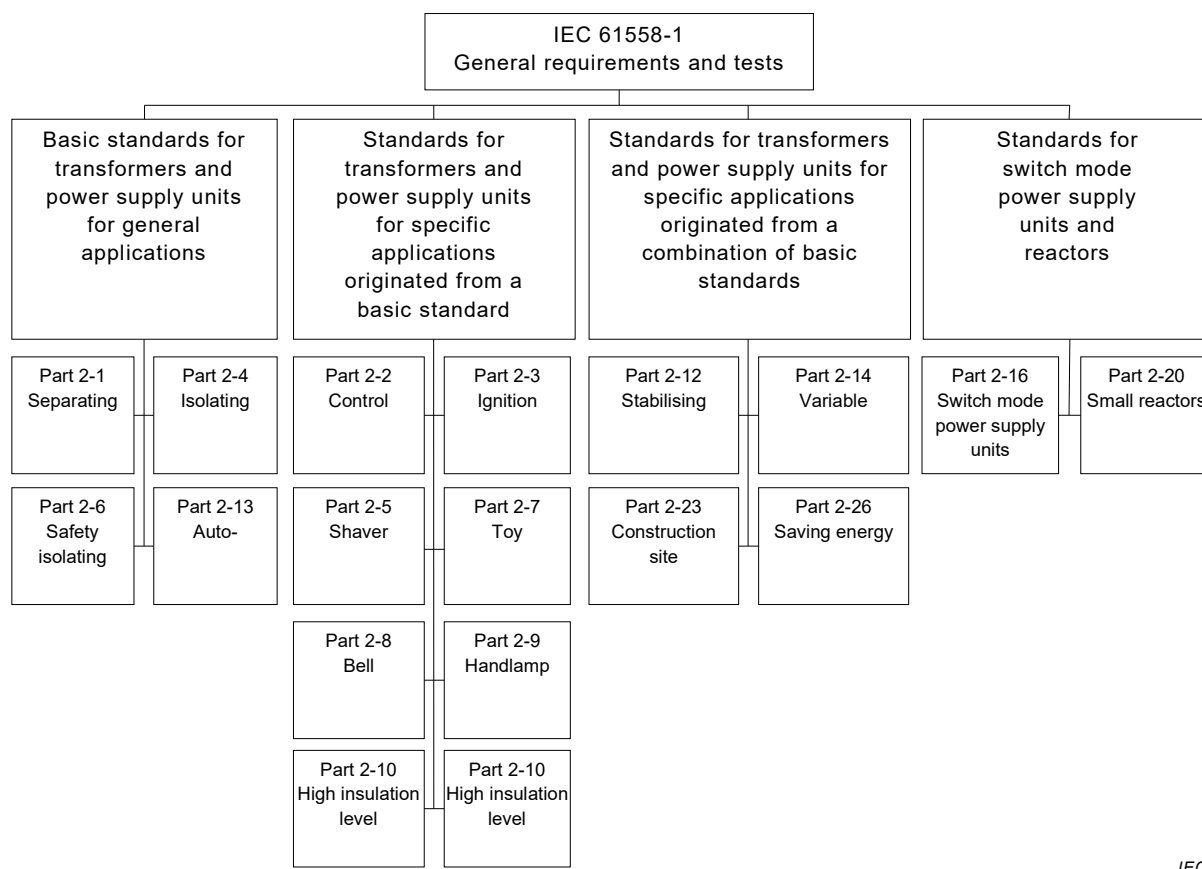
Each part of IEC 61558-2 in conjunction with this document contains all the necessary requirements for the **transformer** being covered and does not contain references to other parts of IEC 61558-2. For **transformers** with a protection index IP00 and associated **transformers**, it is possible to have circuits corresponding to different parts of IEC 61558-2 within the same construction (e.g. SELV output circuit according to IEC 61558-2-6 and a 230 V output circuit according to IEC 61558-2-4). However, if the **transformer** is covered by different parts IEC 61558-2, to the extent reasonable, the relevant part of IEC 61558-2 is applied to each function/application separately. If applicable, the effect of one function on the other is taken into consideration.

If an appropriate part of IEC 61558-2 does not exist for a particular **transformer** or group of **transformers**, the nearest applicable part may be used as a guide to the requirements and tests.

However, individual countries may wish to consider its application, to the extent reasonable, to transformers not mentioned in the IEC 61558-2 series, and to transformers designed on new principles.

Where the requirements of any of the clauses of a part of IEC 61558-2 refer to IEC 61558-1 by the phrase "This clause of Part 1 is applicable", this phrase means that all the requirements of that clause of IEC 61558-1 are applicable, except those requirements that are clearly not applicable to the particular type of **transformer** covered by that part of IEC 61558-2.

The principle for the preparation of the different parts of IEC 61558-2 is as shown in Figure 1.



IEC

Figure 1 – IEC 61558 principle

Relevant clauses of this document (e.g. clauses dealing with thermal endurance test for windings) apply also to **transformers** forming an integral part of an appliance and which cannot be tested separately.

The IEC 61558 series consists of the following parts, under the general title *Safety of transformers, reactors, power supply units and combination thereof*:¹

- Part 1: General requirements and tests
- Part 2-1: Particular requirements and tests for separating transformers for general applications
- Part 2-2: Particular requirements and tests for control transformers
- Part 2-3: Particular requirements and tests for ignition transformers for gas and oil burners
- Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers
- Part 2-5: Particular requirements and tests for shaver transformers and shaver supply units
- Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers
- Part 2-7: Particular requirements and tests for transformers for toys
- Part 2-8: Particular requirements and tests for transformers for bells and chimes
- Part 2-9: Particular requirements and tests for transformers for class III handlamps for tungsten filament lamps

¹ Some of the parts of this series published earlier appeared under the general title *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products* or *Safety of power transformers, power supply units and similar* or *Safety of power transformers, power supply units and similar devices*. Future editions of these parts will be issued under the new general title indicated above.

- Part 2-10: Particular requirements and tests for separating transformers with high insulation level and separating transformers with output voltages exceeding 1 000 V
- Part 2-12: Particular requirements and tests for constant voltage transformers
- Part 2-13: Particular requirements and tests for auto transformers
- Part 2-14: Particular requirements and tests for variable transformers
- Part 2-15: Particular requirements and tests for isolating transformers for the supply of medical locations
- Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units
- Part 2-20: Particular requirements and tests for small reactors
- Part 2-23: Particular requirements and tests for transformers and power supply units for construction sites
- Part 2-26: Particular requirements and tests for transformers and power supply units all for saving energy and other purposes

Other parts are under consideration.

SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS, POWER SUPPLY UNITS AND COMBINATIONS THEREOF –

Part 1: General requirements and tests

1 Scope

This part of IEC 61558 deals with safety aspects of **transformers**, reactors, power supply units and combinations thereof such as electrical, thermal and mechanical safety.

This document covers the following **independent** or **associated** stationary or portable types of **dry-type transformers**, **power supply units**, including **switch mode power supply units**, **reactors** and combinations thereof in the field of safety. The windings can be encapsulated or non-encapsulated. They are not forming a part of the distribution network.

NOTE 1 The distinction between transformers, power supply units and switch mode power supply units is as follows:

- for **transformers**, there is no change in frequency. However, **transformers** (e.g. constant voltage **transformers**) can have an internal resonance frequency not exceeding 30 kHz;
- for **power supply units**, the **internal operational frequency** and waveform are different from the **supply frequency** and waveform, and the **internal operational frequency** does not exceed 500 Hz (see definition 3.1.19);
- for **switch mode power supply units**, the **internal operational frequency** and waveform are different from the **supply frequency** and waveform and the **internal operational frequency** exceeds 500 Hz and does not exceed 100 MHz.

The relevant parts of IEC 61558-2 can be found in the introduction of this document.

a) Stationary or portable, single-phase or poly-phase, air-cooled (natural or forced), **isolating** and **safety isolating transformers**, **independent** or **associated** with the following characteristics:

- **rated supply voltage** not exceeding 1 000 V AC;
- **rated supply frequency** not exceeding 500 Hz;

and complying with the following values, unless otherwise specified in the relevant part of IEC 61558-2:

- for **isolating transformers**:
 - rated output for single phase **transformers**, not exceeding 25 kVA, and for poly-phase **transformers** not exceeding 40 kVA;
 - **no-load output voltage** and the **rated output voltage** exceeding 50 V AC, and not exceeding 500 V a.c, or 1 000 V AC to be in accordance with the national wiring rules or for a special application.
- for **safety isolating transformers**:
 - **rated output** for single phase **transformers** not exceeding 10 kVA, and for poly-phase **transformers** not exceeding 16 kVA;
 - **no-load output voltage** and the **rated output voltage** not exceeding 50 V AC between conductors, or between any conductor and protective earthing.

NOTE 2 **Isolating** and **safety isolating transformers** are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is required by the installation rules or by the appliance specification (for example toys, bells, portable tools, handlamps).

b) **Stationary** or **portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced) **separating transformers**, **auto-transformers**, **variable transformers** and small **reactors**, **independent** or **associated** with the following characteristics:

- **rated supply voltage** not exceeding 1 000 V AC;

- **rated supply frequency** not exceeding 500 Hz;

and complying with the following values, unless otherwise specified in the relevant part of IEC 61558-2:

- no-load output voltage or a rated output voltage for both independent and associated **transformers** not exceeding 15 kV AC, and for independent **transformers**, a rated output voltage not less than 50 V AC;
- **rated output** not exceeding the following values:
 - 1 kVA for single-phase **transformers**;
 - 2 kVAR for single-phase **reactors**;
 - 5 kVA for polyphase **transformers**;
 - 10 kVAR for polyphase **reactors**.

NOTE 3 **Separating transformers** are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is not required by the installation rules or by the appliance specification.

NOTE 4 Normally, the **transformers** of type b) are intended to be associated with the equipment to provide voltages different from the supply voltage for the functional requirements of the equipment. The protection against electric shock can be provided or completed by other features of the equipment, such as the **body**. Parts of **output circuits** can be connected to the **input circuit** or to the protective earthing.

c) **Stationary** or **portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced), **independent** or **associated power supply units** and **switch mode power supply units** incorporating one or more **transformer(s)** of type a) or b) with the following characteristics:

- **rated supply voltage** not exceeding 1 000 V AC;
- **rated supply frequency** not exceeding 500 Hz;
- internal operational frequency for power supply units not exceeding 500 Hz and for switch mode power supply units not exceeding 100 MHz;

and with the following values, unless otherwise specified in the relevant part of IEC 61558-2:

- for power supply units and switch mode power supply units incorporating **isolating transformers**:
 - **rated output** for single- phase or polyphase **power supply units** or **switch mode power supply units** not exceeding 1 kVA;
 - **no-load output voltage** and the **rated output voltage** exceeding 50 V AC or 120 V ripple-free DC, and not exceeding 500 V AC or 708 V ripple-free DC, or 1 000 V AC or 1 415 V ripple- free DC to be in accordance with national wiring rules or for a special application;
- for **power supply units** and **switch mode power supply units** incorporating **safety isolating transformers**:
 - **rated output** for single- phase or polyphase **power supply units** and **switch mode power supply units** not exceeding 1 kVA;
 - **no-load output voltage** and **rated output voltage** not exceeding 50 V AC or 120 V ripple-free DC between conductors, or between any conductor and protective earthing.

NOTE 5 **Power supply units** and **switch mode power supply units** incorporating **isolating** and **safety isolating transformers** are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is required by the installation rules or by the appliance specification (for example toys, bells, portable **tools**, handlamps).

- for **power supply units** and **switch mode power supply units** incorporating **separating transformers**, **auto-transformers** , and **variable transformers**:
 - **rated output** for single-phase or polyphase **power supply units** and **switch mode power supply units** not exceeding 1 kVA;

- **no-load output voltage** and **rated output voltage** for both, **independent** and **associated transformers** not exceeding 15 kV AC, and for **independent transformers**, a **rated output voltage** not less than 50 V AC.

NOTE 6 **Power supply units** and **switch mode power supply units** incorporating **separating transformers** are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is not required by the installation rules or by the appliance specification.

This document also applies to **transformers**, **power supply units**, **switch mode power supply units** and **reactors** incorporating electronic circuits.

This document is applicable to **transformers** without limitation of the **rated output** subject to an agreement between the purchaser and the manufacturer.

This document does not apply to external circuits and their components intended to be connected to the input or output terminals or socket-outlets of the **transformers**, **power supply units** and **switch mode power supply units**, and **reactors**.

Attention is drawn to the following:

- for **transformers** intended to be used in vehicles, on board ships, and aircraft, additional requirements (from other applicable standards, national rules, etc...) may be necessary;
- measures to protect the **enclosure** and the components inside the enclosure against external influences like fungus, vermin, termites, solar-radiation, and icing are considered;
- the different conditions for transportation, storage, and operation of the **transformers** should also be considered;
- additional requirements in accordance with other appropriate standards and national rules can be applicable to **transformers** intended for use in special environments, such as tropical environments.

Future technological development of **transformers** can necessitate a need to increase the upper limit of the frequencies; until then this document can be used as a guidance document.

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 60065:2014, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

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

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

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

IEC 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-11:2004, *Power transformers – Part 11: Dry-type transformers*

IEC TR 60083, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

IEC 60127-3, *Miniature fuses – Part 3: Sub-miniature fuse-links*

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60227-5:2011, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 5: Flexible cables (cords)*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245-4:2011, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Cords and flexible cables*

IEC 60269 (all parts), *Low voltage fuses*

IEC 60269-2:2013, *Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K*

IEC 60269-3:2010, *Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar applications) – Examples of standardized systems of fuses A to F*

IEC 60309 (all parts), *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

IEC 60317 (all parts), *Specifications for particular types of windings wires*

IEC 60317-0-7:2012, *Specifications for particular types of winding wires – Part 0-7: General requirements – Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wire with nominal conductor diameter of 0,040 mm to 1,600 mm*

IEC 60317-56, *Specifications for particular types of winding wires – Part 56: Solderable fully insulated (FIW) zero-defect polyurethane enamelled round copper wire with nominal conductor diameter 0,040 mm to 1,600 mm, class 180*

IEC 60320 (all parts), *Appliance couplers for household and similar general purposes*

IEC 60320-2-3, *Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 2-3: Appliance couplers with a degree of protection higher than IPX0*

IEC 60384-14:2013, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*
(available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60454 (all parts), *Pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes*

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

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3:2016, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60691:2015, *Thermal-links – Requirements and application guide*

IEC 60695-2-10:2013, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC 60730 (all parts), *Automatic electrical controls*

IEC 60730-1:2013, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60851-3:2009, *Winding wires – Test methods: Part 3: Mechanical properties*

IEC 60851-5:2008, *Winding wires – Test methods: Part 5: Electrical properties*

IEC 60851-6:2012, *Winding wires – Test methods: Part 6: Thermal properties*

IEC 60884-1:2002, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60884-1:2002/AMD1:2006

IEC 60884-1:2002/AMD2:2013

IEC 60884-2-4, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 2-4: Particular requirements for plugs and socket-outlets for SELV*

IEC 60898 (all parts), *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60906-1, *IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250 V a.c.*

IEC 60906-3, *IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 3: SELV plugs and socket-outlets, 16 A 6 V, 12 V, 24 V, 48 V, a.c. and d.c.*

IEC 60947-7-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60990:2016, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 60998-2-1, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screw-type clamping units*

IEC 60998-2-2, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*

IEC 60999-1, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 61032, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61058-1:2016, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*

IEC 61058-1-1:2016, *Switches for appliances – Part 1-1: Requirements for mechanical switches*

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

ISO 8820 (all parts), *Road vehicles – Fuse-links*

EN 50075:1990, *Specification for flat non-wirable two-pole plugs 2.5 A 250 V, with cord, for the connection of class II-equipment for household and similar purposes*

DIN 43671:1975, *Copper bus bars; design for continuous current*

DIN 43670:1975, *Aluminium bus bars; design for continuous current*

DIN 43670-2:1985, *Aluminium bus bars copper cladding; design for continuous current*

Bibliography

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050-421:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 421: Power transformers and reactors*

IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

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

IEC 60317-43, *Specifications for particular types of winding wires – Part 43: Aromatic polyimide tape wrapped round copper wire, class 240*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60584-1:2013, *Thermocouples – Part 1: EMF specifications and tolerances*

IEC 60695-10-2:2014, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method*

IEC 60738-1:2006, *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification*

IEC 60998-1:2002, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61180:2016, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Definitions, test and procedure requirements, test equipment*

IEC 61558-2 (all parts), *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2: Particular requirements and tests*

IEC 61558-2-4, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 61558-2-23, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-23: Particular requirements and tests for transformers and power supply units for construction sites*

IEC 62041:2010, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – EMC requirements*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 14 (all parts), *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus*

ISO/IEC 18004, *Information technology – Automatic identification and data capture techniques – QR Code bar code symbology specification*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO 4046-4:2016, *Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary – Part 4: Paper and board grades and converted products*

IEEE 101:1987, *IEEE guide for the statistical analysis of thermal life test data*

CENELEC Guide 29, *Temperatures of hot surfaces likely to be touched – Guidance document for Technical Committees and Manufacturers*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	183
INTRODUCTION.....	186
1 Domaine d'application	189
2 Références normatives	191
3 Termes et définitions	195
3.1 Transformateurs	195
3.2 Termes généraux.....	198
3.3 Manœuvres et protections.....	200
3.4 Circuits et enroulements	202
3.5 Valeurs assignées.....	203
3.6 Valeurs à vide	205
3.7 Isolation	205
3.8 Courant de contact et courant dans le conducteur de mise à la terre de protection.....	209
4 Exigences générales	209
5 Généralités sur les essais.....	210
6 Caractéristiques assignées.....	212
7 Classification	213
8 Marquage et indications.....	214
9 Protection contre les chocs électriques	221
9.1 Généralités	221
9.2 Protection contre le contact avec les parties actives dangereuses	221
9.2.1 Détermination des parties actives dangereuses	221
9.2.2 Accessibilité aux parties actives dangereuses	221
9.2.3 Accessibilité aux parties actives non dangereuses.....	224
9.3 Protection contre les décharges électriques dangereuses	224
10 Changement de la tension primaire d'alimentation	225
11 Tension secondaire et courant secondaire en charge	225
12 Tension secondaire à vide	226
13 Tension de court-circuit	226
14 Echauffements.....	226
14.1 Exigences générales.....	226
14.1.1 Essai d'échauffement	226
14.1.2 Variante d'essai d'échauffement	229
14.1.3 Détermination des conditions d'équilibre.....	231
14.2 Application de 14.1 ou 14.3 selon le système d'isolation	233
14.3 Essai de vieillissement accéléré pour système d'isolation non classifié	233
14.3.1 Généralités	233
14.3.2 Essai à la chaleur	234
14.3.3 Essai de vibrations	234
14.3.4 Essai d'humidité	234
14.3.5 Mesures	235
15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges	235
15.1 Exigences générales.....	235
15.1.1 Méthode d'essai de court-circuits et de surcharges.....	235

15.1.2	Variante de méthode d'essai de court-circuits et de surcharges	238
15.2	Transformateurs résistants aux courts-circuits par construction	238
15.3	Transformateurs résistants aux courts-circuits par dispositif incorporé	238
15.4	Transformateurs non résistants aux courts-circuits	239
15.5	Transformateurs non dangereux en cas de défaillance	239
16	Résistance mécanique	240
16.1	Généralités	240
16.2	Transformateurs fixes	241
16.3	Transformateurs mobiles (excepté les transformateurs mobiles avec fiches intégrées pour enfichage dans une prise de courant de l'installation fixe)	241
16.4	Transformateurs mobiles avec fiches intégrées pour enfichage dans une prise de courant de l'installation fixe	241
16.4.1	Exigences générales	241
16.4.2	Transformateurs mobiles avec fiches intégrées conformes à l'EN 50075 (prise IEC de type C) pour enfichage dans une prise de courant de l'installation fixe	243
16.5	Exigences supplémentaires pour les transformateurs destinés à être utilisés dans des véhicules et des applications ferroviaires	243
16.5.1	Transformateurs destinés à être utilisés dans des véhicules et des applications ferroviaires	243
16.5.2	Exigences d'essai pour le transport des transformateurs	244
17	Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité	245
17.1	Degré de protection procuré par les enveloppes (code IP)	245
17.1.1	Exigences générales	245
17.1.2	Essais sur les transformateurs ayant une enveloppe	247
17.2	Traitement hygroscopique	249
18	Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et courant de fuite	250
18.1	Généralités	250
18.2	Résistance d'isolement	250
18.3	Essai de rigidité diélectrique	251
18.4	Isolation entre et à l'intérieur des enroulements	253
18.5	Courant de contact et courant dans le conducteur de mise à la terre de protection	254
18.5.1	Généralités	254
18.5.2	Courant de contact	254
18.5.3	Courant dans le conducteur de mise à la terre de protection	255
19	Construction	256
19.1	Construction générale	256
19.1.1	Généralités	256
19.1.2	Autotransformateurs	256
19.1.3	Transformateurs à enroulements séparés	257
19.1.4	Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité	258
19.2	Inflammabilité des matériaux	260
19.3	Caractéristiques de court-circuit des transformateurs portables	261
19.4	Transformateurs classe II – Protection du contact avec les parties conductrices accessibles	261
19.5	Transformateurs classe II – Remontage de parties d'isolation après opérations d'entretien	261
19.6	Desserrement des fils, vis et parties similaires	261

19.7	Connexion de condensateur ou de résistance avec les parties conductrices accessibles	262
19.8	Pontage de parties conductrices séparées par des résistances ou des condensateurs	262
19.9	Matériaux isolants séparant les enroulements primaires et secondaires	263
19.10	Protection par revêtement insolant des parties actives dangereuses contre les contacts accidentels	263
19.11	Isolation des poignées, leviers de manœuvre, boutons et parties similaires	264
19.12	Construction des enroulements	264
19.13	Fixation des poignées, leviers de manœuvre et parties similaires	269
19.14	Fixation des capots assurant la protection contre les chocs électriques	269
19.15	Contraintes de raccordement des transformateurs à broches sur socles de prises de courant fixes	270
19.16	Transformateurs mobiles pour utilisation en conditions irrégulières ou sévères	270
19.17	Orifice d'écoulement des transformateurs protégés contre la pénétration de l'eau	270
19.18	Transformateurs avec fiche protégés contre la pénétration de l'eau	270
19.19	Câble souple ou cordon souple pour les transformateurs mobiles de classe I	270
19.20	Isolation des parties actives des circuits TBTS et TBTP	271
19.21	Protection contre les contacts pour les circuits TBTF	271
19.22	Terre de protection pour les transformateurs de classe II	272
19.23	Terre de protection pour les transformateurs de classe III	272
20	Composants	272
21	Conducteurs internes	278
22	Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes	278
23	Bornes pour conducteurs externes	285
24	Dispositions en vue de la mise à la terre de protection	287
25	Vis et connexions	288
26	Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation	291
26.1	Généralités	291
26.2	Lignes de fuite et distances d'isolement	292
26.2.1	Généralités	292
26.2.2	Enroulements recouverts par un ruban adhésif	292
26.2.3	Parties isolantes non liées	292
26.2.4	Parties isolantes liées	292
26.2.5	Parties enfermées (par exemple, par enrobage ou imprégnation)	293
26.3	Distances à travers l'isolation	294
27	Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement	305
27.1	Généralités	305
27.2	Résistance à la chaleur	305
27.2.1	Généralités	305
27.2.2	Parties externes accessibles	306
27.2.3	Parties internes	306
27.3	Résistance à une chaleur anormale en cas de défaillance	306
27.4	Résistance au feu	308
27.4.1	Généralités	308
27.4.2	Parties externes accessibles	308
27.4.3	Parties internes	309

27.5	Résistance au cheminement	309
28	Protection contre la rouille	309
Annexe A (normative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement.....		311
Annexe B (normative) Essais d'une série de transformateurs.....		315
B.1	Généralités	315
B.2	Exigences	315
B.3	Examen relatif à la construction	316
Annexe C (vide).....		317
Annexe D (vide).....		318
Annexe E (normative) Essai au fil incandescent.....		319
E.1	Généralités	319
E.2	Sévérité	319
E.3	Conditionnement.....	319
E.4	Mode opératoire.....	319
Annexe F (normative) Exigences pour les interrupteurs manuels faisant partie d'un transformateur		320
F.1	Généralités	320
F.2	Interrupteurs soumis aux essais en tant que composants séparés	320
F.3	Interrupteurs soumis aux essais en tant que parties d'un transformateur	320
Annexe G (normative) Essai de résistance aux courants de cheminement		323
G.1	Généralités	323
G.2	Spécimen d'essai.....	323
G.3	Appareillage d'essai.....	323
G.4	Mode opératoire.....	323
Annexe H (normative) Circuits électroniques.....		324
H.1	Généralités	324
H.2	Notes générales sur les essais (addition à l'Article 5)	324
H.3	Protection contre la surcharge et le court-circuit (addition à l'Article 15)	324
H.4	Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation (addition à l'Article 26)	327
Annexe I (informative) Dimensions des connecteurs de section rectangulaire pour transformateurs, dimensions de base et coordination.....		328
Annexe J (normative) Circuit de mesure pour les courants de contact.....		331
Annexe K (normative) Fils de bobinage isolés.....		332
K.1	Généralités	332
K.2	Essais de type	332
K.2.1	Généralités	332
K.2.2	Essai de rigidité diélectrique	332
K.2.3	Elasticité et adhérence	332
K.2.4	Choc thermique	333
K.2.5	Tenue à l'essai de rigidité diélectrique après cintrage.....	334
K.3	Essais en cours de fabrication	334
K.3.1	Généralités	334
K.3.2	Essai individuel de série	334
K.3.3	Essai par échantillonnage.....	334
Annexe L (normative) Essais individuels de série (essais an cours de fabrication)		336
L.1	Généralités	336
L.2	Continuité des liaisons de mise à la terre de protection.....	336

L.3	Vérification de la tension secondaire à vide	336
L.4	Essai de rigidité diélectrique	336
L.5	Vérification du montage des dispositifs de protection	337
L.6	Inspection visuelle	337
L.7	Essai de répétition après l'essai de rigidité électrique de routine	337
Annexe M (informative)	Exemples destinés à être utilisés comme guide pour 19.1.....	338
M.1	Généralités	338
M.2	Corps de bobine	338
M.2.1	Type concentrique	338
M.2.2	Type cloisonné	339
M.3	Enroulements.....	339
M.3.1	Sans écran	339
M.3.2	Avec écran	340
Annexe N (informative)	Exemples de points de contrôle des tensions d'essai de rigidité diélectrique	341
Annexe O (vide)		343
Annexe P (informative)	Exemples de points de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	344
Annexe Q (informative)	Explication des chiffres IP pour les degrés de protection.....	347
Q.1	Généralités	347
Q.2	Degrés de protection contre l'accès à des parties dangereuses et contre la pénétration de corps étrangers solides.....	347
Q.3	Degrés de protection contre la pénétration de l'eau	349
Annexe R (normative)	Explications sur la façon d'appliquer 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007	350
R.1	Essai diélectrique aux impulsions de tension	350
R.2	Exemple.....	350
Annexe S (vide)		352
Annexe T (vide)		353
Annexe U (vide)		354
Annexe V (informative)	Symboles à utiliser pour les coupe-circuit thermiques.....	355
V.1	Généralités	355
V.2	Coupe-circuit thermique sans réenclenchement automatique (voir 3.3.4)	355
V.3	Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique (voir 3.3.3)	355
Annexe W (normative)	Cartes de circuits imprimés avec revêtement.....	356
W.1	Préambule	356
W.2	Généralités	356
W.3	Froid	356
W.4	Variation rapide de température	356
W.5	Essais additionnels	356
Bibliographie		357
Index des définitions		359
Figure 1 – Principe de l'IEC 61558.....		187
Figure 2 – Boîte de montage pour transformateur pour pose encastrée		212
Figure 3 – Broche d'essai (voir l'IEC 61032, calibre d'essai 13)		222
Figure 4 – Doigt d'épreuve normalisé (voir l'IEC 61032, calibre d'essai B)		223

Figure 5 – Exemple de méthode d'essai en opposition – Transformateurs monophasés	230
Figure 6 – Exemple de méthode d'essai en opposition – Transformateurs triphasés	231
Figure 7 – Densité spectrale d'amplitude pour les essais aléatoires	244
Figure 8 – Spectre normalisé de choc	245
Figure 9 – Séquence de tensions d'essai	253
Figure 10 – Configuration d'essai: équipement monophasé sur système en étoile TN ou TT	255
Figure 11 – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement isolant	264
Figure 15 – Explication des fils de bobinage isolés enroulés en spirale pour 1 000 V en courant alternatif dans le cas d'une d'isolation renforcée	266
Figure 12 – Appareil d'essai de flexion	282
Figure 13 – Disposition d'essai pour vérifier la résistance mécanique des isolants en couches minces	297
Figure 14 – Appareil pour l'essai à la bille.....	305
Figure A.1 – Exemple 1.....	311
Figure A.2 – Exemple 2.....	312
Figure A.3 – Exemple 3.....	312
Figure A.4 – Exemple 4.....	312
Figure A.5 – Exemple 5.....	313
Figure A.6 – Exemple 6.....	313
Figure A.7 – Exemple 7.....	314
Figure A.8 – Exemple 8.....	314
Figure H.1 – Exemple d'un circuit électronique avec des points à basse puissance	327
Figure J.1 – Circuit de mesure pour courant de contact	331
Figure M.1 – Exemples de constructions de type concentrique	338
Figure M.2 – Exemples de constructions de type cloisonné.....	339
Figure M.3 – Exemples de constructions d'enroulements sans écran	339
Figure M.4 – Exemples de constructions d'enroulements enveloppés	340
Figure M.5 – Exemples de constructions d'enroulements avec écran	340
Figure N.1 – Transformateur de classe I avec enveloppe métallique	341
Figure N.2 – Transformateur de classe II avec enveloppe métallique	342
Figure N.3 – Transformateur de classe II avec enveloppe isolante.....	342
Figure P.1 – Transformateur de classe I	344
Figure P.2 – Transformateur de classe I avec écran métallique mis à la terre	345
Figure P.3 – Transformateur de classe II avec enveloppe métallique	345
Figure P.4 – Transformateur de classe II avec enveloppe isolante	346
Figure V.1 – Rétabli par une opération manuelle.....	355
Figure V.2 – Rétabli par coupure de l'alimentation	355
Figure V.3 – Protecteur thermique (voir 3.3.5)	355
Figure V.4 – Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique	355
Tableau 1 – Symboles utilisés sur l'équipement ou dans les instructions	218
Tableau 2 – Valeurs des températures maximales en usage normal	232

Tableau 3 – Explication des températures maximales des enroulements requises dans le Tableau 2	233
Tableau 4 – Température et durée d'essai (en jours) par cycle	234
Tableau 5 – Valeurs maximales des températures en cas de court-circuit ou de surcharge	237
Tableau 6 – Valeurs de T et k pour les fusibles	238
Tableau 7 – Force de traction sur les broches.....	242
Tableau 8 – Conditions pour les essais de vibrations (aléatoires)	244
Tableau 9 – Valeurs de densité spectrale d'amplitude (ASD) pour les essais de vieillissement accéléré	244
Tableau 10 – Valeurs de fréquence en fonction de la masse de l'échantillon	244
Tableau 11 – Valeurs d'excitation pour les essais de vibrations	245
Tableau 12 – Essai des transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides	247
Tableau 13 – Valeur des résistances d'isolement.....	251
Tableau 14 – Tableau des tensions d'essai de rigidité diélectrique	252
Tableau 15 – Courants limites.....	255
Tableau 16 – Sections nominales des câbles souples externes.....	280
Tableau 17 – Force de torsion et couple à appliquer aux câbles souples externes d'un transformateur fixe ou mobile.....	284
Tableau 18 – Couple appliqué aux vis et connexions	289
Tableau 19 – Couple de torsion des presse-étoupe.....	291
Tableau 20 – Distances d'isolement en mm	298
Tableau 21 – Lignes de fuite en mm	299
Tableau 22 – Distance à travers l'isolation en mm	300
Tableau 23 – Lignes de fuite et distances d'isolement entre bornes pour les connexions externes	301
Tableau 24 – Valeurs des fils FIW avec un diamètre extérieur minimal et des tensions d'essai minimales en fonction de l'augmentation de l'émail total	303
Tableau A.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution	311
Tableau F.1 – Courant de crête de décharge de charges additionnelles.....	321
Tableau I.1 – Dimensions des connecteurs rectangulaires en cuivre.....	329
Tableau K.1 – Diamètre du mandrin.....	333
Tableau K.2 – Température du four.....	333
Tableau Q.1 – Degrés de protection contre l'accès à des parties dangereuses indiqués par le premier chiffre caractéristique.....	348
Tableau Q.2 – Degrés de protection contre la pénétration de corps étrangers solides indiqués par le premier chiffre caractéristique.....	348
Tableau Q.3 – Degré de protection indiqué par le deuxième chiffre caractéristique	349
Tableau R.1 – Impulsion de tension d'essai conforme à 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007	350

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE,
BLOCS D'ALIMENTATION ET DES COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –****Partie 1: Exigences générales et essais****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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.

La Norme internationale IEC 61558-1 a été établie par le comité d'études 96 de l'IEC: Transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentations et combinaison de ces éléments.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2005 et l'Amendement 1:2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) fils de bobinage totalement isolés (FIW), nouveaux tableaux et essais de vieillissement pour les constructions avec fils FIW,
- b) les catégories de surtensions 1, 2, 3 et 4 pour les distances d'isolement et les essais de rigidité diélectrique (nouveaux tableaux) sont incluses,

- c) développement de nouveaux symboles pour les différentes catégories de surtensions,
- d) symbole pour les altitudes maximales, si elles sont supérieures à 2 000 m,
- e) symbole pour les blocs d'alimentation enfichables, si les broches sont endommagées (essai au tambour tournant),
- f) symbole pour la température minimale (même durant le transport),
- g) variante de mesure de la température, méthode de charge simulée et d'essai en opposition conformément à l'IEC 60076-11,
- h) protection contre les courts-circuits et les surcharges, méthode de charge simulée et d'essai en opposition conformément à l'IEC 60076-11,
- i) ajustement des températures dans le Tableau 2 conformément au Guide CENELEC 29,
- j) établissement de l'essai de décharge partielle au-dessus de 750 V pour les constructions avec fils FIW,
- k) exigences pour noyaux toroïdaux, division pour l'isolation principale et pour l'isolation supplémentaire,
- l) modification des indices de protection pour les enveloppes (code IP),
- m) dimensionnement des connecteurs de section rectangulaire pour transformateurs,
- n) essai de répétition, 80 % de la tension d'essai de rigidité diélectrique requise dans le Tableau 14,
- o) essai de vibrations pour les véhicules et les applications ferroviaires,
- p) deux condensateurs Y1 pour des tensions locales supérieures à 250 V et ne dépassant pas 500 V avec la catégorie de surtension 3.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
96/466/FDIS	96/468/RVD

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

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

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide IEC 104.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61558, publiées sous le titre général *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

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

- exigences proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- commentaires: petits caractères romains.

Dans le texte de la norme, les mots en **gras** sont définis à l'Article 3.

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

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

Le contenu du corrigendum 1 (2025-12) a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

Le présent document couvre les exigences de sécurité pour les **transformateurs**. Lorsque le terme «**transformateur**» est utilisé, il couvre soit le **transformateur**, soit la **bobine d'inductance**, soit le **bloc d'alimentation**, suivant les cas.

Lors de l'élaboration de ce document, les exigences de l'IEC 60364 (toutes les parties) ont été prises en compte autant que possible, de sorte qu'un **transformateur** puisse être installé conformément aux règles d'installation qu'elle contient. Cependant les règles d'installation nationales peuvent différer.

Ce document couvre les niveaux de protection acceptés internationalement contre les risques tels que les risques électriques, mécaniques et liés au feu, qui peuvent être induits par les **transformateurs** durant leur fonctionnement en utilisation normale et selon les instructions du constructeur. Il couvre aussi les situations anormales qui peuvent se produire dans la pratique.

Un **transformateur** conforme à ce document ne sera pas nécessairement jugé conforme aux principes de sécurité de ce document si, lorsqu'il est examiné et soumis à essai, il apparaît avoir d'autres caractéristiques qui compromettent le niveau de sécurité couvert par les exigences du présent document.

Un **transformateur** utilisant des matériaux ou ayant des formes de construction qui diffèrent des données détaillées dans ce document peut être examiné et soumis à essai en tenant compte des objectifs de ces exigences. S'il est jugé pratiquement équivalent, il peut être considéré conforme aux exigences de sécurité de ce document.

La norme traitant des aspects non relatifs à la sécurité de la compatibilité électromagnétique (CEM) des **transformateurs** est l'IEC 62041. Cependant, cette dernière fait également mention d'essais qui peuvent soumettre le **transformateur** à des conditions impliquant des aspects relatifs à la sécurité.

L'objectif de l'IEC 61558-1 est de fournir un ensemble d'exigences et d'essais qui sont considérés comme généralement applicables à la plupart des types de **transformateurs** et qui peuvent être mentionnés le cas échéant par la partie appropriée de l'IEC 61558-2. Par conséquent, l'IEC 61558-1 ne doit pas être considérée en soi comme une spécification pour un type donné de **transformateur**, et ses dispositions s'appliquent uniquement à des types particuliers de **transformateurs** dans la limite déterminée par la partie appropriée de l'IEC 61558-2. L'IEC 61558-1 comporte également des essais individuels de série normatifs.

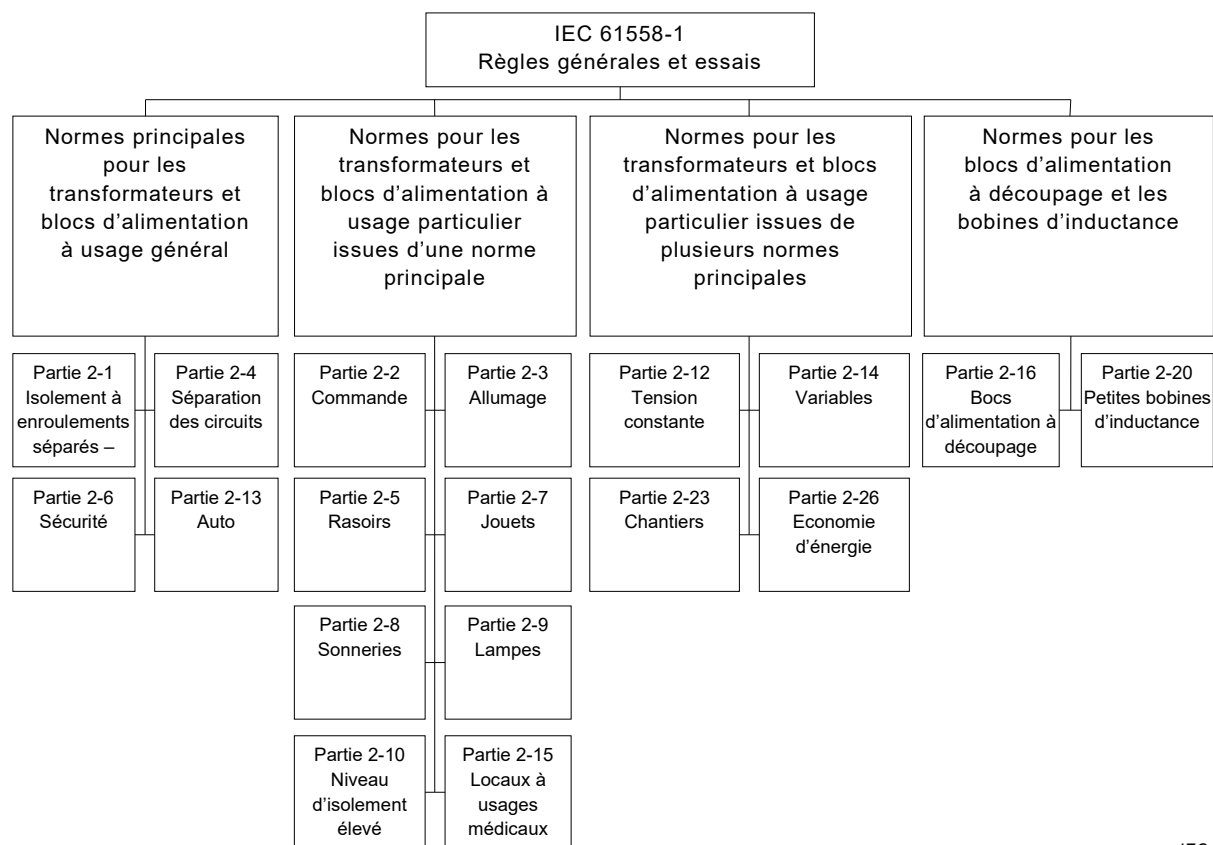
Chaque partie de l'IEC 61558-2, conjointement avec ce document, comprend toutes les exigences nécessaires pour le **transformateur** considéré et par conséquent ne fait pas référence à une autre partie de l'IEC 61558-2. Pour les **transformateurs** ayant un indice de protection IP00 et les **transformateurs** associés, il est possible d'avoir, dans la même construction, plusieurs circuits conformes à différentes parties de l'IEC 61558-2 (par exemple, un circuit secondaire TBTS conforme à l'IEC 61558-2-6 et un circuit secondaire 230 V conforme à l'IEC 61558-2-4). Cependant, lorsque différentes parties de l'IEC 61558-2 s'appliquent à un **transformateur**, la partie appropriée de l'IEC 61558-2 sera appliquée séparément à chaque fonction/application dans la mesure du possible. L'influence d'une fonction sur l'autre sera prise en compte le cas échéant.

Si une partie appropriée de l'IEC 61558-2 pour un type particulier de **transformateur** ou pour un groupe de **transformateurs** n'existe pas, la partie applicable la plus proche peut être utilisée comme un guide pour les exigences et les essais.

Certains pays toutefois peuvent souhaiter considérer l'application du présent document, dans la mesure du possible, à des transformateurs qui ne sont pas mentionnés dans la série IEC 61558-2 ainsi qu'à des transformateurs conçus suivant de nouveaux principes.

Lorsque dans une des parties de l'IEC 61558-2 il est fait référence à l'un des articles de l'IEC 61558-1 par la phrase «L'article de la Partie 1 est applicable», cette phrase signifie que toutes les exigences de cet article de l'IEC 61558-1 s'appliquent, à l'exception de celles qui sont clairement inapplicables pour le type particulier de **transformateurs** couvert par cette partie de l'IEC 61558-2.

Le principe de la préparation des différentes parties de l'IEC 61558-2 est décrit Figure 1.



IEC

Figure 1 – Principe de l'IEC 61558

Les articles du présent document (par exemple, les articles traitant de l'essai d'endurance thermique pour enroulements) s'appliquent aussi aux **transformateurs** faisant partie intégrante d'un appareil et ne pouvant pas être soumis à essai séparément.

L'IEC 61558 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments*:¹

- Partie 1: Exigences générales et essais
- Partie 2-1: Règles particulières et essais pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour applications générales
- Partie 2-2: Règles particulières et essais pour les transformateurs de commande
- Partie 2-3: Règles particulières et essais pour les transformateurs d'allumage pour brûleurs à gaz et combustibles liquides

¹ Certaines parties, publiées antérieurement, portent le titre général de *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation, bobines d'inductance et produits analogues*, celui de *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues* ou celui de *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et dispositifs similaires*. Leur titre sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

- Partie 2-4: Règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits
- Partie 2-5: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation pour rasoirs
- Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité
- Partie 2-7: Règles particulières et essais pour transformateurs pour jouets
- Partie 2-8: Règles particulières et essais pour les transformateurs pour sonneries
- Partie 2-9: Règles particulières et essais pour les transformateurs pour baladeuses de classe III pour lampe à filament de tungstène
- Partie 2-10: Règles particulières et essais pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés à niveau d'isolement élevé et pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés à tensions secondaires supérieures à 1 000 V
- Partie 2-12: Règles particulières et essais pour les transformateurs à tension constante
- Partie 2-13: Règles particulières et essais pour les autotransformateurs
- Partie 2-14: Règles particulières et essais pour les transformateurs variables
- Partie 2-15: Règles particulières pour les transformateurs de séparation de circuits pour locaux à usages médicaux
- Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentations à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage
- Partie 2-20: Règles particulières et essais pour les petites bobines d'inductance
- Partie 2-23: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation pour chantiers
- Partie 2-26: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation entièrement destinés à l'économie d'énergie et à d'autres fins

D'autres parties sont actuellement à l'étude.

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE, BLOCS D'ALIMENTATION ET DES COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –

Partie 1: Exigences générales et essais

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61558 traite des aspects relatifs à la sécurité des **transformateurs**, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments, tels que la sécurité électrique, la sécurité thermique et la sécurité mécanique.

Le présent document couvre les **transformateurs de type sec**, les **blocs d'alimentation**, y compris les **blocs d'alimentation à découpage**, les **bobines d'inductance** et les combinaisons de ces éléments, de type **indépendant** ou **associé**, fixe ou mobile, dans le domaine de la sécurité. Les enroulements peuvent être enrobés ou non enrobés. Ils ne constituent pas une partie du réseau de distribution.

NOTE 1 La distinction entre transformateurs, blocs d'alimentation, et blocs d'alimentation à découpage s'établit de la manière suivante:

- pour les **transformateurs**, il n'y a pas de changement de fréquence. Cependant, des **transformateurs** (par exemple les **transformateurs** à tension constante peuvent avoir des fréquences de résonance interne ne dépassant pas 30 kHz;
- pour les **blocs d'alimentation**, la **fréquence de fonctionnement interne** et la forme d'onde sont différentes de la **fréquence d'alimentation** et de la forme d'onde du réseau et la **fréquence de fonctionnement interne** n'excède pas 500 Hz (voir définition 3.1.19);
- pour les **blocs d'alimentation à découpage**, la **fréquence de fonctionnement interne** et la forme d'onde sont différentes de la **fréquence d'alimentation** et de la forme d'onde et la **fréquence de fonctionnement interne** est comprise entre 500 Hz et 100 MHz.

Voir la ou les parties de l'IEC 61558-2 qui s'appliquent dans la liste fournie dans l'avant-propos de ce document.

a) **Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité, associés ou indépendants**, fixes ou mobiles, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), monophasés ou polyphasés, présentant les caractéristiques suivantes:

- **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif;
- **fréquence d'alimentation assignée** ne dépassant pas 500 Hz;

et respectant les limites suivantes sauf spécification contraire dans la partie appropriée de l'IEC 61558-2:

- pour les **transformateurs de séparation des circuits**:
 - une puissance assignée pour les **transformateurs** monophasés n'excédant pas 25 kVA, et pour les **transformateurs** polyphasés n'excédant pas 40 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** excédant 50 V en courant alternatif et n'excédant pas 500 V en courant alternatif ou 1 000 V en courant alternatif, conformément aux règles nationales d'installation ou pour des applications spéciales.
- pour les **transformateurs de sécurité**:
 - une **puissance assignée** pour les **transformateurs** monophasés n'excédant pas 10 kVA, et pour les **transformateurs** polyphasés n'excédant pas 16 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** n'excédant pas 50 V en courant alternatif entre conducteurs, ou entre n'importe quel conducteur et la terre de protection.

NOTE 2 Les **transformateurs de séparation des circuits** et les **transformateurs de sécurité** sont utilisés lorsque la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** est requise entre les circuits par les règles d'installation ou par la spécification de l'appareil d'utilisation (par exemple: jouets, sonneries, **outils** portatifs, baladeuses).

b) **Transformateurs à enroulements séparés, autotransformateurs, transformateurs variables** et petites **bobines d'inductance, associés ou indépendants**, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), **fixes** ou **mobiles**, monophasés ou polyphasés, présentant les caractéristiques suivantes:

- **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif;
- **fréquence d'alimentation assignée** ne dépassant pas 500 Hz;

et respectant les limites suivantes sauf spécification contraire dans la partie appropriée de l'IEC 61558-2:

- une tension secondaire à vide ou une tension secondaire assignée pour les **transformateurs** associés ou indépendants n'excédant pas 15 kV en courant alternatif et pour les **transformateurs** indépendants une tension secondaire assignée excédant 50 V en courant alternatif;
- une **puissance assignée** n'excédant pas les valeurs suivantes:
 - 1 kVA pour les **transformateurs** monophasés;
 - 2 kVAR pour les **bobines d'inductance** monophasées;
 - 5 kVA pour les **transformateurs** polyphasés;
 - 10 kVAR pour les **bobines d'inductance** polyphasées.

NOTE 3 Les **transformateurs à enroulements séparés** sont utilisés lorsque la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** n'est pas exigée entre les circuits par les règles d'installation ou la spécification de l'appareil d'utilisation.

NOTE 4 Normalement, les **transformateurs** du type b) sont destinés à être associés à un équipement pour lui fournir des tensions différentes de la tension d'alimentation pour des raisons fonctionnelles. La protection contre les chocs électriques peut être obtenue ou complétée par d'autres particularités de l'équipement, telle que la **masse**. Des parties du **circuit secondaire** peuvent être connectées au **circuit primaire** ou à la terre de protection.

c) **Blocs d'alimentation et blocs d'alimentation à découpage associés ou indépendants, fixes** ou **mobiles**, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), monophasés ou polyphasés, incorporant un ou plusieurs transformateur(s) de type a) ou b), présentant les caractéristiques suivantes:

- **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif;
- **fréquence d'alimentation assignée** ne dépassant pas 500 Hz;
- fréquence de fonctionnement interne pour les blocs d'alimentation ne dépassant pas 500 Hz et pour les blocs d'alimentation à découpage ne dépassant pas 100 MHz;

et satisfaisant aux limites suivantes sauf spécification contraire dans les parties appropriées de l'IEC 61558-2:

- pour les blocs d'alimentation et pour les blocs d'alimentation à découpage incorporant des **transformateurs** de séparation des circuits:
 - une **puissance assignée** pour les **blocs d'alimentation** monophasés ou polyphasés ou pour les **blocs d'alimentation à découpage** n'excédant pas 1 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** excédant 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé, et n'excédant pas 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé, ou n'excédant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé conformément aux règles nationales d'installation ou pour des applications spéciales;
- pour les **blocs d'alimentation** et pour les **blocs d'alimentation à découpage** incorporant des **transformateurs de sécurité**:
 - une **puissance assignée** pour les **blocs d'alimentation** monophasés ou polyphasés et pour les **blocs d'alimentation à découpage** n'excédant pas 1 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** n'excédant pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé entre conducteurs, ou entre n'importe quel conducteur et la terre de protection.

NOTE 5 Les **blocs d'alimentation** et les **blocs d'alimentation à découpage** incorporant des **transformateurs de séparation des circuits** et des **transformateurs de sécurité** sont utilisés lorsque la

double isolation ou l'**isolation renforcée** est requise entre les circuits par les règles d'installation ou par la spécification de l'appareil d'utilisation (par exemple: jouets, sonneries, **outils** portatifs, baladeuses).

- pour les **blocs d'alimentation** et pour les **blocs d'alimentation à découpage** incorporant des **transformateurs à enroulements séparés**, des **autotransformateurs**, et des **transformateurs variables**:
 - une **puissance assignée** pour les **blocs d'alimentation** monophasés ou polyphasés et pour les **blocs d'alimentation à découpage** n'excédant pas 1 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** pour les **transformateurs associés** ou **indépendants** n'excédant pas 15 kV en courant alternatif et pour les **transformateurs indépendants**, une **tension secondaire assignée** excédant 50 V en courant alternatif.

NOTE 6 Les **blocs d'alimentation** et les **blocs d'alimentation à découpage** incorporant un **transformateur à enroulements séparés** sont utilisés lorsque la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** n'est pas requise entre les circuits par les règles d'installation ou par la spécification de l'appareil.

Ce document s'applique également aux **transformateurs**, **blocs d'alimentation**, **blocs d'alimentation à découpage**, et **bobines d'inductance** incorporant des circuits électroniques.

Ce document s'applique aux **transformateurs** sans limitation de la **puissance assignée**, sous réserve d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant.

Ce document ne s'applique pas aux circuits externes et à leurs composants destinés à être connectés aux bornes d'entrée et de sortie ou aux socles de prise de courant des **transformateurs**, **blocs d'alimentation**, **blocs d'alimentation à découpage**, et **bobines d'inductance**.

L'attention est attirée sur le fait que:

- pour les **transformateurs** prévus pour être utilisés dans des véhicules ou à bord de navires ou d'avions, des exigences complémentaires (provenant d'autres normes en vigueur, règlements nationaux, etc.) peuvent être nécessaires;
- des mesures sont prises pour protéger les **enveloppes** et les composants qu'elles contiennent contre les influences du milieu extérieur comme la moisissure, la vermine, les termites, les radiations solaires, le givre;
- les différentes conditions de transport, de stockage et de fonctionnement du **transformateur** sont également prises en compte;
- des exigences supplémentaires, conformes à d'autres normes appropriées ou règles nationales, peuvent être applicables aux **transformateurs** destinés à des environnements particuliers, par exemple des environnements tropicaux.

Il est possible que des évolutions technologiques futures des **transformateurs** nécessitent d'augmenter la limite supérieure de la fréquence; en attendant, le présent document peut être utilisé pour fournir des lignes directrices.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60065:2014, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

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

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-31, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

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

IEC 60076-1, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

IEC 60076-11:2004, *Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec*

IEC TR 60083, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de l'IEC*

IEC 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

IEC 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60127 (toutes les parties), *Coupe-circuit miniatures*

IEC 60127-3, *Coupe-circuit miniatures – Partie 3: Eléments de remplacement subminiatures*

IEC 60216 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*

IEC 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

IEC 60227-5:2011, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 5: Câbles souples*

IEC 60245 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

IEC 60245-4:2011, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 4: Câbles souples*

IEC 60269 (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

IEC 60269-2:2013, *Fusibles basse tension – Partie 2: Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à K*

IEC 60269-3:2010, *Fusibles basse tension – Partie 3: Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes non qualifiées (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à F*

IEC 60309 (toutes les parties), *Prises de courant pour usages industriels*

IEC 60317 (toutes les parties), *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

IEC 60317-0-7:2012, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 0-7: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé sans défaut d'isolation électrique avec diamètre nominal de conducteur compris entre 0,040 mm et 1,600 mm*

IEC 60317-56, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 56: Fil brasable de section circulaire, isolé en continu, en cuivre émaillé avec polyuréthane sans défaut d'isolation électrique, avec diamètre nominal de conducteur compris entre 0,040 mm et 1,600 mm, classe 180*

IEC 60320 (toutes les parties), *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

IEC 60320-2-3, *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues – Partie 2-3: Connecteurs avec degré de protection supérieur à IPX0*

IEC 60384-14:2013, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*
(disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60454 (toutes les parties), *Rubans adhésifs sensibles à la pression à usages électriques*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
IEC 60529:1989/AMD1:1999
IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3:2016, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60691:2015, *Protecteurs thermiques – Exigences et guide d'application*

IEC 60695-2-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/ chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60721-3-2, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 2: Transport*

IEC 60730 (toutes les parties), *Dispositifs de commande électrique automatiques*

IEC 60730-1:2013, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60851-3:2009, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai: Partie 3: Propriétés mécaniques*

IEC 60851-5:2008, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai: Partie 5: Propriétés électriques*

IEC 60851-6:2012, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai: Partie 5: Propriétés thermiques*

IEC 60884-1:2002, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

IEC 60884-1:2002/AMD1:2006

IEC 60884-1:2002/AMD2:2013

IEC 60884-2-4, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 2-4: Règles particulières pour prises de courant pour TBTS*

IEC 60898 (toutes les parties), *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*²

IEC 60906-1, *Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Prises de courant 16 A 250 V c.a.*

IEC 60906-3, *Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 3: Prises de courant pour TBTS, 16 A 6 V, 12 V, 24 V, 48 V courant alternatif et courant continu*

IEC 60947-7-1, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

IEC 60990:2016, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

IEC 60998-2-1, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées à organes de serrage à vis*

IEC 60998-2-2, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-2: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage sans vis*

IEC 60999-1, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

IEC 61032, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61058-1:2016, *Interrupteurs pour appareils – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61058-1-1:2016, *Interrupteurs pour appareils – Partie 1-1: Exigences relatives aux interrupteurs mécaniques*

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61373, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

ISO 8820 (toutes les parties), *Véhicules routiers – Liaisons fusibles*

² L'IEC 60898-2 est publiée sous le titre général de *Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues* (le premier élément du titre, « Petit appareillage électrique », n'est pas mentionné).

EN 50075:1990, *Specification for flat non-wirable two-pole plugs 2.5 A 250 V, with cord, for the connection of class II-equipment for household and similar purposes* (disponible en anglais seulement)

DIN 43671:1975, *Copper bus bars; design for continuous current* (disponible en anglais seulement)

DIN 43670:1975, *Aluminium bus bars; design for continuous current* (disponible en anglais seulement)

DIN 43670-2:1985, *Aluminium bus bars copper cladding; design for continuous current* (disponible en anglais seulement)

Bibliographie

IEC 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-195:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

IEC 60050-421:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 421: Transformateurs de puissance et bobines d'inductance*

IEC 60050-581:2008, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

IEC 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

IEC 60317-43, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 43: Fil de section circulaire en cuivre recouvert d'un ruban de polyimide aromatique, classe 240*

IEC 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

IEC 60584-1:2013, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Spécifications et tolérances en matière de FEM*

IEC 60695-10-2:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

IEC 60738-1:2006, *Thermistances – Coefficient de température positif à chauffage direct – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60998-1:2002, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

IEC 61000-3-2:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61180:2016, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Définitions, exigences relatives aux essais, matériel d'essai*

IEC 61558-2 (toutes les parties), *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2: Règles particulières et essais*

IEC 61558-2-4, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-4: Règles*

particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits

IEC 61558-2-6, Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité

IEC 61558-2-23, Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments – Partie 2-23: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation pour chantiers

IEC 62041:2010, Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments – Exigences CEM

Guide IEC 104, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications (disponible en anglais seulement)

CISPR 11:2015, Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure

CISPR 14 (toutes les parties), Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues

ISO/IEC 18004, Technologies de l'information – Technologie d'identification automatique et de capture des données – Spécification de la symbologie de code à barres Code QR

ISO 3:1973, Nombres normaux – Séries de nombres normaux

ISO 4046-4:2016, Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire – Partie 4: Catégories et produits transformés de papier et de carton

IEEE 101:1987, IEEE guide for the statistical analysis of thermal life test data (disponible en anglais seulement)

CENELEC Guide 29, Temperatures of hot surfaces likely to be touched – Guidance document for Technical Committees and Manufacturers (disponible en anglais seulement)