IEC 61558-1

Edition 3.0 2017-09
REDLINE VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

GROUP SAFETY PUBLICATION

Safety of ~~power~~ transformers, ~~power supplies~~, reactors, power supply units and ~~similar products~~ combinations thereof –
Part 1: General requirements and tests

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-4887-4

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD ... 9
INTRODUCTION ... 12
1 Scope ... 15
2 Normative references ... 17
3 Terms and definitions ... 21
3.1 Transformers ... 21
3.2 General terms ... 25
3.3 Operations and protections ... 26
3.4 Circuits and windings ... 28
3.5 Ratings ... 29
3.6 No-load values ... 31
3.7 Insulation ... 31
3.8 Touch current and protective earthing conductor current ... 35
4 General requirements ... 35
5 General notes on tests ... 36
6 Ratings ... 38
7 Classification ... 39
8 Marking and other information ... 40
9 Protection against electric shock ... 47
9.1 General ... 47
9.2 Protection against contact with hazardous-live-parts ... 47
9.2.1 Determination of hazardous-live-parts ... 47
9.2.2 Accessibility to hazardous-live-parts ... 47
9.2.3 Accessibility to non hazardous-live-part ... 51
9.3 Protection against hazardous electrical discharge ... 51
10 Change of input voltage setting ... 52
11 Output voltage and output current under load ... 52
12 No-load output voltage ... 53
13 Short-circuit voltage ... 53
14 Heating ... 53
14.1 General requirements ... 53
14.1.1 Temperature-rise test ... 53
14.1.2 Alternative temperature-rise test ... 55
14.1.3 Determination of steady-state conditions ... 58
14.2 Application of 14.1 or 14.3 according to the insulation system ... 60
14.3 Accelerated ageing test for undeclared class of insulation system ... 60
14.3.1 General ... 60
14.3.2 Heat run ... 61
14.3.3 Vibration ... 61
14.3.4 Moisture treatment ... 61
14.3.5 Measurements ... 62
15 Short circuit and overload protection ... 62
15.1 General requirements ... 62
15.1.1 Short circuit and overload test method ... 62

15.1.2 Alternative short circuit and overload test method ... 64
15.2 Inherently short-circuit proof transformers ... 64
15.3 Non-inherently short-circuit proof transformers ... 64
15.4 Non-short-circuit proof transformers ... 65
15.5 Fail-safe transformers ... 65
16 Mechanical strength ... 66
16.1 General ... 66
16.2 Stationary transformers ... 66
16.3 Portable transformers (except portable transformers with integral pins for introduction in socket-outlet in the fixed wiring) ... 67
16.4 Portable transformers provided with integral pins for introduction in socket-outlets of the fixed wiring ... 67
16.4.1 General requirements ... 67
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 ... 68
16.5 Additional requirements for transformers to be used in vehicles and railway applications ... 69
16.5.1 Transformers to be used in vehicles and railway applications ... 69
16.5.2 Test requirements for the transportation of transformers ... 70
17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture ... 71
17.1 Degrees of protection provided by enclosures (IP code) ... 71
17.1.1 General requirements ... 71
17.1.2 Tests on transformers with enclosure ... 72
17.2 Humidity treatment ... 75
18 Insulation resistance, dielectric strength and leakage current ... 75
18.1 General ... 75
18.2 Insulation resistance ... 76
18.3 Dielectric strength test ... 76
18.4 Insulation between and within windings ... 79
18.5 Touch current and protective earthing conductor current ... 79
18.5.1 General ... 79
18.5.2 Touch current ... 80
18.5.3 Protective earthing conductor current ... 81
19 Construction ... 82
19.1 General construction ... 82
19.1.1 General ... 82
19.1.2 Auto-transformers ... 82
19.1.3 Separating transformers ... 83
19.1.4 Isolating transformers and safety isolating transformers ... 84
19.2 Flammability of materials ... 86
19.3 Short-circuit characteristics of portable transformers ... 86
19.4 Class II transformer contact prevention of accessible conductive parts ... 86
19.5 Class II transformer insulation reassembling after service ... 86
19.6 Loosening of wires, screws or similar parts ... 87
19.7 Resistor or capacitor connection with accessible conductive parts ... 87
19.8 Bridging of separated conductive parts by resistors or capacitors ... 87
19.9 Insulating material separating input and output windings ... 88
19.10 Accidental contact protection against hazardous-live-parts provided by isolating coating ... 88

19.11 Insulating material of handles, operating levers, knobs and similar parts 89
19.12 Winding construction 89
19.13 Fixing of handles, operating levers and similar parts 94
19.14 Fixing of covers providing protection against electric shock 94
19.15 Strain on fixed socket-outlets caused by pin-transformers connection 94
19.17 Drain hole of transformers protected against ingress of water 94
19.18 Plug connected transformers protected against ingress of water 95
19.19 Flexible cable or flexible cord connection for class I portable transformers 95
19.20 SELV- and PELV-circuit separation of live parts 95
19.21 Protection against contact for FELV-circuit 96
19.22 Protective earthing regarding class II transformers 96
19.23 Protective earthing regarding class III transformers 96
20 Components 96
21 Internal wiring 101
22 Supply connection and other external flexible cables or cords 102
23 Terminals for external conductors 108
24 Provisions for protective earthing 110
25 Screws and connections 111
26 Creepage distances, clearances and distances through insulation 114
26.1 General 114
26.2 Creepage distances and clearances 115
26.2.1 General 115
26.2.2 Windings covered with adhesive tape 115
26.2.3 Uncemented insulationing parts 115
26.2.4 Cemented insulating parts 116
26.2.5 Enclosed parts (e.g. by impregnation or potting) 116
26.3 Distance through insulation 118
27 Resistance to heat, fire and tracking 131
27.1 General 131
27.2 Resistance to heat 131
27.2.1 General 131
27.2.2 External accessible parts 131
27.2.3 Internal parts 132
27.3 Resistance to abnormal heat under fault conditions 132
27.4 Resistance to fire 133
27.4.1 General 133
27.4.2 External accessible parts 134
27.4.3 Internal parts 134
27.5 Resistance to tracking 135
28 Resistance to rusting 135
Annex A (normative) Measurement of creepage distances and clearances 136
Annex B (normative) Testing a series of transformers 140
B.1 General 140
B.2 Requirements 140
B.3 Constructional inspection 141
Annex C ~~(normative) Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti) Material group II (400 ≤CTI <600)~~ (void) 142

Annex D ~~(normative) Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti) Material group I (CTI ≥600)~~ (void) 145
Annex E (normative) Glow-wire test 148
E.1 General 148
E.2 Severity 148
E.3 Conditioning 148
E.4 Test procedure 148
Annex F (normative) Requirements for manually operated switches which are parts of transformers assembly 149
F.1 General 149
F.2 Switches tested as a separate component 149
F.3 Switches tested as part of the transformer 149
Annex G (normative) Tracking test 152
G.1 General 152
G.2 Test specimen 152
G.3 Test apparatus 152
G.4 Procedure 152
Annex H (normative) Electronic circuits 154
H.1 General 154
H.2 General notes on tests (addition to Clause 5) 154
H.3 Short circuit and overload protection (addition to Clause 15) 154
H.4 Creepage distances, clearances and distances through insulation (addition to Clause 26) 156
Annex I ~~(void)~~ (informative) Dimensions for rectangular cross-section connectors of transformers, basic dimensions and coordination 158
Annex J (normative) Measuring network for touch-currents 161
Annex K (normative) Insulated winding wires ~~for use as multiple layer insulation~~ 162
K.1 General 163
K.2 Type tests 163
K.2.1 General 163
K.2.2 Dielectric strength test 163
K.2.3 Flexibility and adherence 163
K.2.4 Heat shock 164
K.2.5 Retention of dielectric strength after bending 164
K.3 Testing during manufacturing 165
K.3.1 General 165
K.3.2 Routine test 165
K.3.3 Sampling test 165
Annex L (normative) Routine tests (production tests) 166
L.1 General 166
L.2 Protective earthing continuity test 166
L.3 Checking of no-load output voltage 166
L.4 Dielectric strength test 166
L.5 Checking of protective devices mounting 167
L.6 Visual inspection 167
L.7 Repetition test after routine dielectric strength test 167
Annex M (informative) Examples to be used as a guide for 19.1 168
M.1 General 168

M.2 Coil-former ... 168
M.2.1 Concentric type ... 168
M.2.2 Side-by-side type ... 169
M.3 Windings ... 169
M.3.1 Without screen ... 169
M.3.2 With screen ... 170
Annex N (informative) Examples ~~of~~ for checking points ~~of application~~ of dielectric strength test voltages ... 171
Annex O (void) ... 173
Annex P (informative) Examples ~~of points~~ of measurement points of creepage distances and clearances ... 174
Annex Q (informative) Explanation of IP numbers for degrees of protection ... 177
Q.1 General ... 177
Q.2 Degrees of protection against access to hazardous parts and against solid foreign objects ... 177
Q.3 Degrees of protection against ingress of water ... 179
Annex R (normative) Explanations of the application of ~~4.1.1.2.1~~ 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007 ~~(see 26.2)~~ ... 182
R.1 Impulse dielectric test ... 182
R.2 Example ... 182
Annex S (void) ... 184
Annex T (void) ... 185
Annex U ~~(informative) Optional t_w marking of transformers~~ (void) ... 186
Annex V (informative) Symbols to be used for thermal cut-outs ... 195
V.1 ~~Introduction~~ General ... 195
V.2 Non-self-resetting thermal cut-out (see 3.3.4) ... 195
V.3 Self-resetting thermal cut-out (see 3.3.3) ... 196
Annex W (normative) Coated printed circuit boards ... 197
W.1 Preamble ... 197
W.2 General ... 197
W.3 Cold ... 197
W.4 Rapid change of temperature ... 197
W.5 Additional tests ... 197
Index of defined terms ... 200

Figure 1 – IEC 61558 principle ... 13
Figure 2 – Mounting box for flush-type transformer ... 38
Figure 3 – Test pin (see IEC 61032, test probe 13) ... 48
Figure 4 – Standard test finger (see IEC 61032, test probe B) ... 50
Figure 5 – Example of back-to-back method – Single phase ... 57
Figure 6 – Example of back-to-back method – Three phase ... 58
Figure 7 – Amplitude spectrum density for random testing ... 70
Figure 8 – Normalised spectrum of shock ... 71
Figure 9 – Test voltage sequence ... 79
Figure 10 – Test configuration: single-phase equipment on star TN or TT system ... 81
Figure 11 – Abrasion resistance test for insulating coated layers ... 89
Figure 12 – Flexing test apparatus ... 106

Figure 13 – Test arrangement for checking mechanical withstanding of insulating materials in thin sheet layers 123
Figure 14 – Ball-pressure apparatus 131
Figure A.1 – Example 1 137
Figure A.2 – Example 2 137
Figure A.3 – Example 3 137
Figure A.4 – Example 4 138
Figure A.5 – Example 5 138
Figure A.6 – Example 6 138
Figure A.7 – Example 7 139
Figure A.8 – Example 8 139
Figure H.1 – Example of an electronic circuit with low-power points 157
Figure J.1 – Measuring network for touch-current 161
Figure M.1 – Examples for concentric type constructions 168
Figure M.2 – Examples for side-by-side type constructions 169
Figure M.3 – Examples for winding constructions without screen 169
Figure M.4 – Examples for wrapped winding constructions 170
Figure M.5 – Examples for winding constructions with screen 170
Figure N.1 – Transformer of class I construction with metal enclosure 171
Figure N.2 – Transformer of class II construction with metal enclosure 172
Figure N.3 – Transformer of class II construction with enclosure of insulating material 172
Figure P.1 – Transformer of class I construction 174
Figure P.2 – Transformer of class I construction with earthed metal screen 175
Figure P.3 – Transformer of class II construction with metal enclosure 175
Figure P.4 – Transformer of class II construction with enclosure of insulating material 176
~~Figure U.1 – Relation between winding temperature and endurance test duration ..... ~~
~~Figure U.2 – Assessment of claimed value of *S* ..... ~~
Figure V.1 – Restored by manual operation 195
Figure V.2 – Restored by disconnection of the supply 195
Figure V.3 – Thermal link (see 3.3.5) 195
Figure V.4 – Self-resetting thermal cut-out 196

Table 1 – Symbols used on equipment or in instructions 44
Table 2 – Values of maximum temperatures in normal use 59
Table 3 – Explanation of the maximum winding temperatures required in Table 2 60
Table 4 – Test temperature and testing time (in days) per cycle 61
Table 5 – Maximum values of temperatures under short-circuit or overload conditions 63
Table 6 – Values of T and k for fuses 64
Table 7 – Pull force on pins 68
Table 8 – Conditions for vibration testing (random) 69
Table 9 – Amplitude spectrum density ASD values for accelerated life testing 69
Table 10 – Frequency values depending on the weight of the specimen 70
Table 11 – Excitation values for vibration testing 70

Table 12 – Solid-object-proof transformer test 73
~~Table 13 – Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti) – Material group IIIa (175 ≤ CTI < 400) .....~~
Table 13 – Values of insulation resistance 76
Table 14 – Table of dielectric strength test voltages 77
Table 15 – Limits for currents 81
Table 16 – Nominal cross-sectional areas of external flexible cables or cords 103
Table 17 – Pull and torque to be applied to external flexible cables or cords fixed to stationary and portable transformers 108
Table 18 – Torque to be applied to screws and connections 113
Table 19 – Torque test on glands 114
Table 20 – Clearances in mm 124
Table 21 – Creepage distances in mm 125
Table 22 – Distance through insulation in mm 126
Table 23 – Creepage distances and clearance between terminals for external connection 127
Table 24 – Values of FIW wires with minimum overall diameter and minimum test voltages according to the total enamel increase 129
Table A.1 – Width of groove values depending on the pollution degree 136
~~Table C.1 – Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti) – Material group II (400 ≤CTI <600) .....~~
~~Table D.1 – Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti) – Material group I (CTI ≥600) .....~~
Table F.1 – Peak surge current of additional loads 150
Table I.1 – Dimensions of rectangular copper connectors 159
Table K.1 – Mandrel diameter 164
Table K.2 – Oven temperature 164
Table Q.1 – Degrees of protection against access to hazardous parts indicated by the first characteristic numeral 178
Table Q.2 – Degrees of protection against solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral 179
Table Q.3 – Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral 180
Table R.1 – Impulse test voltage according to ~~4.1.1.2.1~~ 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007 182
~~Table U.1 – Example of maximum temperatures of windings under short circuit or overload conditions and at 110 % of rated voltage for transformers subjected to an endurance test duration of 30 days and a life expectance of 10 years .....~~
~~Table U.2 – Theoretical test temperatures for transformers subjected to an endurance test duration of 30 days and a life expectancy of 10 years .....~~

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF ~~POWER~~ TRANSFORMERS, ~~POWER SUPPLIES,~~ REACTORS, POWER SUPPLY UNITS AND ~~SIMILAR PRODUCTS~~ 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.

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

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.

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

INTRODUCTION

This document covers safety requirements for **transformers**. Where the term **transformer** is used, it covers **transformers**, **reactors** and **power** ~~**supplies**~~ **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** ~~may~~ can be installed in accordance with the wiring rules contained in that document. However, national wiring rules ~~may~~ 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 ~~may~~ 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~~: *Power transformers, power supply units, reactors and similar products – EMC requirements*~~. However, that document also includes tests that ~~may~~ can subject the **transformer** to conditions involving safety aspects.

The objective of 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 **transformer**s, 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.

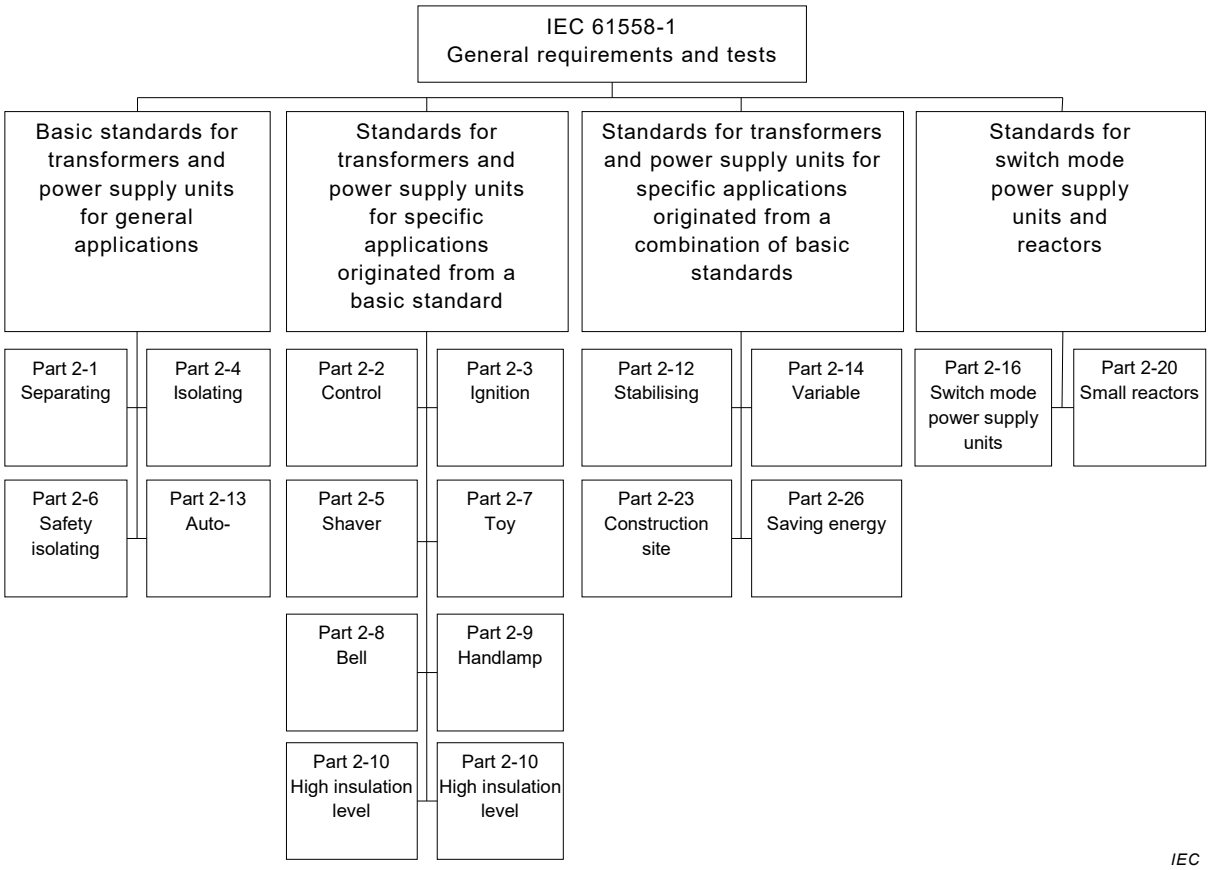

Figure 1 – IEC 61558 principle

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.

~~As an option, the thermal characteristics of **transformers** can be specified by the rated maximum operating temperature of the winding (symbol t_w) which shall not be exceeded to ensure a minimum lifetime as specified in Annex U. In addition, for **transformers** subjected to abnormal conditions as specified in Clause 15, the specified temperature limit shall not be exceeded when the **transformer** is built into an appliance or used as an independent **transformer**.~~

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

[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 2-3: 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

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 ~~POWER~~ TRANSFORMERS, ~~POWER SUPPLIES,~~ REACTORS, POWER SUPPLY UNITS AND ~~SIMILAR PRODUCTS~~ COMBINATIONS THEREOF –

Part 1: General requirements and tests

1 Scope

This part of IEC 61558 deals with safety aspects of ~~power~~ **transformers**, ~~power supplies,~~ reactors, power supply units and ~~similar products~~ 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** ~~**supplies**~~ **supply units**, including **switch mode power** ~~**supplies**~~ **supply units, reactors** and combinations thereof in the field of safety. The windings ~~of which may~~ can be encapsulated or non-encapsulated. They are not forming a part of the distribution network.

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

– for **transformers**, there is no change in frequency. However, **transformers** (e.g. constant voltage **transformers**) ~~may~~ can have an internal resonance frequency not exceeding 30 kHz;

– for **power** ~~**supplies**~~ **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** ~~**supplies**~~ **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 ~~may~~ 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**~~, not forming a part of distribution networks and~~ 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).

a) **Stationary** or **portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced) **separating transformers**, **auto-transformers**, **variable transformers** and small **reactors**, **independent** or **associated**~~, not forming a part of distribution networks and~~ 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 ~~may~~ can be provided or completed by other features of the equipment, such as the **body**. Parts of **output circuits** ~~may~~ can be connected to the **input circuit** or to the protective earthing.

b) **Stationary** or **portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced), **independent** or **associated power** ~~**supplies**~~ **supply units** and **switch mode power** ~~**supplies**~~ **supply units** incorporating one or more **transformer(s)** of type a) or b)~~, not forming a part of distribution networks and~~ 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 ~~supplies~~ supply units not exceeding 500 Hz and for switch mode power ~~supplies~~ supply units not exceeding 100 MHz;

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

- for power ~~supplies~~ supply units and switch mode power ~~supplies~~ supply units incorporating isolating **transformers**:
  - – **rated output** for single- phase or polyphase **power** ~~**supplies**~~ **supply units** or **switch mode power** ~~**supplies**~~ **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** ~~**supplies**~~ **supply units** and **switch mode power** ~~**supplies**~~ **supply units** incorporating **safety isolating transformers:**
  - – **rated output** for single- phase or polyphase **power** ~~**supplies**~~ **supply units** and **switch mode power** ~~**supplies**~~ **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** ~~**supplies**~~ **supply units** and **switch mode power** ~~**supplies**~~ **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~~ supplies~~ supply units** and **switch mode power~~ supplies~~ supply units** incorporating **separating transformers**, auto-**transformers**, and variable **transformers**:
  - **rated output** for single-phase or polyphase **power~~ supplies~~ supply units** and **switch mode power~~ supplies~~ 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~~ supplies~~ supply units** and **switch mode power~~ supplies~~ 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.

~~d) This standard is also applicable to t_w-marked **transformers** with a rated output not exceeding 1 000 VA and where the t_w-temperature does not exceed 140 °C (t_w 140). However, t_w -marking of **transformers** is optional.~~

This document also applies to **transformers**, **power~~ supplies~~ supply units**, **switch mode power~~ supplies~~ 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~~ and~~ or output terminals or socket-outlets of the **transformers, power~~ supplies~~ supply units** and **switch mode power~~ supplies~~ supply units,** and **reactors**.

~~NOTE~~ 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~~ should also be~~ 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 ~~may~~ can be applicable to **transformers** intended for use in special environments, such as tropical environments.

~~NOTE~~ Future technological development of **transformers**~~ may~~ can necessitate a need to increase the upper limit of the frequencies; until then this document~~ may~~ 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:~~2001~~ 2014, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements ~~for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use~~*

~~IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat*~~

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 60068-2-32, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall*~~

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:~~1984~~ 2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and~~ classification of electrical insulation~~ 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 –~~ Properties of~~ 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 60269-2-1, *Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Sections I to VI: Examples of types of standardized fuses*~~

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

~~IEC 60269-3-1, *Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) – Sections I to IV: examples of types of standardized fuses*~~

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~~-DB:2002~~[2)], *Graphical symbols for use on equipment*
(available at http://www.graphical-symbols.info/equipment)

~~IEC 60449:1973, *Voltage bands for electrical installations of buildings*~~

IEC 60454 (all parts), ~~*Specification for*~~ *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:~~1992~~ 2007, *Insulation coordination for equipment within low voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3:~~2003~~ 2016, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60691:~~2002~~ 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:~~2000~~ 2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods –Glow-wire flammability test method for end-products*

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

~~2) "DB" refers to the IEC on-line database.~~

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* ~~*for household and similar use*~~

IEC 60730-1:~~1999~~ 2013, *Automatic electrical controls* ~~*for household and similar use*~~ *– Part 1: General requirements*

IEC 60851-3:~~1996~~ 2009, *Winding wires – Test methods: Part 3: Mechanical properties*

IEC 60851-5:~~1996~~ 2008, *Winding wires – Test methods: Part 5: Electrical properties*

IEC 60851-6:~~1996~~ 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*[3]~~)~~

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:~~1990~~ 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* ~~*for electrical copper conductors*~~ *– Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from* ~~*0,5*~~ *0,2 mm*^{2} *up to 35 mm*^{2} *(included)*

IEC 61032~~:1997~~, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61058-1:~~2000~~ 2016, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*

~~3) IEC 60898-2 is published under the general title *Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations* (i.e. without the element of "Electrical accessories" in the title).~~

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 4046-4:2002, *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary*~~

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*

IEC 61558-1

Edition 3.0 2017-09

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

IEC 61558-1:2017-09(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD ... 9
INTRODUCTION ... 11
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 88
19.14 Fixing of covers providing protection against electric shock 88
19.15 Strain on fixed socket-outlets caused by pin-transformers connection 89
19.16 Portable transformers for use in irregular or harsh conditions 89
19.17 Drain hole of transformers protected against ingress of water 89
19.18 Plug connected transformers protected against ingress of water 89
19.19 Flexible cable or flexible cord connection for class I portable transformers 89
19.20 SELV- and PELV-circuit separation of live parts 89
19.21 Protection against contact for FELV-circuit 90
19.22 Protective earthing regarding class II transformers 90
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 96
23 Terminals for external conductors 103
24 Provisions for protective earthing 104
25 Screws and connections 106
26 Creepage distances, clearances and distances through insulation 108
26.1 General 108
26.2 Creepage distances and clearances 109
26.2.1 General 109
26.2.2 Windings covered with adhesive tape 109
26.2.3 Uncemented insulationing parts 109
26.2.4 Cemented insulating parts 109
26.2.5 Enclosed parts (e.g. by impregnation or potting) 110
26.3 Distance through insulation 111
27 Resistance to heat, fire and tracking 122
27.1 General 122
27.2 Resistance to heat 122
27.2.1 General 122
27.2.2 External accessible parts 122
27.2.3 Internal parts 123
27.3 Resistance to abnormal heat under fault conditions 123
27.4 Resistance to fire 124
27.4.1 General 124
27.4.2 External accessible parts 125
27.4.3 Internal parts 125
27.5 Resistance to tracking 126
28 Resistance to rusting 126
Annex A (normative) Measurement of creepage distances and clearances 127
Annex B (normative) Testing a series of transformers 131
B.1 General 131
B.2 Requirements 131
B.3 Constructional inspection 132
Annex C (void) 133

Annex D (void) ... 134
Annex E (normative) Glow-wire test ... 135
E.1 General ... 135
E.2 Severity ... 135
E.3 Conditioning ... 135
E.4 Test procedure ... 135
Annex F (normative) Requirements for manually operated switches which are parts of transformers assembly ... 136
F.1 General ... 136
F.2 Switches tested as a separate component ... 136
F.3 Switches tested as part of the transformer ... 136
Annex G (normative) Tracking test ... 139
G.1 General ... 139
G.2 Test specimen ... 139
G.3 Test apparatus ... 139
G.4 Procedure ... 139
Annex H (normative) Electronic circuits ... 140
H.1 General ... 140
H.2 General notes on tests (addition to Clause 5) ... 140
H.3 Short circuit and overload protection (addition to Clause 15) ... 140
H.4 Creepage distances, clearances and distances through insulation (addition to Clause 26) ... 142
Annex I (informative) Dimensions for rectangular cross-section connectors of transformers, basic dimensions and coordination ... 144
Annex J (normative) Measuring network for touch-currents ... 146
Annex K (normative) Insulated winding wires ... 147
K.1 General ... 147
K.2 Type tests ... 147
K.2.1 General ... 147
K.2.2 Dielectric strength test ... 147
K.2.3 Flexibility and adherence ... 147
K.2.4 Heat shock ... 148
K.2.5 Retention of dielectric strength after bending ... 148
K.3 Testing during manufacturing ... 149
K.3.1 General ... 149
K.3.2 Routine test ... 149
K.3.3 Sampling test ... 149
Annex L (normative) Routine tests (production tests) ... 150
L.1 General ... 150
L.2 Protective earthing continuity test ... 150
L.3 Checking of no-load output voltage ... 150
L.4 Dielectric strength test ... 150
L.5 Checking of protective devices mounting ... 151
L.6 Visual inspection ... 151
L.7 Repetition test after routine dielectric strength test ... 151
Annex M (informative) Examples to be used as a guide for 19.1 ... 152
M.1 General ... 152
M.2 Coil-former ... 152

M.2.1 Concentric type ... 152
M.2.2 Side-by-side type ... 153
M.3 Windings ... 153
M.3.1 Without screen ... 153
M.3.2 With screen ... 154
Annex N (informative) Examples for checking points of dielectric strength test voltages ... 155
Annex O (void) ... 157
Annex P (informative) Examples for measurement points of creepage distances and clearances ... 158
Annex Q (informative) Explanation of IP numbers for degrees of protection ... 161
Q.1 General ... 161
Q.2 Degrees of protection against access to hazardous parts and against solid foreign objects ... 161
Q.3 Degrees of protection against ingress of water ... 163
Annex R (normative) Explanations of the application of 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007 ... 164
R.1 Impulse dielectric test ... 164
R.2 Example ... 164
Annex S (void) ... 166
Annex T (void) ... 167
Annex U (void) ... 168
Annex V (informative) Symbols to be used for thermal cut-outs ... 169
V.1 General ... 169
V.2 Non-self-resetting thermal cut-out (see 3.3.4) ... 169
V.3 Self-resetting thermal cut-out (see 3.3.3) ... 169
Annex W (normative) Coated printed circuit boards ... 170
W.1 Preamble ... 170
W.2 General ... 170
W.3 Cold ... 170
W.4 Rapid change of temperature ... 170
W.5 Additional tests ... 170
Bibliography ... 171
Index of defined terms ... 173

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 12 – Flexing test apparatus ... 100

Figure 13 – Test arrangement for checking mechanical withstanding of insulating materials in thin sheet layers ... 114
Figure 14 – Ball-pressure apparatus ... 122
Figure A.1 – Example 1 ... 127
Figure A.2 – Example 2 ... 128
Figure A.3 – Example 3 ... 128
Figure A.4 – Example 4 ... 128
Figure A.5 – Example 5 ... 129
Figure A.6 – Example 6 ... 129
Figure A.7 – Example 7 ... 130
Figure A.8 – Example 8 ... 130
Figure H.1 – Example of an electronic circuit with low-power points ... 143
Figure J.1 – Measuring network for touch-current ... 146
Figure M.1 – Examples for concentric type constructions ... 152
Figure M.2 – Examples for side-by-side type constructions ... 153
Figure M.3 – Examples for winding constructions without screen ... 153
Figure M.4 – Examples for wrapped winding constructions ... 154
Figure M.5 – Examples for winding constructions with screen ... 154
Figure N.1 – Transformer of class I construction with metal enclosure ... 155
Figure N.2 – Transformer of class II construction with metal enclosure ... 156
Figure N.3 – Transformer of class II construction with enclosure of insulating material ... 156
Figure P.1 – Transformer of class I construction ... 158
Figure P.2 – Transformer of class I construction with earthed metal screen ... 159
Figure P.3 – Transformer of class II construction with metal enclosure ... 159
Figure P.4 – Transformer of class II construction with enclosure of insulating material ... 160
Figure V.1 – Restored by manual operation ... 169
Figure V.2 – Restored by disconnection of the supply ... 169
Figure V.3 – Thermal link (see 3.3.5) ... 169
Figure V.4 – Self-resetting thermal cut-out ... 169

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 98
Table 17 – Pull and torque to be applied to external flexible cables or cords fixed to stationary and portable transformers 102
Table 18 – Torque to be applied to screws and connections 107
Table 19 – Torque test on glands 108
Table 20 – Clearances in mm 115
Table 21 – Creepage distances in mm 116
Table 22 – Distance through insulation in mm 117
Table 23 – Creepage distances and clearance between terminals for external connection 118
Table 24 – Values of FIW wires with minimum overall diameter and minimum test voltages according to the total enamel increase 120
Table A.1 – Width of groove values depending on the pollution degree 127
Table F.1 – Peak surge current of additional loads 137
Table I.1 – Dimensions of rectangular copper connectors 144
Table K.1 – Mandrel diameter 148
Table K.2 – Oven temperature 148
Table Q.1 – Degrees of protection against access to hazardous parts indicated by the first characteristic numeral 162
Table Q.2 – Degrees of protection against solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral 162
Table Q.3 – Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral 163
Table R.1 – Impulse test voltage according to 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007 164

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.

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 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 **transformer**s, 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.

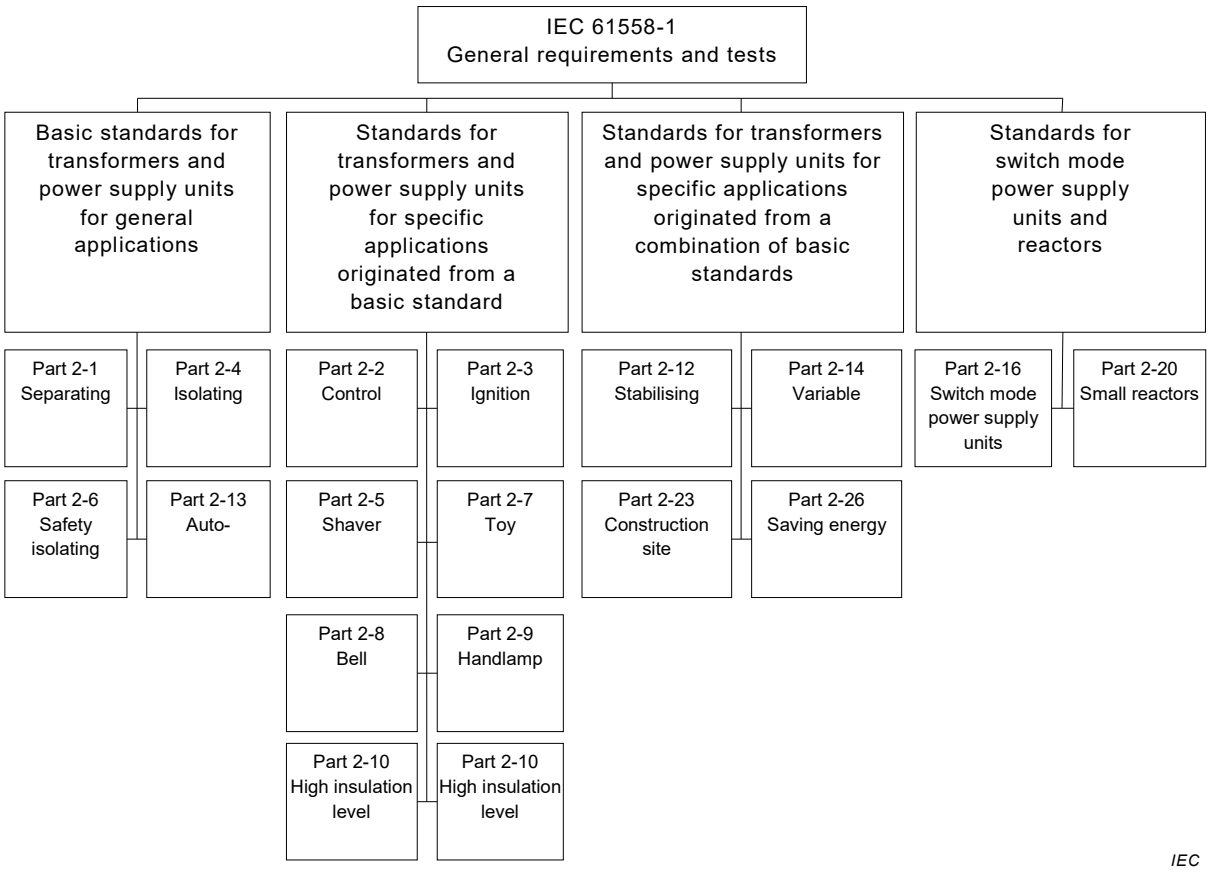

Figure 1 – IEC 61558 principle

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*, Grapahical 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 mm^2 up to 35 mm^2 (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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 181
INTRODUCTION 184
1 Domaine d'application 187
2 Références normatives 189
3 Termes et définitions 193
3.1 Transformateurs 193
3.2 Termes généraux 196
3.3 Manœuvres et protections 198
3.4 Circuits et enroulements 200
3.5 Valeurs assignées 201
3.6 Valeurs à vide 203
3.7 Isolation 203
3.8 Courant de contact et courant dans le conducteur de mise à la terre de protection 207
4 Exigences générales 207
5 Généralités sur les essais 208
6 Caractéristiques assignées 210
7 Classification 211
8 Marquage et indications 212
9 Protection contre les chocs électriques 219
9.1 Généralités 219
9.2 Protection contre le contact avec les parties actives dangereuses 219
9.2.1 Détermination des parties actives dangereuses 219
9.2.2 Accessibilité aux parties actives dangereuses 219
9.2.3 Accessibilité aux parties actives non dangereuses 222
9.3 Protection contre les décharges électriques dangereuses 222
10 Changement de la tension primaire d'alimentation 223
11 Tension secondaire et courant secondaire en charge 223
12 Tension secondaire à vide 224
13 Tension de court-circuit 224
14 Echauffements 224
14.1 Exigences générales 224
14.1.1 Essai d'échauffement 224
14.1.2 Variante d'essai d'échauffement 227
14.1.3 Détermination des conditions d'équilibre 229
14.2 Application de 14.1 ou 14.3 selon le système d'isolation 231
14.3 Essai de vieillissement accéléré pour système d'isolation non classifié 231
14.3.1 Généralités 231
14.3.2 Essai à la chaleur 232
14.3.3 Essai de vibrations 232
14.3.4 Essai d'humidité 232
14.3.5 Mesures 233
15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges 233
15.1 Exigences générales 233
15.1.1 Méthode d'essai de court-circuits et de surcharges 233

15.1.2 Variante de méthode d'essai de court-circuits et de surcharges 236
15.2 Transformateurs résistants aux courts-circuits par construction 236
15.3 Transformateurs résistants aux courts-circuits par dispositif incorporé 236
15.4 Transformateurs non résistants aux courts-circuits 237
15.5 Transformateurs non dangereux en cas de défaillance 237
16 Résistance mécanique 238
16.1 Généralités 238
16.2 Transformateurs fixes 239
16.3 Transformateurs mobiles (excepté les transformateurs mobiles avec fiches intégrées pour enfichage dans une prise de courant de l'installation fixe) 239
16.4 Transformateurs mobiles avec fiches intégrées pour enfichage dans une prise de courant de l'installation fixe 239
16.4.1 Exigences générales 239
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 241
16.5 Exigences supplémentaires pour les transformateurs destinés à être utilisés dans des véhicules et des applications ferroviaires 241
16.5.1 Transformateurs destinés à être utilisés dans des véhicules et des applications ferroviaires 241
16.5.2 Exigences d'essai pour le transport des transformateurs 242
17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité 243
17.1 Degré de protection procuré par les enveloppes (code IP) 243
17.1.1 Exigences générales 243
17.1.2 Essais sur les transformateurs ayant une enveloppe 245
17.2 Traitement hygroscopique 247
18 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et courant de fuite 248
18.1 Généralités 248
18.2 Résistance d'isolement 248
18.3 Essai de rigidité diélectrique 249
18.4 Isolation entre et à l'intérieur des enroulements 251
18.5 Courant de contact et courant dans le conducteur de mise à la terre de protection 252
18.5.1 Généralités 252
18.5.2 Courant de contact 252
18.5.3 Courant dans le conducteur de mise à la terre de protection 253
19 Construction 254
19.1 Construction générale 254
19.1.1 Généralités 254
19.1.2 Autotransformateurs 254
19.1.3 Transformateurs à enroulements séparés 255
19.1.4 Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité 256
19.2 Inflammabilité des matériaux 258
19.3 Caractéristiques de court-circuit des transformateurs portables 259
19.4 Transformateurs classe II – Protection du contact avec les parties conductrices accessibles 259
19.5 Transformateurs classe II – Remontage de parties d'isolation après opérations d'entretien 259
19.6 Desserrement des fils, vis et parties similaires 259

19.7 Connexion de condensateur ou de résistance avec les parties conductrices accessibles ... 260
19.8 Pontage de parties conductrices séparées par des résistances ou des condensateurs ... 260
19.9 Matériaux isolants séparant les enroulements primaires et secondaires ... 261
19.10 Protection par revêtement insolant des parties actives dangereuses contre les contacts accidentels ... 261
19.11 Isolation des poignées, leviers de manœuvre, boutons et parties similaires ... 262
19.12 Construction des enroulements ... 262
19.13 Fixation des poignées, leviers de manœuvre et parties similaires ... 267
19.14 Fixation des capots assurant la protection contre les chocs électriques ... 267
19.15 Contraintes de raccordement des transformateurs à broches sur socles de prises de courant fixes ... 267
19.16 Transformateurs mobiles pour utilisation en conditions irrégulières ou sévères ... 267
19.17 Orifice d'écoulement des transformateurs protégés contre la penetration de l'eau ... 267
19.18 Transformateurs avec fiche protégés contre la pénétration de l'eau ... 268
19.19 Câble souple ou cordon souple pour les transformateurs mobiles de classe I ... 268
19.20 Isolation des parties actives des circuits TBTS et TBTP ... 268
19.21 Protection contre les contacts pour les circuits TBTF ... 269
19.22 Terre de protection pour les transformateurs de classe II ... 269
19.23 Terre de protection pour les transformateurs de classe III ... 269
20 Composants ... 269
21 Conducteurs internes ... 275
22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes ... 275
23 Bornes pour conducteurs externes ... 282
24 Dispositions en vue de la mise à la terre de protection ... 284
25 Vis et connexions ... 286
26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation ... 288
26.1 Généralités ... 288
26.2 Lignes de fuite et distances d'isolement ... 289
26.2.1 Généralités ... 289
26.2.2 Enroulements recouverts par un ruban adhésif ... 289
26.2.3 Parties isolantes non liées ... 289
26.2.4 Parties isolantes liées ... 290
26.2.5 Parties enfermées (par exemple, par enrobage ou imprégnation) ... 290
26.3 Distances à travers l'isolation ... 292
27 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement ... 302
27.1 Généralités ... 302
27.2 Résistance à la chaleur ... 302
27.2.1 Généralités ... 302
27.2.2 Parties externes accessibles ... 303
27.2.3 Parties internes ... 303
27.3 Résistance à une chaleur anormale en cas de défaillance ... 303
27.4 Résistance au feu ... 305
27.4.1 Généralités ... 305
27.4.2 Parties externes accessibles ... 305
27.4.3 Parties internes ... 306

27.5 Résistance au cheminement ... 306
28 Protection contre la rouille ... 306
Annexe A (normative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement ... 308
Annexe B (normative) Essais d'une série de transformateurs ... 312
B.1 Généralités ... 312
B.2 Exigences ... 312
B.3 Examen relatif à la construction ... 313
Annexe C (vide) ... 314
Annexe D (vide) ... 315
Annexe E (normative) Essai au fil incandescent ... 316
E.1 Généralités ... 316
E.2 Sévérité ... 316
E.3 Conditionnement ... 316
E.4 Mode opératoire ... 316
Annexe F (normative) Exigences pour les interrupteurs manuels faisant partie d'un transformateur ... 317
F.1 Généralités ... 317
F.2 Interrupteurs soumis aux essais en tant que composants séparés ... 317
F.3 Interrupteurs soumis aux essais en tant que parties d'un transformateur ... 317
Annexe G (normative) Essai de résistance aux courants de cheminement ... 320
G.1 Généralités ... 320
G.2 Spécimen d'essai ... 320
G.3 Appareillage d'essai ... 320
G.4 Mode opératoire ... 320
Annexe H (normative) Circuits électroniques ... 321
H.1 Généralités ... 321
H.2 Notes générales sur les essais (addition à l'Article 5) ... 321
H.3 Protection contre la surcharge et le court-circuit (addition à l'Article 15) ... 321
H.4 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation (addition à l'Article 26) ... 324
Annexe I (informative) Dimensions des connecteurs de section rectangulaire pour transformateurs, dimensions de base et coordination ... 325
Annexe J (normative) Circuit de mesure pour les courants de contact ... 328
Annexe K (normative) Fils de bobinage isolés ... 329
K.1 Généralités ... 329
K.2 Essais de type ... 329
K.2.1 Généralités ... 329
K.2.2 Essai de rigidité diélectrique ... 329
K.2.3 Elasticité et adhérence ... 329
K.2.4 Choc thermique ... 330
K.2.5 Tenue à l'essai de rigidité diélectrique après cintrage ... 331
K.3 Essais en cours de fabrication ... 331
K.3.1 Généralités ... 331
K.3.2 Essai individuel de série ... 331
K.3.3 Essai par échantillonnage ... 331
Annexe L (normative) Essais individuels de série (essais an cours de fabrication) ... 333
L.1 Généralités ... 333
L.2 Continuité des liaisons de mise à la terre de protection ... 333

L.3 Vérification de la tension secondaire à vide 333
L.4 Essai de rigidité diélectrique 333
L.5 Vérification du montage des dispositifs de protection 334
L.6 Inspection visuelle 334
L.7 Essai de répétition après l'essai de rigidité électrique de routine 334
Annexe M (informative) Exemples destinés à être utilisés comme guide pour 19.1 335
M.1 Généralités 335
M.2 Corps de bobine 335
M.2.1 Type concentrique 335
M.2.2 Type cloisonné 336
M.3 Enroulements 336
M.3.1 Sans écran 336
M.3.2 Avec écran 337
Annexe N (informative) Exemples de points de contrôle des tensions d'essai de rigidité diélectrique 338
Annexe O (vide) 340
Annexe P (informative) Exemples de points de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement 341
Annexe Q (informative) Explication des chiffres IP pour les degrés de protection 344
Q.1 Généralités 344
Q.2 Degrés de protection contre l'accès à des parties dangereuses et contre la pénétration de corps étrangers solides 344
Q.3 Degrés de protection contre la pénétration de l'eau 346
Annexe R (normative) Explications sur la façon d'appliquer 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007 347
R.1 Essai diélectrique aux impulsions de tension 347
R.2 Exemple 347
Annexe S (vide) 349
Annexe T (vide) 350
Annexe U (vide) 351
Annexe V (informative) Symboles à utiliser pour les coupe-circuit thermiques 352
V.1 Généralités 352
V.2 Coupe-circuit thermique sans réenclenchement automatique (voir 3.3.4) 352
V.3 Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique (voir 3.3.3) 352
Annexe W (normative) Cartes de circuits imprimés avec revêtement 353
W.1 Préambule 353
W.2 Généralités 353
W.3 Froid 353
W.4 Variation rapide de température 353
W.5 Essais additionnels 353
Bibliographie 354
Index des définitions 356

Figure 1 – Principe de l'IEC 61558 185
Figure 2 – Boîte de montage pour transformateur pour pose encastrée 210
Figure 3 – Broche d'essai (voir l'IEC 61032, calibre d'essai 13) 220
Figure 4 – Doigt d'épreuve normalisé (voir l'IEC 61032, calibre d'essai B) 221

Figure 5 – Exemple de méthode d'essai en opposition – Transformateurs monophasés 228
Figure 6 – Exemple de méthode d'essai en opposition – Transformateurs triphasés 229
Figure 7 – Densité spectrale d'amplitude pour les essais aléatoires 242
Figure 8 – Spectre normalisé de choc 243
Figure 9 – Séquence de tensions d'essai 251
Figure 10 – Configuration d'essai: équipement monophasé sur système en étoile TN ou TT 253
Figure 11 – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement isolant 262
Figure 12 – Appareil d'essai de flexion 280
Figure 13 – Disposition d'essai pour vérifier la résistance mécanique des isolants en couches minces 294
Figure 14 – Appareil pour l'essai à la bille 302
Figure A.1 – Exemple 1 308
Figure A.2 – Exemple 2 309
Figure A.3 – Exemple 3 309
Figure A.4 – Exemple 4 309
Figure A.5 – Exemple 5 310
Figure A.6 – Exemple 6 310
Figure A.7 – Exemple 7 311
Figure A.8 – Exemple 8 311
Figure H.1 – Exemple d'un circuit électronique avec des points à basse puissance 324
Figure J.1 – Circuit de mesure pour courant de contact 328
Figure M.1 – Exemples de constructions de type concentrique 335
Figure M.2 – Exemples de constructions de type cloisonné 336
Figure M.3 – Exemples de constructions d'enroulements sans écran 336
Figure M.4 – Exemples de constructions d'enroulements enveloppés 337
Figure M.5 – Exemples de constructions d'enroulements avec écran 337
Figure N.1 – Transformateur de classe I avec enveloppe métallique 338
Figure N.2 – Transformateur de classe II avec enveloppe métallique 339
Figure N.3 – Transformateur de classe II avec enveloppe isolante 339
Figure P.1 – Transformateur de classe I 341
Figure P.2 – Transformateur de classe I avec écran métallique mis à la terre 342
Figure P.3 – Transformateur de classe II avec enveloppe métallique 342
Figure P.4 – Transformateur de classe II avec enveloppe isolante 343
Figure V.1 – Rétabli par une opération manuelle 352
Figure V.2 – Rétabli par coupure de l'alimentation 352
Figure V.3 – Protecteur thermique (voir 3.3.5) 352
Figure V.4 – Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique 352

Tableau 1 – Symboles utilisés sur l'équipement ou dans les instructions 216
Tableau 2 – Valeurs des températures maximales en usage normal 230
Tableau 3 – Explication des températures maximales des enroulements requises dans le Tableau 2 231
Tableau 4 – Température et durée d'essai (en jours) par cycle 232

Tableau 5 – Valeurs maximales des températures en cas de court-circuit ou de surcharge 235
Tableau 6 – Valeurs de T *et* k pour les fusibles 236
Tableau 7 – Force de traction sur les broches 240
Tableau 8 – Conditions pour les essais de vibrations (aléatoires) 242
Tableau 9 – Valeurs de densité spectrale d'amplitude (ASD) pour les essais de vieillissement accéléré 242
Tableau 10 – Valeurs de fréquence en fonction de la masse de l'échantillon 242
Tableau 11 – Valeurs d'excitation pour les essais de vibrations 243
Tableau 12 – Essai des transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides 245
Tableau 13 – Valeur des résistances d'isolement 249
Tableau 14 – Tableau des tensions d'essai de rigidité diélectrique 250
Tableau 15 – Courants limites 253
Tableau 16 – Sections nominales des câbles souples externes 277
Tableau 17 – Force de torsion et couple à appliquer aux câbles souples externes d'un transformateur fixe ou mobile 282
Tableau 18 – Couple appliqué aux vis et connexions 287
Tableau 19 – Couple de torsion des presse-étoupe 288
Tableau 20 – Distances d'isolement en mm 295
Tableau 21 – Lignes de fuite en mm 296
Tableau 22 – Distance à travers l'isolation en mm 297
Tableau 23 – Lignes de fuite et distances d'isolement entre bornes pour les connexions externes 298
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 300
Tableau A.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution 308
Tableau F.1 – Courant de crête de décharge de charges additionnelles 318
Tableau I.1 – Dimensions des connecteurs rectangulaires en cuivre 326
Tableau K.1 – Diamètre du mandrin 330
Tableau K.2 – Température du four 330
Tableau Q.1 – Degrés de protection contre l'accès à des parties dangereuses indiqués par le premier chiffre caractéristique 345
Tableau Q.2 – Degrés de protection contre la pénétration de corps étrangers solides indiqués par le premier chiffre caractéristique 345
Tableau Q.3 – Degré de protection indiqué par le deuxième chiffre caractéristique 346
Tableau R.1 – Impulsion de tension d'essai conforme à 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007 347

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.

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.

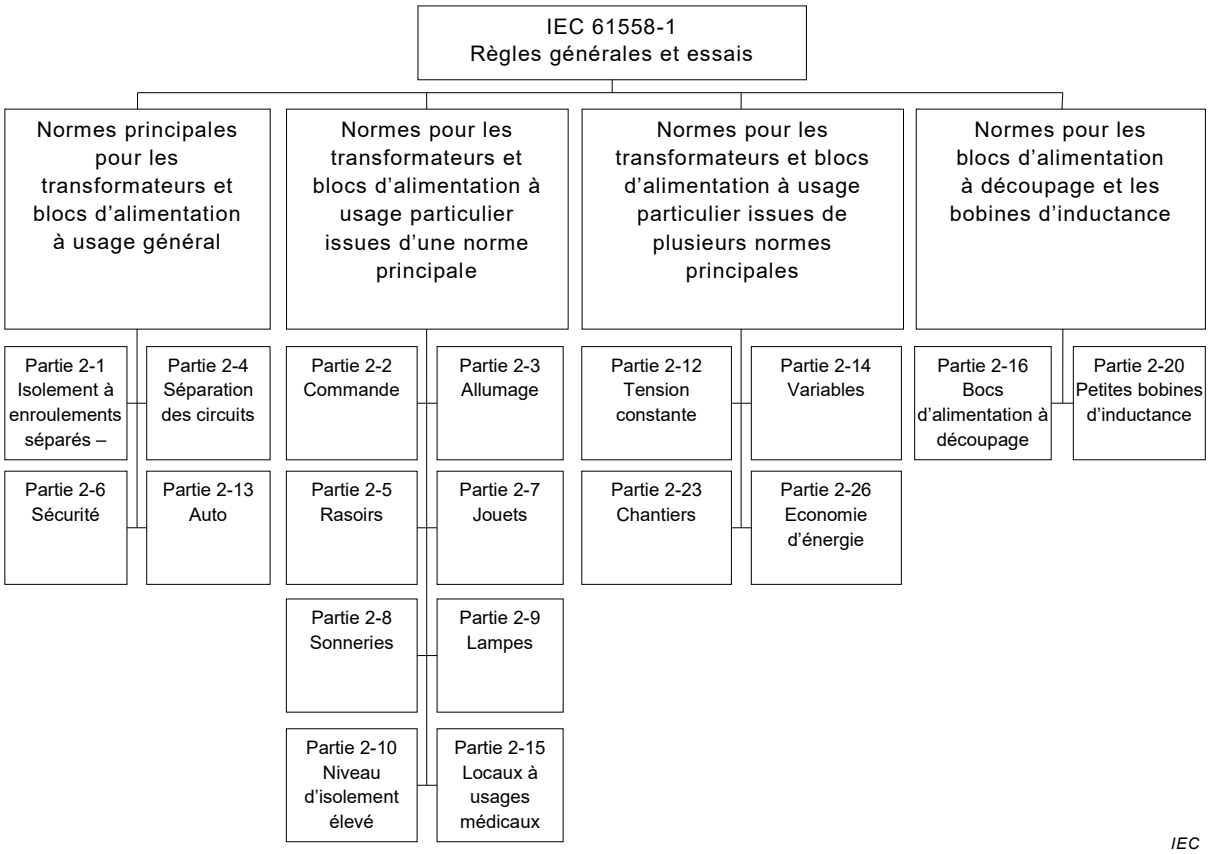

Figure 1 – Principe de l'IEC 61558

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 auto**transformateurs**, 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 **indépendant**s n'excédant pas 15 kV en courant alternatif et pour les t**ransformateurs 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 mm^2 à 35 mm^2 (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)