



CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 1: General rules**

**Appareillage à basse tension –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-1823-5

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



REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 1: General rules**

**Appareillage à basse tension –
Partie 1: Règles générales**

CONTENTS

FOREWORD	7
1 General	9
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	10
2 Definitions	14
2.1 General terms	19
2.2 Switching devices	22
2.3 Parts of switching devices	25
2.4 Operation of switching devices	30
2.5 Characteristic quantities	34
2.6 Tests	43
2.7 Ports	43
3 Classification	44
4 Characteristics	45
4.1 General	45
4.2 Type of equipment	46
4.3 Rated and limiting values for the main circuit	46
4.4 Utilization category	52
4.5 Control circuits	52
4.6 Auxiliary circuits	53
4.7 Relays and releases	53
4.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD)	53
4.9 Switching overvoltages	53
5 Product information	54
5.1 Nature of information	54
5.2 Marking	55
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	56
6 Normal service, mounting and transport conditions	56
6.1 Normal service conditions	56
6.2 Conditions during transport and storage	58
6.3 Mounting	58
7 Constructional and performance requirements	58
7.1 Constructional requirements	58
7.2 Performance requirements	67
7.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	74
8 Tests	76
8.1 Kinds of test	76
8.2 Compliance with constructional requirements	77
8.3 Performance	84
8.4 Tests for EMC	104

Annex A (informative) Examples Harmonization of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear.....	145
Annex B (informative) Suitability of the equipment when conditions for operation in service differ from the normal conditions	150
Annex C (normative) Degrees of protection of enclosed equipment.....	151
Annex D (informative) Examples of terminals clamping units and relationship between clamping unit and connecting device	158
Annex E (informative) Description of a method for adjusting the load circuit.....	168
Annex F (informative) Determination of short-circuit power-factor or time-constant	170
Annex G (informative) Measurement of creepage distances and clearances	172
Annex H (informative) Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of equipment	178
Annex J (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	180
Annex K Vacant (normative) Procedure to determine reliability data for electromechanical devices used in functional safety applications	181
Annex L (normative) Terminal marking and distinctive number.....	191
Annex M (normative) Flammability test	202
Annex N (normative) Requirements and tests for equipment with protective separation.....	207
Annex O (informative) Environmentally-conscious aspects design.....	212
Annex P (informative) Terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors.....	229
Annex Q (normative) Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock	230
Annex R (informative normative) Application of the metal foil for dielectric testing on accessible parts during operation or adjustment	236
Annex S (normative) Digital inputs and outputs.....	242
Annex T (normative) Extended functions within electronic overload relays.....	256
Annex U (informative) Examples of control circuit configurations	261
Annex V (informative) Power management with switchgear and controlgear for electrical energy efficiency.....	264
Annex W (normative) Procedure to establish material declaration	267
Bibliography	269
Table 1 – Standard Nominal cross-sections of round copper conductors and approximate relationship between mm ² and AWG/kcmil sizes (see 7.1.8.2).....	108
Table 2 – Temperature-rise limits of terminals (see 7.2.2.1 and 8.3.3.3.4).....	108
Table 3 – Temperature-rise limits of accessible parts (see 7.2.2.2 and 8.3.3.3.4).....	109
Table 4 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals (see 8.2.4.2 and 8.3.2.1, 8.2.6 and 8.2.6.2).....	110
Table 5 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors (see 8.2.4.4.1)	111
Table 6 – Test values for pull-out test for flat copper conductors (see 8.2.4.4.2)	111
Table 7 – Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges (see 8.2.4.5.1)	112
Table 7a – Relationship between conductor cross-section and diameter	113
Table 8 – Tolerances on test quantities (see 8.3.4.3, item a))	114
Table 9 – Test copper conductors for test currents up to 400 A inclusive (see 8.3.3.3.4)	114

Table 10 – Test copper conductors for test currents above 400 A and up to 800 A inclusive (see 8.3.3.3.4)	115
Table 11 – Test copper bars for test currents above 400 A and up to 3 150 A inclusive (see 8.3.3.3.4)	115
Table 12 – Impulse withstand test voltages	116
Table 12A – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage	116
Table 13 – Minimum clearances in air	117
Table 14 – Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation	117
Table 15 – Minimum creepage distances	118
Table 16 – Values of power-factors and time-constants corresponding to test currents, and ratio n between peak and r.m.s. values of current (see 8.3.4.3, item a))	120
Table 17 – Actuator test force (see 8.2.5.2.1)	120
Table 18 – Vacant	120
Table 19 – Vacant	120
Table 20 – Test values for conduit pull-out test (see 8.2.7.1)	120
Table 21 – Test values for conduit bending test (see 8.2.7.2)	121
Table 22 – Test values for conduit torque test (see 8.2.7.1 and 8.2.7.3)	121
Table 23 – Tests for EMC – Immunity (see 8.4.1.2)	122
Table 24 – Acceptance criteria when EM disturbances are present	123
Table A.1 – Utilization categories used in IEC 60947 series	147
Table H.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the equipment rated impulse withstand voltage, in case of overvoltage protection by surge-arresters according to IEC 60099-1	179
Table K.1 – Failure modes of devices	183
Table K.2 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contractors	188
Table K.3 – Example median rank calculation	189
Table M.1 – HWI and AI characteristics for materials necessary to retain current carrying parts in position	206
Table M.2 – HWI and AI characteristics for materials other than those covered by Table M.1	206
Table P.1 – Examples of terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors	229
Table Q.1 – Test sequences	232
Table S.1 – Rated values and operating ranges of incoming power supply	243
Table S.2 – Standard operating ranges for digital inputs (current sinking)	246
Table S.3 – Rated values and operating ranges for current sourcing digital a.c. outputs	247
Table S.4 – Rated values and operating ranges (d.c.) for current-sourcing digital d.c. outputs	249
Table S.5 – Overload and short-circuit tests for digital outputs	252
Table T.1 – Operating time of ground/earth fault electronic overload relays	257
Figure 1 – Test equipment for flexion test (see 8.2.4.3 and Table 5)	124
Figure 2 – Gauges of form A and form B (see 8.2.4.5.2 and Table 7)	124
Figure 3 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.3.5.2)	125
Figure 4 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.3.5.2)	126

Figure 5 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 8.3.3.5.2)	127
Figure 6 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 8.3.3.5.2)	128
Figure 7 – Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear under ideal conditions (see 8.3.3.5.2, item e))	129
Figure 8a – Diagram of a load circuit adjustment method: load star-point earthed	130
Figure 8b – Diagram of a load circuit adjustment method: supply star-point earthed	131
Figure 9 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.4.1.2)	132
Figure 10 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.4.1.2)	133
Figure 11 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 8.3.4.1.2)	134
Figure 12 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 8.3.4.1.2)	135
Figure 13 – Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole equipment on single-phase a.c. (see 8.3.4.1.8)	136
Figure 14 – Verification of short-circuit making and breaking capacities on d.c. (see 8.3.4.1.8)	137
Figure 15 – Determination of the prospective breaking current when the first calibration of the test circuit has been made at a current lower than the rated breaking capacity (see 8.3.4.1.8, item b))	138
Figure 16 – Actuator test force (see 8.2.5.2.1 and Table 17)	139
Figure 17 – Examples of ports	140
Figure 18 – Test set-up for the verification of immunity to electrostatic discharges	140
Figure 19 – Test set-up for the verification of immunity to radiated radio-frequency electromagnetic fields	141
Figure 20 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts	142
Figure 21 – Test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by r.f. fields on power lines	143
Figure 22 – Example of test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by r.f. fields on signal lines when CDN's are not suitable	143
Figure 23 – Test set-up for the verification of immunity to power frequency magnetic fields	144
Figure C.1 – IP Codes	155
Figure D.1 – Screw terminals clamping units	159
Figure D.2 – Pillar terminals clamping units	161
Figure D.3 – Stud terminals clamping units	162
Figure D.4 – Saddle terminals clamping units	163
Figure D.5 – Lug terminals clamping units	164
Figure D.6 – Mantle terminals clamping units	165
Figure D.7 – Screwless-type terminals clamping units	167
Figure D.8 – Clamping unit in a connecting device	158
Figure E.1 – Determination of the actual value of the factor γ	169
Figure G.1 – Measurement of ribs	173

Figure G.2 – Creepage distance across the fixed and moving insulation of contact carriers	173
Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression	190
Figure M.1 – Test fixture for hot wire ignition test	202
Figure M.2 – Circuit for arc ignition test	204
Figure N.1 – Example of application with component connected between separated circuits	211
Figure O.1 – Conceptual relationship between provisions in product standards and the environmental impacts associated with the product during its life cycle	224
Figure O.2 – Overview of ECD process	225
Figure P.1 – Dimensions	229
Figure R.1 – Operating mechanism outside the enclosure	238
Figure R.2 – Operating space for push-button actuation	239
Figure R.3 – Examples of finger protected location for hazardous-live-parts in push-button vicinity (approximately 25 mm)	240
Figure R.4 – Operating space for actuation by rotary means	241
Figure S.1 – I/O parameters	244
Figure S.2 – U-I operation regions of current-sinking inputs	245
Figure S.3 – Temporary overload waveform for digital a.c. outputs	247
Figure S.4 – Temporary overload waveform for digital d.c. outputs	250
Figure T.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault current sensing electronic relay	260
Figure U.1 – Diagrammatic representation of an external control device	261
Figure U.2 – Single supply and control input	262
Figure U.3 – Separate supply and control inputs	262
Figure U.5 – Equipment with several external control supplies	263
Figure U.6 – Equipment with bus interface	263

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 1: General rules

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 Consolidated version of IEC 60947-1 bears the edition number 5.2. It consists of the fifth edition (2007-06) [documents 17B/1550/FDIS and 17B/1563/RVD], its amendment 1 (2010-12) [documents 17B/1710/FDIS and 17B/1721/RVD] and its amendment 2 (2014-09) [documents 121A/15/FDIS and 121A/21/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

International Standard IEC 60947-1 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The main changes with respect to the previous edition are as follows:

- modification and restructuration of 7.1;
- introduction of new figures concerning EMC tests;
- introduction of new Annexes Q, R and S.

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

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by the Amendment 1.

A list of all the parts in the IEC 60947 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear* can be found on the IEC website.

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

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

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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 1: General rules

1 General

The purpose of this standard is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to low-voltage switchgear and controlgear in order to obtain uniformity of requirements and tests throughout the corresponding range of equipment and to avoid the need for testing to different standards.

All those parts of the various equipment standards which can be considered as general have therefore been gathered in this standard together with specific subjects of wide interest and application, e.g. temperature-rise, dielectric properties, etc.

For each type of low-voltage switchgear and controlgear, only two main documents are necessary to determine all requirements and tests:

- 1) this basic standard, referred to as "Part 1" in the specific standards covering the various types of low-voltage switchgear and controlgear;
- 2) the relevant equipment standard hereinafter referred to as the "relevant product standard" or "product standard".

For a general rule to apply to a specific product standard, it shall be explicitly referred to by the latter, by quoting the relevant clause or subclause number of this standard followed by "IEC 60947-1" e.g. "7.2.3 of IEC 60947-1".

A specific product standard may not require, and hence may omit, a general rule (as being not applicable), or it may add to it (if deemed inadequate in the particular case), but it may not deviate from it, unless there is a substantial technical justification.

NOTE The product standards ~~due to be part of~~ forming the series of IEC standards covering low-voltage switchgear and controlgear are:

IEC 60947-2:	Part 2: Circuit-breakers
IEC 60947-3:	Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse combination units
IEC 60947-4:	Part 4: Contactors and motor-starters
IEC 60947-5:	Part 5: Control-circuit devices and switching elements
IEC 60947-6:	Part 6: Multiple function equipment
IEC 60947-7:	Part 7: Ancillary equipment
IEC 60947-8:	Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines.

1.1 Scope and object

This standard applies, when required by the relevant product standard, to **low-voltage** switchgear and controlgear hereinafter referred to as "equipment" or "device" and intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

~~It does not apply to low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC 60439.~~

~~NOTE—In certain clauses or subclauses of this standard, the equipment covered by this standard is also referred to as “device”, to be consistent with the text of such clauses or subclauses.~~

~~The object of~~ This standard ~~is to state those~~ states the general rules and common safety requirements ~~which are common to~~ for low-voltage equipment as defined in 1.1 switchgear and controlgear, including ~~for example~~:

- definitions;
- characteristics;
- information supplied with the equipment;
- normal service, mounting and transport conditions;
- constructional and performance requirements;
- verification of characteristics and performance;
- **environmental aspects.**

~~Digital inputs and/or digital outputs contained in switchgear and controlgear, and intended to be compatible with programmable controllers (PLCs) are covered by Annex S.~~

This standard does not apply to low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC 61439 series, as applicable.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60050(151):2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
Amendment 1 (2000)

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050(826):2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations*

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry heat*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60947-1:2007 – 11 –
+AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60085:2004, *Electrical insulation – Thermal classification*

~~IEC 60092-504:2001, *Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation*~~

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

IEC 60216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (2005)

IEC 60269-2:1986, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)*
Amendment 1 (1995)
Amendment 2 (2001)

~~IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*~~

IEC 60344:1980, *Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires*
Amendment 1 (1985)

IEC 60364-4-44:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
Amendment 1 (2003)

IEC 60417-DB:2002¹, *Graphical symbols for use on equipment*

~~IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*~~
~~Amendment 1 (2004)~~

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules of an alphanumeric system*

¹ "DB" refers to the IEC on-line database.

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
Amendment 1 (1999)

IEC 60617-DB:20011, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1:1992 2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests* — ~~Basic safety publication~~
~~Amendment 1 (2000)~~
~~Amendment 2 (2002)~~

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

IEC 60664-5:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

IEC 60695-2-2:1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*
Amendment 1 (1994)

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*
Amendment 1 (2003)

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*
Amendment 1 (2009)

IEC 60947-8:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines*
Amendment 1 (2006)

IEC 60981:2004, *Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 60999-2:2003, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*

IEC 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 60947-1:2007 – 13 –
+AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

Amendment 1 (2008)
Amendment 2 (2009)

IEC 61000-3-3:1994 2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Section 3: Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*
~~Amendment 1 (2001) –~~
~~Amendment 2 (2005)~~

IEC 61000-4-2:1995 2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC publication*
~~Amendment 1 (1998) –~~
~~Amendment 2 (2000)~~

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
Amendment 1 (2007)
Amendment 2 (2010)

IEC 61000-4-4:2004 2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical test fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2003 2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
Amendment 1 (2004) –
Amendment 2 (2006)

IEC 61000-4-8:1993 2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test – Basic EMC Publication*
Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests*
Amendment 1 (2009)

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61131-2:2003, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
Amendment 1 (2004)

IEC 61180 (all parts), *High-voltage test techniques for low voltage equipment*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61557-2, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62430:2009, *Environmentally conscious design for electrical and electronic products*

IEC 62474:2012, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

CISPR 11:~~2003~~ 2009, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – ~~Electromagnetic~~ Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

Amendment 1 (~~2004~~ 2010)

~~Amendment 2 (2006)~~

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-1:2007 +AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	277
1 Généralités	279
1.1 Domaine d'application et objet	279
1.2 Références normatives	280
2 Définitions	284
2.1 Termes généraux	289
2.2 Appareils de connexion	292
2.3 Parties d'appareil de connexion	295
2.4 Manœuvre des appareils de connexion	300
2.5 Grandeurs caractéristiques	305
2.6 Essais	314
2.7 Accès	314
3 Classification	315
4 Caractéristiques	316
4.1 Généralités	317
4.2 Type de matériel	317
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	317
4.4 Catégorie d'emploi	323
4.5 Circuits de commande	323
4.6 Circuits auxiliaires	324
4.7 Relais et déclencheurs	324
4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)	325
4.9 Surtensions de manœuvre	325
5 Informations sur le matériel	325
5.1 Nature des informations	325
5.2 Marquage	326
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	327
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	328
6.1 Conditions normales de service	328
6.2 Conditions pendant le transport et le stockage	330
6.3 Montage	330
7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	330
7.1 Dispositions constructives	330
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	339
7.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)	347
8 Essais	348
8.1 Nature des essais	348
8.2 Conformité aux dispositions constructives	350
8.3 Fonctionnement	357
8.4 Essais pour la CEM	379

Annexe A (informative) Exemples Harmonisation des catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension	420
Annexe B (informative) Conformité du matériel quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	425
Annexe C (normative) Degrés de protection du matériel sous enveloppe	427
Annexe D (informative) Exemples de bornes d'organes de serrage et relation entre l'organe de serrage et le dispositif de connexion	434
Annexe E (informative) Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge	444
Annexe F (informative) Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit	446
Annexe G (informative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	448
Annexe H (informative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs des matériels	454
Annexe J (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	456
Annexe K Disponible (normative) Procédure de détermination des données de fiabilité des dispositifs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle	457
Annexe L (normative) Marquage des bornes et numéro distinctif	467
Annexe M (normative) Essais d'inflammation	478
Annexe N (normative) Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection	483
Annexe O (informative) Aspects environnementaux Ecoconception	488
Annexe P (informative) Cosses d'extrémité pour l'appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre	507
Annexe Q (normative) Essais spéciaux – Chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs	508
Annexe R (informative normative) Application de la feuille métallique pour les essais diélectriques sur les parties accessibles pendant le fonctionnement ou le réglage	514
Annexe S (normative) Entrées et sorties tout-ou-rien	520
Annexe T (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge	534
Annexe U (informative) Exemples de configurations de circuits de commande	540
Annexe V (informative) Management de l'énergie avec l'appareillage pour l'efficacité énergétique électrique	543
Annexe W (normative) Procédure de déclaration de matière	547
Bibliographie	549
Tableau 1 – Sections normales nominales des conducteurs ronds en cuivre et correspondance approximative entre les tailles en mm ² et AWG/kcmil (voir 7.1.8.2)	382
Tableau 2 – Limites d'échauffement des bornes (voir 7.2.2.1 et 8.3.3.3.4)	382
Tableau 3 – Limites d'échauffement des parties accessibles (voir 7.2.2.2 et 8.3.3.3.4)	383
Tableau 4 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis (voir 8.2.4.2 et 8.3.2.1, 8.2.6 et 8.2.6.2)	384
Tableau 5 – Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre (voir 8.2.4.4.1)	385
Tableau 6 – Grandeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre (voir 8.2.4.4.2)	385
Tableau 7 – Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants (voir 8.2.4.5.1)	386

Tableau 7a – Relation entre la section et le diamètre du conducteur	387
Tableau 8 – Tolérances sur les grandeurs d'essai (voir 8.3.4.3, point a))	388
Tableau 9 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai inférieurs ou égaux à 400 A (voir 8.3.3.3.4).....	388
Tableau 10 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et ne dépassant pas 800 A (voir 8.3.3.3.4).....	389
Tableau 11 – Barres d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et ne dépassant pas 3 150 A (voir 8.3.3.3.4)	389
Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue aux chocs	390
Tableau 12A – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement	390
Tableau 13 – Distances minimales d'isolement dans l'air	391
Tableau 14 – Tensions d'essai à travers les contacts ouverts des matériels aptes au sectionnement	391
Tableau 15 – Lignes de fuite minimales.....	392
Tableau 16 – Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps correspondant aux courants d'essai et rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant (voir 8.3.4.3, point a)).....	394
Tableau 17 – Force d'essai sur l'organe de commande (voir 8.2.5.2.1)	394
Tableau 18 – Disponible.....	394
Tableau 19 – Disponible.....	394
Tableau 20 – Valeurs d'essai de traction sur les conduits (voir 8.2.7.1).....	394
Tableau 21 – Valeurs d'essai de flexion sur les conduits (voir 8.2.7.2)	395
Tableau 22 – Valeurs d'essai de torsion sur les conduits (voir 8.2.7.1 et 8.2.7.3)	395
Tableau 23 – Essais pour la CEM – Immunité (voir 8.4.1.2)	396
Tableau 24 – Critères d'acceptation lorsque les perturbations électromagnétiques sont présentes.....	398
Tableau A.1 – Catégories d'emploi utilisées dans la série IEC 60947	422
Tableau H.1 – Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel, en cas de protection par parafoudres conformes à l'IEC 60099-1	455
Tableau K.1 – Modes de défaillance des dispositifs	460
Tableau K.2 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance des contacteurs triés dans l'ordre croissant.....	464
Tableau K.3 – Exemple de calcul de rang médian.....	465
Tableau M.1 – Caractéristiques HWI et AI pour les matériaux nécessaires au maintien en position des parties conductrices	482
Tableau M.2 – Caractéristiques HWI et AI pour les matériaux autres que ceux couverts par le Tableau M.1	482
Tableau P.1 – Exemples de cosses d'extrémité pour l'appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre	507
Tableau Q.1 – Séquences d'essais.....	510
Table S.1 – Rated values and operating ranges of incoming power supply	521
Table S.2 – Standard operating ranges for digital inputs (current sinking)	524
Table S.3 – Rated values and operating ranges for current sourcing digital a.c. outputs	525
Table S.4 – Rated values and operating ranges (d.c.) for current-sourcing digital d.c. outputs.....	527
Table S.5 – Overload and short-circuit tests for digital outputs	530

Tableau T.1 – Temps de fonctionnement des relais électroniques de surcharge de défaut à la terre 536

Figure 1 – Dispositif d'essai pour l'essai de flexion (voir 8.2.4.3 et Tableau 5).....	399
Figure 2 – Gabarits de forme A et de forme B (voir 8.2.4.5.2 et Tableau 7)	399
Figure 3 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 8.3.3.5.2).....	400
Figure 4 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 8.3.3.5.2).....	401
Figure 5 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tripolaire (voir 8.3.3.5.2)	402
Figure 6 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tétrapolaire (voir 8.3.3.5.2)	403
Figure 7 – Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe dans des conditions idéales (voir 8.3.3.5.2, point e))	404
Figure 8a – Schéma d'une méthode de réglage du circuit de charge dont le point étoile côté charge est mis à la terre	405
Figure 8b – Schéma d'une méthode de réglage de circuit de charge dont le point étoile côté source est mis à la terre	406
Figure 9 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 8.3.4.1.2)	407
Figure 10 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 8.3.4.1.2)	408
Figure 11 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tripolaire (voir 8.3.4.1.2)	409
Figure 12 – Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tétrapolaire (voir 8.3.4.1.2)	410
Figure 13 – Exemple d'enregistrement d'un essai de fermeture ou de coupure en court-circuit dans le cas d'un matériel unipolaire en courant monophasé (voir 8.3.4.1.8)	411
Figure 14 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant continu (voir 8.3.4.1.8).....	412
Figure 15 – Détermination du courant coupé présumé dans le cas où le premier étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant inférieur au pouvoir assigné de coupure (voir 8.3.4.1.8, point b)).....	413
Figure 16 – Force d'essai sur l'organe de commande (voir 8.2.5.2.1 et Tableau 17)	414
Figure 17 – Exemples d'accès.....	415
Figure 18 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux décharges électrostatiques.....	415
Figure 19 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	416
Figure 20 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves	417
Figure 21 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs électromagnétiques, sur les lignes d'alimentation	418
Figure 22 – Exemple d'installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs électromagnétiques, sur les lignes de signaux lorsque les réseaux de couplage-découplage ne sont pas appropriés.....	418

Figure 23 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs magnétiques à la fréquence du réseau	419
Figure C.1 – Codes IP	431
Figure D.1 – Bornes Organes à serrage sous tête de vis	435
Figure D.2 – Bornes Organes de serrage à trou	437
Figure D.3 – Bornes Organes de serrage à goujon fileté	438
Figure D.4 – Bornes Organes de serrage à plaquette	439
Figure D.5 – Bornes Organes de serrage pour cosses et barres	440
Figure D.6 – Bornes Organes de serrage à capot taraudé	441
Figure D.7 – Bornes Organes de serrage sans vis	443
Figure D.8 – Organe de serrage dans un dispositif de connexion	434
Figure E.1 – Détermination de la valeur réelle du facteur γ	445
Figure G.1 – Mesurage des nervures	449
Figure G.2 – Ligne de fuite entre les isolants fixe et mobile des supports des contacts	449
Figure M.1 – Montage pour l'essai d'inflammation au fil chauffant	478
Figure M.2 – Circuit pour essai d'inflammation à l'arc	481
Figure N.1 – Exemple d'application avec un composant connecté entre des circuits séparés	487
Figure O.1 – Relation conceptuelle entre les dispositions dans les normes de produit et les impacts sur l'environnement associés au produit pendant son cycle de vie	501
Figure O.2 – Vue d'ensemble du processus d'écoconception	502
Figure P.1 – Dimensions	507
Figure R.1 – Mécanisme de manœuvre en dehors de l'enveloppe	516
Figure R.2 – Espace de manœuvre pour la commande par un bouton-poussoir	517
Figure R.3 – Exemples d'emplacement de protection du doigt pour les parties sous tension dangereuses à proximité d'un bouton-poussoir (approximativement 25 mm)	518
Figure R.4 – Espace de manœuvre pour la commande par un dispositif rotatif	519
Figure S.1 – I/O parameters	522
Figure S.2 – U-I operation regions of current-sinking inputs	523
Figure S.3 – Temporary overload waveform for digital a.c. outputs	525
Figure S.4 – Temporary overload waveform for digital d.c. outputs	528
Figure T.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais électronique sensible au courant de défaut à la terre	539
Figure U.1 – Représentation schématique d'un appareil externe de commande	540
Figure U.2 – Entrée unique d'alimentation et de commande	541
Figure U.3 – Entrées d'alimentation et de commande séparées	541
Figure U.5 – Matériel avec plusieurs alimentations de commande externes	542
Figure U.6 – Matériels communiquant par bus	542

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 1: Règles générales

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.

Cette version consolidée de l'IEC 60947-1 porte le numéro d'édition 5.2. Elle comprend la cinquième édition (2007-06) [documents 17B/1550/FDIS et 17B/1563/RVD], son amendement 1 (2010-12) [documents 17B/1710/FDIS et 17B/1721/RVD] et son amendement 2 (2014-09) [documents 121A/15/FDIS et 121A/21/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

La Norme internationale IEC 60947-1 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage.

Par rapport à l'édition précédente, les changements majeurs sont les suivants:

- la modification et la restructuration de 7.1;
- l'introduction de nouvelles figures concernant les essais de compatibilité électromagnétique;
- l'introduction des nouvelles Annexes Q, R et S.

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

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication a été modifiée par l'Amendement 1.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, présentées sous le titre général *Appareillage à basse tension* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

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

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 1: Règles générales

1 Généralités

La présente norme a pour objectif d'harmoniser dans toute la mesure du possible l'ensemble des règles et des dispositions de caractère général applicables à l'appareillage à basse tension, de manière à uniformiser les exigences et les essais visant la gamme complète des matériels correspondants et à éviter d'avoir à effectuer des essais suivant des normes différentes.

Toutes les parties des diverses normes de matériel pouvant être considérées comme générales ont donc été réunies dans la présente norme, ainsi que des sujets spécifiques de large intérêt et d'application étendue, tels que les échauffements, les propriétés diélectriques, etc.

Il ne faut donc que deux documents principaux pour déterminer toutes les exigences et tous les essais relatifs à chaque type d'appareillage à basse tension:

- 1) la présente norme fondamentale, mentionnée comme «Première partie» dans la norme spécifique des différents types d'appareillage à basse tension;
- 2) la norme particulière du matériel considéré, mentionnée ci-après par l'expression «norme de matériel correspondante» ou l'expression «norme de matériel».

Pour qu'une règle générale s'applique à une norme de matériel déterminée, cette dernière doit y faire explicitement référence en mentionnant le numéro de l'article ou du paragraphe correspondant de la présente norme, suivi de l'expression, «de l'IEC 60947-1» par exemple, «7.2.3 de l'IEC 60947-1».

Une norme de matériel déterminée peut ne pas prescrire et, par suite, ne pas mentionner une règle générale (si elle ne s'applique pas), ou y apporter des adjonctions (si on l'estime insuffisante dans ce cas particulier), mais elle ne peut pas s'en écarter, sauf justification technique précise.

NOTE Les normes de matériel prévues pour faire de produit qui font partie de la série des normes IEC visant l'appareillage à basse tension sont les suivantes:

IEC 60947-2: Partie 2: Disjoncteurs

IEC 60947-3: Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles

IEC 60947-4: Partie 4: Contacteurs et démarreurs de moteurs

IEC 60947-5: Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande

IEC 60947-6: Partie 6: Matériels à fonctions multiples

IEC 60947-7: Partie 7: Matériels accessoires

IEC 60947-8: Partie 8: Unités de commande pour la protection thermique incorporée (CTP) aux machines électriques tournantes.

1.1 Domaine d'application et objet

La présente norme est applicable, lorsque la norme de matériel correspondante ~~le précise~~ **l'exige**, à l'appareillage **basse tension** désigné ci-après «matériel» ou «dispositif», et destiné à être relié à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

~~Elle ne s'applique pas aux ensembles d'appareillage à basse tension qui sont traités dans l'IEC 60439.~~

~~NOTE Dans certains articles ou paragraphes de la présente norme, le matériel visé par celle-ci est également désigné «appareil» pour des raisons d'homogénéité avec le texte de ces articles ou paragraphes.~~

La présente norme a pour objet de fixer les règles **générales** et exigences ~~générales de sécurité communes au matériel à des appareillages basse tension défini en 1.1, comprenant par exemple y compris:~~

- les définitions;
- les caractéristiques;
- les informations fournies avec le matériel;
- les conditions normales de service, de montage et de transport;
- les exigences de construction et de fonctionnement;
- la vérification des caractéristiques et du fonctionnement;
- ~~la vérification des caractéristiques et du fonctionnement.~~

~~Les entrées tout ou rien et/ou les sorties tout ou rien contenues dans l'appareillage, et destinées à être compatibles avec les automates programmables (PLC) sont couverts par l'Annexe S.~~

~~La présente norme ne s'applique pas aux ensembles d'appareillage à basse tension qui sont traités dans la série IEC 61439, selon le cas.~~

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 60050(151):2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*
Amendement 1 (2000)

IEC 60050(604):1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*
Amendement 1 (1998)

IEC 60050(826):2004, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 826: Installations électriques*

IEC 60060, *Techniques des essais à haute tension*

IEC 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*
Amendement 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essais A: Froid*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

IEC 60947-1:2007 – 281 –

+AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

IEC 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-52:1996, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60073:2002, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les dispositifs indicateurs et les organes de commande*

IEC 60085:2004, *Isolation électrique – Classification thermique*

IEC 60092-504:2001, *Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Caractéristiques spéciales – Conduite et instrumentation (disponible en anglais seulement)*

IEC 60112:2003, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants*

IEC 60216, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques*

IEC 60228:2004, *Ames des câbles isolés*

IEC 60269-1:1998, *Fusibles basse tension – Partie 1: Règles générales*
Amendement 1 (2005)

IEC 60269-2:1986, *Fusibles basse tension – Partie 2: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels)*

Amendement 1 (1995)

Amendement 2 (2001)

IEC 60300-3-5:2001, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

IEC 60344:1980, *Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences*

Amendement 1 (1985)

IEC 60364-4-44:2001, *Installations électriques des bâtiments – Part 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

Amendement 1 (2003)

IEC 60417-DB:2002¹, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

¹ «DB» se réfère à la base de données en ligne de l'IEC.

~~IEC 60439-1:1999, Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série~~
~~Amendement 1 (2004)~~

IEC 60445:1999, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, la marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels et des extrémités de certains conducteurs désignés et règles générales pour un système alphanumérique*

IEC 60447:2004, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manoeuvre*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)

IEC 60617-DB:2001¹, *Symboles graphiques pour schémas*

~~IEC 60664-1:1992 2007, Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions exigences et essais – Publication fondamentale de sécurité~~
~~Amendement 1 (2000)~~
~~Amendement 2 (2002)~~

IEC 60664-3:2003, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emboîtement ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60664-5:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm*

IEC 60695-2-2:1991, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 2: Essais au brûleur-aiguille*
Amendement 1 (1994)

IEC 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

~~IEC 60695-2-12:2000, Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité sur matériaux~~

IEC 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*
Amendement 1 (2003)

IEC 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*
Amendement 1 (2009)

IEC 60947-8:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 8: Unités de commande pour la protection thermique incorporée (CTP) aux machines électriques tournantes*
Amendement 1 (2006)

IEC 60981:2004, *Conduits électriques très lourds rigides en acier*

~~IEC 60999-1:1999, Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions~~

IEC 60947-1:2007 – 283 –
+AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)

IEC 60999-2:2003, Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs de 35 mm² à 300 mm² (inclus)

IEC 61000-3-2:2005, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)
Amendement 1 (2008)
Amendement 2 (2009)

IEC 61000-3-3:1994 2013, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – ~~Section 3: Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du flicker papillotement~~ dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les équipements matériels ayant un courant ~~appelé~~ assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel
Amendement 1 (2001)
Amendement 2 (2005)

IEC 61000-4-2:1995 2008, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – ~~Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques~~
~~Publication fondamentale en CEM~~
Amendement 1 (1998)
Amendement 2 (2000)

IEC 61000-4-3:2006, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques
Amendement 1 (2007)
Amendement 2 (2010)

IEC 61000-4-4:2004 2012, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves

IEC 61000-4-5:2005, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc

IEC 61000-4-6:2003 2013, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques
Amendement 1 (2004)
Amendement 2 (2006)

IEC 61000-4-8:1993 2009, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – ~~Section 8: Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau~~
~~Publication fondamentale en CEM~~
Amendement 1 (2000)

IEC 61000-4-11:2004, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension

IEC 61000-4-13:2002, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif
Amendement 1 (2009)

IEC 61000-6-2:2005, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels

IEC 61131-2:2003, *Automates programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements*

IEC 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*
Amendement 1 (2004)

IEC 61180 (toutes les parties), *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension*

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61557-2, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 2: Résistance d'isolement*

IEC 61649:2008, *Analyse de Weibull*

IEC 62061:2005, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 62430:2009, *Éco-conception pour les produits électriques et électroniques*

IEC 62474:2012, *Déclaration de matière pour des produits de et pour l'industrie électrotechnique*

CISPR 11: ~~2003~~ 2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux ~~(ISM)~~ à fréquence radio-électrique* – Caractéristiques de perturbations ~~électromagnétiques~~ radioélectriques – Limites et méthodes de mesure

Amendement 1 (~~2004~~ 2010)

~~Amendement 2 (2006)~~

ISO 13849-1 2006, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*



FINAL VERSION

VERSION FINALE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 1: General rules**

**Appareillage à basse tension –
Partie 1: Règles générales**

CONTENTS

FOREWORD	7
1 General	9
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	10
2 Definitions	14
2.1 General terms	18
2.2 Switching devices	21
2.3 Parts of switching devices	24
2.4 Operation of switching devices	29
2.5 Characteristic quantities	34
2.6 Tests	42
2.7 Ports	43
3 Classification	43
4 Characteristics	44
4.1 General	44
4.2 Type of equipment	45
4.3 Rated and limiting values for the main circuit	45
4.4 Utilization category	51
4.5 Control circuits	51
4.6 Auxiliary circuits	52
4.7 Relays and releases	52
4.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD)	52
4.9 Switching overvoltages	52
5 Product information	52
5.1 Nature of information	52
5.2 Marking	54
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	55
6 Normal service, mounting and transport conditions	55
6.1 Normal service conditions	55
6.2 Conditions during transport and storage	57
6.3 Mounting	57
7 Constructional and performance requirements	57
7.1 Constructional requirements	57
7.2 Performance requirements	65
7.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	73
8 Tests	74
8.1 Kinds of test	74
8.2 Compliance with constructional requirements	75
8.3 Performance	82
8.4 Tests for EMC	102

Annex A (informative) Harmonisation of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear.....	141
Annex B (informative) Suitability of the equipment when conditions for operation in service differ from the normal conditions	144
Annex C (normative) Degrees of protection of enclosed equipment.....	145
Annex D (informative) Examples of clamping units and relationship between clamping unit and connecting device	152
Annex E (informative) Description of a method for adjusting the load circuit.....	160
Annex F (informative) Determination of short-circuit power-factor or time-constant	162
Annex G (informative) Measurement of creepage distances and clearances	164
Annex H (informative) Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of equipment	170
Annex J (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	172
Annex K (normative) Procedure to determine reliability data for electromechanical devices used in functional safety applications	173
Annex L (normative) Terminal marking and distinctive number.....	183
Annex M (normative) Flammability test	194
Annex N (normative) Requirements and tests for equipment with protective separation.....	198
Annex O (informative) Environmentally-conscious design	203
Annex P (informative) Terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors.....	213
Annex Q (normative) Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock	214
Annex R (normative) Application of the metal foil for dielectric testing on accessible parts during operation or adjustment	220
Annex S (normative) Digital inputs and outputs.....	226
Annex T (normative) Extended functions within electronic overload relays.....	239
Annex U (informative) Examples of control circuit configurations	244
Annex V (informative) Power management with switchgear and controlgear for electrical energy efficiency	247
Annex W (normative) Procedure to establish material declaration	250
Bibliography	252
Table 1 – Nominal cross-sections of round copper conductors and approximate relationship between mm ² and AWG/kcmil sizes (see 7.1.8.2).....	105
Table 2 – Temperature-rise limits of terminals (see 7.2.2.1 and 8.3.3.3.4).....	106
Table 3 – Temperature-rise limits of accessible parts (see 7.2.2.2 and 8.3.3.3.4).....	106
Table 4 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals (see 8.2.4.2 and 8.3.2.1).....	107
Table 5 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors (see 8.2.4.4.1)	108
Table 6 – Test values for pull-out test for flat copper conductors (see 8.2.4.4.2)	108
Table 7 – Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges (see 8.2.4.5.1)	109
Table 7a – Relationship between conductor cross-section and diameter	110
Table 8 – Tolerances on test quantities (see 8.3.4.3, item a))	111
Table 9 – Test copper conductors for test currents up to 400 A inclusive (see 8.3.3.3.4)	111

Table 10 – Test copper conductors for test currents above 400 A and up to 800 A inclusive (see 8.3.3.3.4)	112
Table 11 – Test copper bars for test currents above 400 A and up to 3 150 A inclusive (see 8.3.3.3.4)	112
Table 12 – Impulse withstand test voltages	113
Table 12A – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage	113
Table 13 – Minimum clearances in air	114
Table 14 – Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation	114
Table 15 – Minimum creepage distances	115
Table 16 – Values of power-factors and time-constants corresponding to test currents, and ratio n between peak and r.m.s. values of current (see 8.3.4.3, item a))	116
Table 17 – Actuator test force (see 8.2.5.2.1)	116
Table 18 – Vacant	116
Table 19 – Vacant	116
Table 20 – Test values for conduit pull-out test (see 8.2.7.1)	116
Table 21 – Test values for conduit bending test (see 8.2.7.2)	117
Table 22 – Test values for conduit torque test (see 8.2.7.1 and 8.2.7.3)	117
Table 23 – Tests for EMC – Immunity (see 8.4.1.2)	118
Table 24 – Acceptance criteria when EM disturbances are present	119
Table A.1 – Utilization categories used in IEC 60947 series	141
Table H.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the equipment rated impulse withstand voltage, in case of overvoltage protection by surge-arresters according to IEC 60099-1	171
Table K.1 – Failure modes of devices	175
Table K.2 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contractors	180
Table K.3 – Example median rank calculation	181
Table M.1 – HWI and AI characteristics for materials necessary to retain current carrying parts in position	197
Table M.2 – HWI and AI characteristics for materials other than those covered by Table M.1	197
Table P.1 – Examples of terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors	213
Table Q.1 – Test sequences	216
Table S.1 – Rated values and operating ranges of incoming power supply	227
Table S.2 – Standard operating ranges for digital inputs (current sinking)	230
Table S.3 – Rated values and operating ranges for current sourcing digital a.c. outputs	231
Table S.4 – Rated values and operating ranges (d.c.) for current-sourcing digital d.c. outputs	233
Table S.5 – Overload and short-circuit tests for digital outputs	235
Table T.1 – Operating time of ground/earth fault electronic overload relays	240
Figure 1 – Test equipment for flexion test (see 8.2.4.3 and Table 5)	120
Figure 2 – Gauges of form A and form B (see 8.2.4.5.2 and Table 7)	120
Figure 3 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.3.5.2)	121
Figure 4 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.3.5.2)	122

Figure 5 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 8.3.3.5.2)	123
Figure 6 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 8.3.3.5.2)	124
Figure 7 – Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear under ideal conditions (see 8.3.3.5.2, item e))	125
Figure 8a – Diagram of a load circuit adjustment method: load star-point earthed	126
Figure 8b – Diagram of a load circuit adjustment method: supply star-point earthed	127
Figure 9 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.4.1.2)	128
Figure 10 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase a.c. or on d.c. (see 8.3.4.1.2)	129
Figure 11 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 8.3.4.1.2)	130
Figure 12 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 8.3.4.1.2)	131
Figure 13 – Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole equipment on single-phase a.c. (see 8.3.4.1.8)	132
Figure 14 – Verification of short-circuit making and breaking capacities on d.c. (see 8.3.4.1.8)	133
Figure 15 – Determination of the prospective breaking current when the first calibration of the test circuit has been made at a current lower than the rated breaking capacity (see 8.3.4.1.8, item b))	134
Figure 16 – Actuator test force (see 8.2.5.2.1 and Table 17)	135
Figure 17 – Examples of ports	136
Figure 18 – Test set-up for the verification of immunity to electrostatic discharges	136
Figure 19 – Test set-up for the verification of immunity to radiated radio-frequency electromagnetic fields	137
Figure 20 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts	138
Figure 21 – Test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by r.f. fields on power lines	139
Figure 22 – Example of test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by r.f. fields on signal lines when CDN's are not suitable	139
Figure 23 – Test set-up for the verification of immunity to power frequency magnetic fields	140
Figure C.1 – IP Codes	149
Figure D.1 – Screw clamping units	153
Figure D.2 – Pillar clamping units	154
Figure D.3 – Stud clamping units	155
Figure D.4 – Saddle clamping units	156
Figure D.5 – Lug clamping units	157
Figure D.6 – Mantle clamping units	158
Figure D.7 – Screwless-type clamping units	159
Figure D.8 – Clamping unit in a connecting device	152
Figure E.1 – Determination of the actual value of the factor γ	161
Figure G.1 – Measurement of ribs	165

Figure G.2 – Creepage distance across the fixed and moving insulation of contact carriers	165
Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression	182
Figure M.1 – Test fixture for hot wire ignition test	194
Figure M.2 – Circuit for arc ignition test	196
Figure N.1 – Example of application with component connected between separated circuits	202
Figure O.1 – Conceptual relationship between provisions in product standards and the environmental impacts associated with the product during its life cycle	208
Figure O.2 – Overview of ECD process	209
Figure P.1 – Dimensions	213
Figure R.1 – Operating mechanism outside the enclosure	222
Figure R.2 – Operating space for push-button actuation	223
Figure R.3 – Examples of finger protected location for hazardous-live-parts in push-button vicinity (approximately 25 mm)	224
Figure R.4 – Operating space for actuation by rotary means	225
Figure S.1 – I/O parameters	228
Figure S.2 – U-I operation regions of current-sinking inputs	229
Figure S.3 – Temporary overload waveform for digital a.c. outputs	231
Figure S.4 – Temporary overload waveform for digital d.c. outputs	234
Figure T.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault current sensing electronic relay	243
Figure U.1 – Diagrammatic representation of an external control device	244
Figure U.2 – Single supply and control input	245
Figure U.3 – Separate supply and control inputs	245
Figure U.5 – Equipment with several external control supplies	246
Figure U.6 – Equipment with bus interface	246

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 1: General rules

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 Consolidated version of IEC 60947-1 bears the edition number 5.2. It consists of the fifth edition (2007-06) [documents 17B/1550/FDIS and 17B/1563/RVD], its amendment 1 (2010-12) [documents 17B/1710/FDIS and 17B/1721/RVD] and its amendment 2 (2014-09) [documents 121A/15/FDIS and 121A/21/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

International Standard IEC 60947-1 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The main changes with respect to the previous edition are as follows:

- modification and restructuration of 7.1;
- introduction of new figures concerning EMC tests;
- introduction of new Annexes Q, R and S.

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

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by the Amendment 1.

A list of all the parts in the IEC 60947 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear* can be found on the IEC website.

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

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

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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 1: General rules

1 General

The purpose of this standard is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to low-voltage switchgear and controlgear in order to obtain uniformity of requirements and tests throughout the corresponding range of equipment and to avoid the need for testing to different standards.

All those parts of the various equipment standards which can be considered as general have therefore been gathered in this standard together with specific subjects of wide interest and application, e.g. temperature-rise, dielectric properties, etc.

For each type of low-voltage switchgear and controlgear, only two main documents are necessary to determine all requirements and tests:

- 1) this basic standard, referred to as "Part 1" in the specific standards covering the various types of low-voltage switchgear and controlgear;
- 2) the relevant equipment standard hereinafter referred to as the "relevant product standard" or "product standard".

For a general rule to apply to a specific product standard, it shall be explicitly referred to by the latter, by quoting the relevant clause or subclause number of this standard followed by "IEC 60947-1" e.g. "7.2.3 of IEC 60947-1".

A specific product standard may not require, and hence may omit, a general rule (as being not applicable), or it may add to it (if deemed inadequate in the particular case), but it may not deviate from it, unless there is a substantial technical justification.

NOTE The product standards forming the series of IEC standards covering low-voltage switchgear and controlgear are:

IEC 60947-2:	Part 2: Circuit-breakers
IEC 60947-3:	Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse combination units
IEC 60947-4:	Part 4: Contactors and motor-starters
IEC 60947-5:	Part 5: Control-circuit devices and switching elements
IEC 60947-6:	Part 6: Multiple function equipment
IEC 60947-7:	Part 7: Ancillary equipment
IEC 60947-8:	Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines.

1.1 Scope and object

This standard applies, when required by the relevant product standard, to low-voltage switchgear and controlgear hereinafter referred to as "equipment" or "device" and intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

This standard states the general rules and common safety requirements for low-voltage switchgear and controlgear, including:

- definitions;
- characteristics;
- information supplied with the equipment;
- normal service, mounting and transport conditions;
- constructional and performance requirements;
- verification of characteristics and performance;
- environmental aspects.

This standard does not apply to low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC 61439 series, as applicable.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60050(151):2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
Amendment 1 (2000)

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050(826):2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations*

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry heat*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60947-1:2007 – 11 –

+AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60085:2004, *Electrical insulation – Thermal classification*

IEC 60092-504:2001, *Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation*

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

IEC 60216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (2005)

IEC 60269-2:1986, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)*
Amendment 1 (1995)
Amendment 2 (2001)

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

IEC 60344:1980, *Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires*
Amendment 1 (1985)

IEC 60364-4-44:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
Amendment 1 (2003)

IEC 60417-DB:2002¹, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules of an alphanumeric system*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
Amendment 1 (1999)

IEC 60617-DB:2001¹, *Graphical symbols for diagrams*

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

¹ "DB" refers to the IEC on-line database.

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

IEC 60664-5:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

IEC 60695-2-2:1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*
Amendment 1 (1994)

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*
Amendment 1 (2003)

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*
Amendment 1 (2009)

IEC 60947-8:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines*
Amendment 1 (2006)

IEC 60981:2004, *Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 60999-2:2003, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*

IEC 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*
Amendment 1 (2008)
Amendment 2 (2009)

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

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
Amendment 1 (2007)
Amendment 2 (2010)

IEC 60947-1:2007 – 13 –

+AMD1:2010+AMD2:2014 CSV © IEC 2014

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests*
Amendment 1 (2009)

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61131-2:2003, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
Amendment 1(2004)

IEC 61180 (all parts), *High-voltage test techniques for low voltage equipment*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61557-2, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62430:2009, *Environmentally conscious design for electrical and electronic products*

IEC 62474:2012, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
Amendment 1 (2010)

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	259
1 Généralités	261
1.1 Domaine d'application et objet	261
1.2 Références normatives	262
2 Définitions	266
2.1 Termes généraux	270
2.2 Appareils de connexion	273
2.3 Parties d'appareil de connexion	276
2.4 Manœuvre des appareils de connexion	282
2.5 Grandeurs caractéristiques	286
2.6 Essais	295
2.7 Accès	295
3 Classification	296
4 Caractéristiques	297
4.1 Généralités	298
4.2 Type de matériel	298
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	298
4.4 Catégorie d'emploi	304
4.5 Circuits de commande	304
4.6 Circuits auxiliaires	305
4.7 Relais et déclencheurs	305
4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)	306
4.9 Surtensions de manœuvre	306
5 Informations sur le matériel	306
5.1 Nature des informations	306
5.2 Marquage	307
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	308
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	309
6.1 Conditions normales de service	309
6.2 Conditions pendant le transport et le stockage	310
6.3 Montage	311
7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	311
7.1 Dispositions constructives	311
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	319
7.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)	327
8 Essais	328
8.1 Nature des essais	328
8.2 Conformité aux dispositions constructives	330
8.3 Fonctionnement	337
8.4 Essais pour la CEM	358

Annexe A (informative) Harmonisation des catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension.....	399
Annexe B (informative) Conformité du matériel quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	402
Annexe C (normative) Degrés de protection du matériel sous enveloppe	404
Annexe D (informative) Exemples d'organes de serrage et relation entre l'organe de serrage et le dispositif de connexion.....	411
Annexe E (informative) Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge	419
Annexe F (informative) Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit	421
Annexe G (informative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement.....	423
Annexe H (informative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs des matériels	429
Annexe J (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	431
Annexe K (normative) Procédure de détermination des données de fiabilité des dispositifs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle.....	432
Annexe L (normative) Marquage des bornes et numéro distinctif.....	442
Annexe M (normative) Essais d'inflammation.....	453
Annexe N (normative) Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection.....	457
Annexe O (informative) Écoconception	462
Annexe P (informative) Cosses d'extrémité pour l'appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre	473
Annexe Q (normative) Essais spéciaux – Chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs.....	474
Annexe R (normative) Application de la feuille métallique pour les essais diélectriques sur les parties accessibles pendant le fonctionnement ou le réglage	480
Annexe S (normative) Entrées et sorties tout-ou-rien	499
Annexe T (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge.....	505
Annexe U (informative) Exemples de configurations de circuits de commande	540
Annexe V (informative) Management de l'énergie avec l'appareillage pour l'efficacité énergétique électrique.....	508
Annexe W (normative) Procédure de déclaration de matière	512
Bibliographie.....	514
Tableau 1 – Sections normales des conducteurs ronds en cuivre et correspondance approximative entre les tailles en mm ² et AWG/kcmil (voir 7.1.8.2)	362
Tableau 2 – Limites d'échauffement des bornes (voir 7.2.2.1 et 8.3.3.3.4)	362
Tableau 3 – Limites d'échauffement des parties accessibles (voir 7.2.2.2 et 8.3.3.3.4).....	363
Tableau 4 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis (voir 8.2.4.2 et 8.3.2.1)	364
Tableau 5 – Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre (voir 8.2.4.4.1).....	365
Tableau 6 – Grandeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre (voir 8.2.4.4.2)	365
Tableau 7 – Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants (voir 8.2.4.5.1)	366