



IEC 60947-1

Edition 6.0 2020-04

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**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 978-2-8322-8026-3

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	13
INTRODUCTION.....	16
1 Scope.....	17
2 Normative references .....	17
3 Terms, definitions, symbols and reference clauses .....	20
3.1 General.....	20
3.2 Alphabetical index of definitions .....	21
3.3 General terms and definitions .....	26
3.4 Switching devices .....	30
3.5 Parts of switching devices.....	33
3.6 Operation of switching devices.....	39
3.7 Characteristic quantities .....	44
3.8 Tests .....	54
3.9 Ports.....	54
3.10 Symbols and references clauses for characteristics described in this document.....	54
4 Classification.....	55
5 Characteristics .....	55
5.1 Summary of the characteristics .....	55
5.2 Type of equipment .....	56
5.3 Rated and limiting values for the main circuit .....	56
5.3.1 Rated voltages .....	56
5.3.2 Currents .....	57
5.3.3 Rated frequency .....	58
5.3.4 Rated duties .....	58
5.3.5 Characteristics under normal load and overload conditions (see 8.2.4).....	60
5.3.6 Short-circuit characteristics .....	61
5.3.7 Pole impedance of the switching device ( $Z$ ) .....	62
5.4 Utilization category .....	62
5.5 Control circuits.....	62
5.5.1 Electrically or electronically controlled circuits .....	62
5.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic) .....	63
5.6 Auxiliary circuits.....	63
5.7 Relays and releases .....	63
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD).....	63
6 Product information .....	63
6.1 Nature of information .....	63
6.2 Marking.....	64
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance, decommissioning and dismantling.....	65
6.4 Environmental information .....	66
7 Normal service, mounting and transport conditions.....	66
7.1 Normal service conditions .....	66
7.1.1 Ambient air temperature .....	66
7.1.2 Altitude .....	67
7.1.3 Atmospheric conditions.....	67
7.1.4 Shock and vibration .....	68

7.2	Conditions during transport and storage.....	68
7.3	Mounting.....	68
8	Constructional and performance requirements.....	68
8.1	Constructional requirements.....	68
8.1.1	General.....	68
8.1.2	Materials.....	69
8.1.3	Current-carrying parts and their connections.....	70
8.1.4	Clearances and creepage distances.....	70
8.1.5	Actuator.....	70
8.1.6	Indication of the contact position.....	71
8.1.7	Additional requirements for equipment suitable for isolation.....	71
8.1.8	Terminals.....	73
8.1.9	Additional requirements for equipment provided with a neutral pole.....	74
8.1.10	Provisions for protective earthing.....	74
8.1.11	Dedicated enclosures for equipment.....	76
8.1.12	Degrees of protection of enclosed equipment.....	76
8.1.13	Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits.....	76
8.2	Performance requirements.....	77
8.2.1	Operating conditions.....	77
8.2.2	Temperature-rise.....	78
8.2.3	Dielectric properties.....	79
8.2.4	Ability to make, carry and break currents under no-load, normal load and overload conditions.....	82
8.2.5	Ability to make, carry and break short-circuit currents.....	83
8.2.6	Pole impedance.....	83
8.2.7	Leakage currents of equipment suitable for isolation.....	84
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC).....	84
8.3.1	General.....	84
8.3.2	Immunity.....	84
8.3.3	Emission.....	85
9	Tests.....	85
9.1	Kinds of test.....	85
9.1.1	General.....	85
9.1.2	Type tests.....	85
9.1.3	Routine tests.....	86
9.1.4	Sampling tests.....	86
9.1.5	Special tests.....	86
9.2	Compliance with constructional requirements.....	87
9.2.1	General.....	87
9.2.2	Test of materials to abnormal heat and fire.....	87
9.2.3	Equipment.....	87
9.2.4	Enclosures for equipment.....	87
9.2.5	Mechanical and electrical properties of terminals.....	88
9.2.6	Verification of the effectiveness of indication of the main contact position of equipment suitable for isolation.....	90
9.2.7	Vacant.....	93
9.2.8	Conduit pull-out test, torque test and bending test with metallic conduits.....	93
9.2.9	Test of earth continuity for protective earth.....	94
9.3	Performance.....	94

9.3.1	Test sequences .....	94
9.3.2	General test conditions .....	94
9.3.3	Performance under no-load, normal load and overload conditions .....	96
9.3.4	Performance under short-circuit conditions .....	109
9.4	Tests for EMC .....	114
9.4.1	General .....	114
9.4.2	Immunity .....	114
9.4.3	Emission .....	115
Annex A (informative) Harmonisation of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear .....		146
Annex B (Vacant) .....		149
Annex C (normative) Degrees of protection of enclosed equipment .....		150
C.1	General .....	150
C.2	Object .....	150
C.3	Definitions .....	150
C.4	Designation .....	150
C.5	Degrees of protection against access to hazardous parts and against ingress of solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral .....	150
C.6	Degrees of protection against ingress of water indicated by the second characteristic numeral .....	150
C.7	Degrees of protection against access to hazardous parts indicated by the additional letter .....	151
C.8	Supplementary letters .....	151
C.9	Examples of designations with IP Code .....	151
C.10	Marking .....	151
C.11	General requirements for tests .....	151
C.12	Tests for protection against access to hazardous parts indicated by the first characteristic numeral .....	152
C.13	Tests for protection against ingress of solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral .....	152
C.14	Tests for protection against water indicated by second characteristic numeral .....	153
C.14.1	Test means .....	153
C.14.2	Test conditions .....	153
C.14.3	Acceptance conditions .....	153
C.15	Tests for protection against access to hazardous parts indicated by additional letter .....	153
C.16	Summary of responsibilities of relevant technical committees .....	153
Annex D (informative) Examples of clamping units and relationship between clamping unit and connecting device .....		157
D.1	Clamping unit in a connecting device .....	157
D.2	Examples of clamping units .....	158
Annex E (informative) Description of a method for adjusting the load circuit .....		165
Annex F (informative) Determination of short-circuit power-factor or time-constant .....		167
F.1	Determination of short-circuit power-factor .....	167
F.1.1	Method I – Determination from DC component .....	167
F.1.2	Method II – Determination with pilot generator .....	167
F.2	Determination of short-circuit time-constant (oscillographic method) .....	168
Annex G (informative) Measurement of creepage distances and clearances .....		169
G.1	Basic principles .....	169

G.2	Use of ribs .....	169
Annex H (informative)	Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of equipment .....	176
Annex J (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user .....	178
Annex K (normative)	Procedure to determine reliability data for electromechanical devices used in functional safety applications .....	179
K.1	General.....	179
K.1.1	Overview .....	179
K.1.2	Object.....	179
K.1.3	General requirements .....	179
K.2	Terms, definitions and symbols .....	180
K.2.1	Terms and definitions .....	180
K.2.2	Symbols .....	181
K.3	Method based on durability test results .....	181
K.3.1	General method.....	181
K.3.2	Test requirements.....	181
K.3.3	Number of samples.....	181
K.3.4	Characterization of a failure mode .....	181
K.3.5	Weibull modelling .....	182
K.3.6	Useful life and upper limit of failure rate.....	184
K.3.7	Reliability data.....	185
K.4	Data information .....	185
K.5	Example.....	186
K.5.1	Test results.....	186
K.5.2	Weibull distribution and median rank regression .....	186
K.5.3	Useful life and failure rate.....	187
Annex L (normative)	Terminal marking and distinctive number .....	189
L.1	General.....	189
L.2	Terminal marking of impedances (alphanumeric).....	189
L.2.1	Coils .....	189
L.2.2	Electromagnetic releases.....	190
L.2.3	Interlocking electromagnets .....	190
L.2.4	Indicating light devices .....	191
L.3	Terminal marking of contact elements for switching devices with two positions (numerical).....	191
L.3.1	Contact elements for main circuits (main contact elements).....	191
L.3.2	Contact elements for auxiliary circuit (auxiliary contact elements).....	191
L.4	Terminal marking of overload protection devices.....	193
L.5	Distinctive number .....	194
L.6	Marking of terminals for external associated electronic circuit components, contacts and complete devices .....	194
L.6.1	Marking of terminals for external associated electronic circuit components and contacts .....	194
L.6.2	Marking of terminals for external complete devices .....	197
Annex M (normative)	Flammability test .....	200
M.1	Hot wire ignition test (HWI) .....	200
M.1.1	Test sample.....	200
M.1.2	Description of test apparatus .....	200
M.1.3	Conditioning .....	201

M.1.4	Test procedure .....	201
M.2	Arc ignition test (AI) .....	201
M.2.1	Test sample .....	201
M.2.2	Description of test apparatus .....	201
M.2.3	Conditioning .....	202
M.2.4	Test procedure .....	202
M.3	HWI and AI requirements .....	203
Annex N (normative)	Requirements and tests for equipment with protective separation .....	204
N.1	General .....	204
N.2	Terms and definitions .....	204
N.3	Requirements .....	206
N.3.1	General .....	206
N.3.2	Dielectric requirements .....	206
N.3.3	Construction requirements .....	206
N.4	Tests .....	207
N.4.1	General .....	207
N.4.2	Dielectric tests .....	207
N.4.3	Examples of constructional measures .....	207
Annex O (informative)	Environmentally conscious design .....	209
O.1	General .....	209
O.2	Object .....	209
O.3	Terms and definitions .....	210
O.4	General considerations .....	212
O.5	Fundamentals requirements of environmentally conscious design (ECD) .....	215
O.6	Environmentally conscious design process (ECD process) .....	216
O.6.1	General .....	216
O.6.2	Process steps of ECD .....	216
O.7	Tools for including ECD in product design and development .....	217
O.8	Relevant ISO technical committees .....	217
Annex P (informative)	Terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors .....	218
Annex Q (normative)	Special tests – Tests for environmental categories .....	219
Q.1	General .....	219
Q.2	Classification of equipment .....	219
Q.3	Tests .....	220
Q.3.1	General test conditions .....	220
Q.3.2	Test sequences .....	220
Annex R (normative)	Application of the metal foil for dielectric testing on accessible parts during operation or adjustment .....	225
R.1	General .....	225
R.2	Object .....	225
R.3	Definition of zones .....	226
R.3.1	General .....	226
R.3.2	Application of metal foil on accessible parts during normal operation or adjustment .....	226
Annex S (normative)	Digital inputs and outputs .....	233
S.1	General .....	233
S.2	Terms and definitions .....	233
S.3	Functional requirements .....	233

S.3.1	Rated values and operating ranges .....	233
S.3.2	Digital I/Os .....	234
S.4	Verification of input/output requirements .....	242
S.4.1	General .....	242
S.4.2	Verification of digital inputs.....	243
S.4.3	Verification of digital outputs.....	243
S.4.4	Behaviour of the equipment .....	244
S.5	General information to be provided by the manufacturer .....	245
S.5.1	Information on digital inputs (current sinking).....	245
S.5.2	Information on digital outputs for alternating currents (current sourcing) .....	245
S.5.3	Information on digital outputs for direct current (current sourcing).....	246
S.6	Digital input standard operating range equations.....	246
Annex T (normative)	Extended functions within electronic overload relays .....	248
T.1	Object.....	248
T.1.1	General .....	248
T.1.2	Ground/earth fault detection function .....	248
T.2	Terms and definitions.....	248
T.3	Classification of electronic overload relays.....	249
T.4	Types of relays with ground/earth fault detection function .....	249
T.5	Performance requirements .....	249
T.5.1	Limits of operation of ground/earth fault electronic overload relays .....	249
T.5.2	Limits of operation of ground/earth fault current sensing electronic relays Type CII(-A and -B) .....	250
T.5.3	Limits of operation of voltage asymmetry relays.....	250
T.5.4	Limits of operation of phase reversal relays .....	250
T.5.5	Limits of operation of current imbalance relays .....	250
T.5.6	Limits of operation of over-voltage relays and releases.....	250
T.6	Tests .....	251
T.6.1	Limits of operation of ground/earth fault current sensing electronic relays Types CI and CII (-A and -B) .....	251
T.6.2	Verification of inhibit function of ground/earth fault current sensing electronic relays Type CII (-A and -B) .....	251
T.6.3	Current asymmetry relays.....	251
T.6.4	Voltage asymmetry relays.....	251
T.6.5	Phase reversal relays .....	251
T.6.6	Over-voltage relays .....	252
T.7	Routine and sampling tests .....	252
Annex U (informative)	Examples of control circuit configurations .....	253
U.1	External control device.....	253
U.1.1	Definition .....	253
U.1.2	Diagrammatic representation of an external control device .....	253
U.1.3	Parameters of an external control device .....	253
U.2	Control circuit configurations.....	254
U.2.1	Equipment with external control supply .....	254
U.2.2	Equipment with several external control supplies .....	254
U.2.3	Equipment with bus interface (may be combined with other circuit configurations).....	255
Annex V (informative)	Power management with switchgear and controlgear for electrical energy efficiency.....	256
V.1	General.....	256

V.2	Object.....	256
V.3	Terms and definitions.....	256
V.4	Electrical energy efficiency and safety .....	257
V.5	Principles on electrical energy efficiency (system approach) .....	257
V.5.1	General .....	257
V.5.2	Strategy of energy management .....	257
V.5.3	Power management with automation and control .....	257
V.6	Energy efficiency application.....	258
V.6.1	Saving of semiconductor losses.....	258
V.6.2	Power factor correction.....	258
V.6.3	Load shedding .....	258
V.6.4	Motor control for fixed speed applications.....	258
Annex W (normative)	Procedure to establish material declaration .....	259
W.1	General.....	259
W.2	Object.....	259
W.3	Reference document .....	259
W.4	Terms and definitions.....	259
W.5	Material declaration requirements .....	260
W.5.1	General reporting requirements .....	260
W.5.2	Additional reporting requirements .....	261
W.6	Example of material declaration made according to W.5 .....	261
Annex X (normative)	Co-ordination between circuit-breaker or CPS and another short-circuit protective device associated in the same circuit .....	267
X.1	General.....	267
X.2	Object.....	267
X.3	General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker or CPS with another SCPD.....	268
X.3.1	General considerations .....	268
X.3.2	Take-over current ( $I_B$ ) .....	268
X.3.3	Behaviour of $C_1$ in association with another SCPD .....	268
X.4	Type and characteristics of the associated SCPD .....	268
X.5	Verification of selectivity .....	269
X.5.1	General .....	269
X.5.2	Consideration of selectivity by desk study.....	269
X.5.3	Selectivity determined by test .....	270
X.6	Verification of back-up protection.....	271
X.6.1	Determination of the take-over current.....	271
X.6.2	Verification of back-up protection.....	271
X.6.3	Tests for verification of back-up protection .....	271
X.6.4	Results to be obtained .....	272
Bibliography.....		278
Figure 1 – Test equipment for flexion test (see 9.2.5.3 and Table 5) .....		131
Figure 2 – Gauges of form A and form B (see 9.2.5.5.2 and Table 7).....		131
Figure 3 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase AC or on direct current (see 9.3.3.5.2).....		132



Figure 4 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase AC or on direct current (see 9.3.3.5.2) .....	133
Figure 5 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 9.3.3.5.2) .....	134
Figure 6 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 9.3.3.5.2) .....	135
Figure 7 – Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear under ideal conditions (see 9.3.3.5.2, item e)).....	136
Figure 8 – Diagram of a load circuit adjustment method .....	137
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 AC or on direct current (see 9.3.4.1.2) .....	138
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 AC or on direct current (see 9.3.4.1.2) .....	139
Figure 11 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 9.3.4.1.2).....	140
Figure 12 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 9.3.4.1.2) .....	141
Figure 13 – Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole equipment on single-phase AC (see 9.3.4.1.8).....	142
Figure 14 – Verification of short-circuit making and breaking capacities on direct current (see 9.3.4.1.8) .....	143
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 9.3.4.1.8, item b)).....	144
Figure 16 – Actuator test force (see 9.2.6.2.1 and Table 17) .....	145
Figure D.1 – Clamping unit in a connecting device.....	157
Figure D.2 – Screw clamping units .....	158
Figure D.3 – Pillar clamping units .....	159
Figure D.4 – Stud clamping units .....	160
Figure D.5 – Saddle clamping units.....	161
Figure D.6 – Lug clamping units.....	162
Figure D.7 – Mantle clamping units .....	163
Figure D.8 – Screwless-type clamping units (sketches).....	164
Figure E.1 – Determination of the actual value of the factor $\gamma$ .....	166
Figure G.1 – Measurement of ribs .....	170
Figure G.2 – Creepage distance across the fixed and moving insulation of contact carriers .....	170
Figure G.3 – Example 1 .....	171
Figure G.4 – Example 2 .....	171
Figure G.5 – Example 3 .....	171
Figure G.6 – Example 4 .....	172
Figure G.7 – Example 5 .....	172
Figure G.8 – Example 6 .....	172
Figure G.9 – Example 7 .....	173
Figure G.10 – Example 8 .....	173

Figure G.11 – Example 9 .....	174
Figure G.12 – Example 10 .....	174
Figure G.13 – Example 11 .....	175
Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression .....	188
Figure M.1 – Test fixture for hot wire ignition test.....	200
Figure M.2 – Circuit for arc ignition test .....	202
Figure N.1 – Example of application with component connected between separated circuits .....	208
Figure O.1 – Conceptual relationship between provisions in product standards and the environmental impacts associated with the product during its life cycle .....	214
Figure O.2 – Overview of ECD process .....	215
Figure P.1 – Dimensions .....	218
Figure R.1 – Operating mechanism outside the enclosure.....	227
Figure R.2 – Application of the metallic foil to operating areas around switch actuator .....	228
Figure R.3 – Example of finger protected location for hazardous-live-parts in push-button vicinity .....	229
Figure R.4 – Example I of application of the foil .....	229
Figure R.5 – Example II of application of the foil .....	230
Figure R.6 – Example III of application of the foil .....	230
Figure R.7 – Application of metal foil on holes and grooves .....	231
Figure R.8 – Operating space for actuation by rotary means .....	232
Figure S.1 – I/O parameters.....	235
Figure S.2 – <i>U-I</i> operation regions of current-sinking inputs.....	236
Figure S.3 – Temporary overload waveform for digital AC outputs .....	239
Figure S.4 – Temporary overload waveform for digital DC outputs .....	242
Figure T.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault current sensing electronic relay .....	252
Figure U.1 – Diagrammatic representation of an external control device .....	253
Figure U.2 – Single supply and control input .....	254
Figure U.3 – Separate supply and control inputs .....	254
Figure U.4 – Equipment with several external control supplies .....	254
Figure U.5 – Equipment with bus interface .....	255
Figure W.1 – Example of Main and Business information, graphical representation of the XML code.....	263
Figure W.2 – Example of product information, graphical representation of the XML code .....	264
Figure W.3 – Example of declarable substances information, graphical representation of the XML code.....	265
Figure W.4 – Example of material classes information, graphical representation of the XML code .....	266
Figure X.1 – Overcurrent co-ordination between a circuit-breaker or CPS and a fuse or back-up protection by a fuse: operating characteristics .....	273
Figure X.2 – Total selectivity between two circuit-breakers or a circuit-breaker and a CPS .....	274
Figure X.3 – Back-up protection by a circuit-breaker or CPS – Operating characteristics .....	275

Figure X.4 – Example of test circuit for conditional short-circuit breaking capacity tests showing cable connections for a 3-pole circuit-breaker or CPS (C <sub>1</sub> ) .....	276
Figure X.5 – Example of test circuit for the verification of selectivity .....	277
Table 1 – Nominal cross-sections of round copper conductors and approximate relationship between mm <sup>2</sup> and AWG/kcmil sizes (see 8.1.8.2) .....	116
Table 2 – Temperature-rise limits of terminals (see 8.2.2.2 and 9.3.3.3.4) .....	117
Table 3 – Temperature-rise limits of accessible parts (see 8.2.2.3 and 9.3.3.3.4).....	117
Table 4 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals (see 9.2.5.2 and 9.3.2.1) .....	118
Table 5 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors (see 9.2.5.4.1) .....	119
Table 6 – Test values for pull-out test for flat copper conductors (see 9.2.5.4.2) .....	119
Table 7 – Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges (see 9.2.5.5.1) .....	120
Table 8 – Relationship between conductor cross-section and diameter .....	121
Table 9 – Test copper conductors for test currents up to 400 A inclusive (see 9.3.3.3.4).....	122
Table 10 – Test copper conductors for test currents above 400 A and up to 800 A inclusive (see 9.3.3.3.4) .....	123
Table 11 – Test copper bars for test currents above 400 A and up to 3 150 A inclusive (see 9.3.3.3.4) .....	123
Table 12 – Impulse withstand test voltages .....	124
Table 13 – Minimum clearances in air .....	124
Table 14 – Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation .....	125
Table 15 – Minimum creepage distances .....	125
Table 16 – Values of power-factors and time-constants corresponding to test currents, and ratio <i>n</i> between peak and RMS values of current (see 9.3.4.3, item a)).....	126
Table 17 – Actuator test force (see 9.2.6.2.1) .....	127
Table 18 – Tolerances on test quantities (see 9.3.4.3, item a)) .....	127
Table 19 – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage .....	127
Table 20 – Test values for conduit pull-out test (see 9.2.8.2) .....	128
Table 21 – Test values for conduit bending test (see 9.2.8.3).....	128
Table 22 – Test values for conduit torque test (see 9.2.8.2 and 9.2.8.4) .....	128
Table 23 – Tests for EMC – Immunity (see 9.4.1).....	129
Table 24 – Acceptance criteria when EM disturbances are present .....	130
Table 25 – Cross-sectional area of a copper protective conductor.....	130
Table A.1 – Utilization categories used in the IEC 60947 series .....	146
Table C.1 – IP Codes (1 of 3) .....	154
Table G.1 – Minimum widths of grooves.....	169
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 .....	177
Table K.1 – Failure modes of devices .....	182
Table K.2 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contactors .....	186
Table K.3 – Example median rank calculation .....	187

Table M.1 – HWI and AI characteristics for materials necessary to retain current carrying parts in position..... 203

Table M.2 – HWI and AI characteristics for materials other than those covered by Table M.1 ..... 203

Table P.1 – Examples of terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors ..... 218

Table Q.1 – Test sequences (1 of 4) ..... 221

Table S.1 – Rated values and operating ranges of incoming power supply..... 234

Table S.2 – Standard operating ranges for digital inputs (current sinking) ..... 237

Table S.3 – Rated values and operating ranges for current sourcing digital AC outputs ..... 238

Table S.4 – Rated values and operating ranges (direct current) for current-sourcing digital DC outputs ..... 241

Table S.5 – Overload and short-circuit tests for digital outputs..... 244

Table T.1 – Tripping time of ground/earth fault electronic overload relays ..... 249

Table W.1 – Example of main and business information in tabular form ..... 262

Table W.2 – Example of product information in tabular form..... 263

Table W.3 – Example of declarable substances information in tabular form ..... 264

Table W.4 – Example of material classes information in tabular form ..... 266

## 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.

International Standard IEC 60947-1 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2007, Amendment 1:2010 and Amendment 2:2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- DC values testing improvement;
- update of EMC tests;
- Annex B deletion;
- update of requirements for environmental tests (Table Q.1);
- improvement of Annex R (new examples);

- deletion of digital input Type 2, and introduction of Type 3 in Annex S;
- example for materials declaration (Annex W);
- new Annex X (co-ordination between short-circuit protective devices associated in the same circuit) created.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
121A/337/FDIS	121A/344/RVD

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

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

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 following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

5.3.6.4 Rated conditional short-circuit current ( $I_q$ , alternatively  $I_{cc}$ ) (North America)

6.2 Marking (USA and Canada)

8.1.3 Current-carrying parts and their connections (USA)

8.1.7.1 Additional constructional requirements (USA)

8.1.10.1 (North America)

9.2.6.2.2 Dependent power operation (USA)

9.2.6.2.3 Independent power operation (Canada and USA)

Figure 4 (USA and Canada)

Figure 5 (USA and Canada)

Figure 10 (USA and Canada)

Figure 11 (USA and Canada)

Figure X.4 (USA and Canada)

Figure X.5 (USA and Canada)

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

The contents of the corrigenda 1 (2022-12) and 2 (2024-04) have been included in this copy.

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

## INTRODUCTION

The purpose of this document 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 document 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 document, referred to as "Part 1" or "IEC 60947-1" 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 of this series".

For a general rule to apply to a specific product standard, it will be explicitly referred to by the latter, by quoting the relevant clause or subclause number of this document followed by "IEC 60947-1" e.g. "7.2.3 of IEC 60947-1:20xx".

A specific product standard will only deviate from the general rules when there is substantial technical justification.

NOTE All references to "product standards" in this document means "product standards of IEC 60947 series".



# LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

## Part 1: General rules

### 1 Scope

This document 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 AC or 1 500 V DC.

This document 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, decommissioning and dismantling;
- constructional and performance requirements;
- verification of characteristics and performance;
- energy efficiency aspects (see Annex V);
- environmental aspects.

This document does not apply to:

- low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC 61439 series, as applicable;
- terminals for connection of aluminium conductors;

NOTE Terminals for aluminium conductors are under consideration for the next revision.

- use within explosive atmospheres (see IEC 60079 series);
- software and firmware requirements for functional safety application (see IEC 61508-3);
- cyber security aspects (see IEC 62443 series).

### 2 Normative references

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

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

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

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27:2008, *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 60068-2-52:2017, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

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

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

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

IEC 60092-504:2016, *Electrical installations in ships – Part 504: Automation, control and instrumentation*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

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

IEC TR 60344:2007, *Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires – Application guide*

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

IEC 60445:2017, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

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)*

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

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

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

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

IEC 60695-11-10:2013, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*  
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-4-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-2: Contactors and motor-starters – AC semiconductor motor controllers and starters*

IEC 60947-5 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5: Control circuit devices and switching elements*

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

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

IEC 60981:2019, *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 mm<sup>2</sup> up to 35 mm<sup>2</sup> (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 mm<sup>2</sup> up to 300 mm<sup>2</sup> (included)*

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

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-4-34, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase*

IEC 61000-6-2:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment*

IEC 61131-2:2017, *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

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

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

IEC 61439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

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 AC and 1 500 V DC – 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 62061:2005/AMD1:2012

IEC 62061:2005/AMD2:2015

IEC 62474:2018, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

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

CISPR 32, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	293
INTRODUCTION.....	296
1 Domaine d'application .....	297
2 Références normatives .....	297
3 Termes, définitions, symboles et paragraphes de référence.....	301
3.1 Généralités .....	301
3.2 Index alphabétique des définitions .....	301
3.3 Termes et définitions généraux .....	306
3.4 Appareils de connexion.....	311
3.5 Parties d'appareils de connexion .....	314
3.6 Manœuvre des appareils de connexion .....	320
3.7 Grandeurs caractéristiques .....	325
3.8 Essais.....	335
3.9 Accès.....	336
3.10 Symboles et paragraphes de référence correspondant aux caractéristiques décrites dans le présent document.....	336
4 Classification.....	337
5 Caractéristiques .....	337
5.1 Énumération des caractéristiques .....	337
5.2 Type de matériel.....	338
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal .....	338
5.3.1 Tensions assignées .....	338
5.3.2 Courants.....	339
5.3.3 Fréquence assignée .....	340
5.3.4 Services assignés.....	340
5.3.5 Caractéristiques en conditions de charge normale et de surcharge (voir 8.2.4).....	342
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit .....	343
5.3.7 Impédance de pôle de l'appareil de connexion ( $Z$ ) .....	344
5.4 Catégorie d'emploi.....	344
5.5 Circuits de commande .....	344
5.5.1 Circuits commandés électriquement ou électroniquement.....	344
5.5.2 Circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou électropneumatiques) .....	345
5.6 Circuits auxiliaires.....	345
5.7 Relais et déclencheurs.....	345
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC).....	345
6 Informations sur le produit.....	345
6.1 Nature des informations .....	345
6.2 Marquage .....	347
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage.....	348
6.4 Informations relatives à l'environnement .....	348
7 Conditions de service normal, de montage et de transport.....	349
7.1 Conditions de service normal .....	349
7.1.1 Température de l'air ambiant .....	349

7.1.2	Altitude .....	349
7.1.3	Conditions atmosphériques.....	349
7.1.4	Chocs et vibrations .....	350
7.2	Conditions pendant le transport et le stockage.....	350
7.3	Montage.....	351
8	Exigences relatives à la construction et aux performances .....	351
8.1	Exigences relatives à la construction .....	351
8.1.1	Généralités .....	351
8.1.2	Matériaux .....	351
8.1.3	Parties transportant le courant et leurs connexions.....	352
8.1.4	Distances d'isolement et lignes de fuite .....	352
8.1.5	Organe de commande .....	353
8.1.6	Indication de la position des contacts .....	353
8.1.7	Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement.....	354
8.1.8	Bornes.....	356
8.1.9	Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre .....	357
8.1.10	Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection .....	357
8.1.11	Enveloppes dédiées pour le matériel .....	359
8.1.12	Degrés de protection du matériel sous enveloppe.....	359
8.1.13	Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques.....	359
8.2	Exigences relatives aux performances .....	360
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	360
8.2.2	Echauffement .....	361
8.2.3	Propriétés diélectriques .....	363
8.2.4	Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants à vide et dans les conditions de charge normale et de surcharge.....	366
8.2.5	Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants de court-circuit .....	367
8.2.6	Impédance de pôle .....	367
8.2.7	Courants de fuite des matériels aptes au sectionnement .....	367
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	368
8.3.1	Généralités .....	368
8.3.2	Immunité .....	368
8.3.3	Emissions.....	369
9	Essais .....	369
9.1	Nature des essais .....	369
9.1.1	Généralités .....	369
9.1.2	Essais de type .....	370
9.1.3	Essais individuels de série.....	370
9.1.4	Essais sur prélèvement.....	370
9.1.5	Essais spéciaux.....	371
9.2	Conformité aux exigences relatives à la construction .....	371
9.2.1	Généralités .....	371
9.2.2	Essai d'exposition de matériaux à la chaleur anormale et au feu .....	371
9.2.3	Matériel .....	372
9.2.4	Enveloppes pour le matériel .....	372
9.2.5	Propriétés mécaniques et électriques des bornes .....	372
9.2.6	Vérification de l'efficacité de l'indication de la position des contacts principaux des matériels aptes au sectionnement .....	375

9.2.7	Vide.....	377
9.2.8	Essais de traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques.....	377
9.2.9	Essai de continuité à la terre de la terre de protection .....	378
9.3	Fonctionnement .....	378
9.3.1	Séquences d'essais .....	378
9.3.2	Conditions générales d'essai .....	379
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions de charge normale et de surcharge .....	381
9.3.4	Fonctionnement en court-circuit.....	394
9.4	Essais pour la CEM .....	400
9.4.1	Généralités .....	400
9.4.2	Immunité .....	400
9.4.3	Emissions.....	401
Annexe A (informative) Harmonisation des catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension .....		432
Annexe B (Disponible) .....		435
Annexe C (normative) Degrés de protection du matériel sous enveloppe .....		436
C.1	Généralités .....	436
C.2	Objet.....	436
C.3	Définitions.....	436
C.4	Désignations.....	436
C.5	Degrés de protection contre l'accès aux parties dangereuses et contre la pénétration de corps solides étrangers, indiqués par le premier chiffre caractéristique .....	436
C.6	Degrés de protection contre la pénétration de l'eau indiqués par le deuxième chiffre caractéristique .....	436
C.7	Degrés de protection contre l'accès aux parties dangereuses indiqués par la lettre additionnelle .....	437
C.8	Lettres supplémentaires.....	437
C.9	Exemples de désignation avec le code IP .....	437
C.10	Marquage .....	437
C.11	Exigences d'essai générales.....	437
C.12	Essais pour la protection contre l'accès aux parties dangereuses indiquée par le premier chiffre caractéristique .....	438
C.13	Essais pour la protection contre la pénétration de corps solides étrangers indiquée par le premier chiffre caractéristique.....	438
C.14	Essais pour la protection contre la pénétration de l'eau indiquée par le deuxième chiffre caractéristique.....	439
C.14.1	Moyens d'essai.....	439
C.14.2	Conditions d'essai .....	439
C.14.3	Conditions d'acceptation.....	439
C.15	Essais pour la protection contre l'accès aux parties dangereuses indiquée par la lettre additionnelle.....	439
C.16	Résumé des responsabilités des Comités techniques compétents .....	439
Annexe D (informative) Exemples d'organes de serrage et relation entre l'organe de serrage et le dispositif de connexion .....		443
D.1	Organe de serrage dans un dispositif de connexion .....	443
D.2	Exemples d'organes de serrage .....	444
Annexe E (informative) Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge .....		451

Annexe F (informative) Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit.....	453
F.1 Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit .....	453
F.1.1 Méthode I – Détermination d'après la composante continue.....	453
F.1.2 Méthode II – Détermination avec un générateur pilote .....	454
F.2 Détermination de la constante de temps d'un court-circuit (méthode oscillographique) .....	454
Annexe G (informative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement .....	455
G.1 Principes de base .....	455
G.2 Emploi de nervures .....	455
Annexe H (informative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel .....	462
Annexe J (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur .....	464
Annexe K (normative) Procédure de détermination des données de fiabilité des dispositifs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle .....	466
K.1 Généralités .....	466
K.1.1 Vue d'ensemble .....	466
K.1.2 Objet .....	466
K.1.3 Exigences générales .....	466
K.2 Termes, définitions et symboles .....	467
K.2.1 Termes et définitions .....	467
K.2.2 Symboles.....	468
K.3 Méthode reposant sur les résultats d'essai de durabilité .....	468
K.3.1 Méthode générale.....	468
K.3.2 Exigences d'essai.....	468
K.3.3 Nombre d'échantillons .....	468
K.3.4 Caractérisation d'un mode de défaillance .....	469
K.3.5 Modélisation de Weibull.....	469
K.3.6 Durée de vie utile et limite supérieure du taux de défaillance.....	471
K.3.7 Données de fiabilité .....	472
K.4 Informations sur les données .....	473
K.5 Exemple.....	473
K.5.1 Résultats d'essai .....	473
K.5.2 Loi de Weibull et régression de rang médian .....	474
K.5.3 Durée de vie utile et taux de défaillance .....	474
Annexe L (normative) Marquage des bornes et numéro distinctif .....	476
L.1 Généralités .....	476
L.2 Marquage des bornes des impédances (alphanumérique).....	476
L.2.1 Bobines .....	476
L.2.2 Déclencheurs électromagnétiques .....	477
L.2.3 Electroaimants de verrouillage.....	477
L.2.4 Systèmes de voyant lumineux.....	478
L.3 Marquage des bornes d'élément de contact des appareils de connexion à deux positions (numérique).....	478
L.3.1 Eléments de contact des circuits principaux (éléments de contact principaux).....	478
L.3.2 Eléments de contact des circuits auxiliaires (éléments de contact auxiliaires).....	478
L.4 Marquage des bornes des dispositifs de protection contre les surcharges.....	480



L.5	Numéro distinctif.....	481
L.6	Marquage des bornes pour les composants de circuit électronique, les contacts et les appareils complets externes associés.....	481
L.6.1	Marquage des bornes pour les composants de circuit électronique et les contacts externes associés.....	481
L.6.2	Marquage des bornes pour les appareils complets externes.....	484
Annexe M (normative)	Essai d'inflammabilité.....	487
M.1	Essai d'inflammation au fil chauffant (HWI).....	487
M.1.1	Echantillon d'essai.....	487
M.1.2	Description de l'appareillage d'essai.....	487
M.1.3	Conditionnement.....	488
M.1.4	Procédure d'essai.....	488
M.2	Essai d'inflammation à l'arc (AI).....	488
M.2.1	Echantillon d'essai.....	488
M.2.2	Description de l'appareillage d'essai.....	488
M.2.3	Conditionnement.....	489
M.2.4	Procédure d'essai.....	489
M.3	Exigences relatives aux essais HWI et AI.....	490
Annexe N (normative)	Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection.....	491
N.1	Généralités.....	491
N.2	Termes et définitions.....	491
N.3	Exigences.....	493
N.3.1	Généralités.....	493
N.3.2	Exigences diélectriques.....	493
N.3.3	Exigences relatives à la construction.....	493
N.4	Essais.....	494
N.4.1	Généralités.....	494
N.4.2	Essais diélectriques.....	494
N.4.3	Exemples de mesures relatives à la construction.....	495
Annexe O (informative)	Eco-conception.....	496
O.1	Généralités.....	496
O.2	Objet.....	497
O.3	Termes et définitions.....	497
O.4	Considérations générales.....	500
O.5	Exigences fondamentales relatives à l'écoconception.....	502
O.6	Processus d'écoconception (processus ECD).....	503
O.6.1	Généralités.....	503
O.6.2	Étapes du processus d'écoconception.....	503
O.7	Outils pour introduire l'écoconception dans la conception et le développement d'un produit.....	504
O.8	Comités techniques de l'ISO concernés.....	505
Annexe P (informative)	Cosses d'extrémité pour l'appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre.....	506
Annexe Q (normative)	Essais spéciaux – Essais pour les catégories d'environnement.....	507
Q.1	Généralités.....	507
Q.2	Classification des matériels.....	507
Q.3	Essais.....	508
Q.3.1	Conditions générales d'essai.....	508

Q.3.2	Séquences d'essais .....	508
Annexe R (normative)	Application de la feuille métallique pour les essais diélectriques sur les parties accessibles pendant le fonctionnement ou le réglage .....	513
R.1	Généralités .....	513
R.2	Objet.....	513
R.3	Définition de zones .....	514
R.3.1	Généralités .....	514
R.3.2	Application de la feuille métallique sur les parties accessibles pendant le fonctionnement normal ou le réglage .....	514
Annexe S (normative)	Entrées et sorties numériques .....	521
S.1	Généralités .....	521
S.2	Termes et définitions .....	521
S.3	Exigences fonctionnelles.....	521
S.3.1	Valeurs assignées et plages de fonctionnement.....	521
S.3.2	E/S numériques .....	522
S.4	Vérification des exigences relatives aux entrées/sorties.....	531
S.4.1	Généralités .....	531
S.4.2	Vérification des entrées numériques .....	532
S.4.3	Vérification des sorties numériques .....	532
S.4.4	Comportement du matériel.....	533
S.5	Informations générales à fournir par le fabricant .....	534
S.5.1	Informations relatives aux entrées numériques (absorption de courant) .....	534
S.5.2	Informations relatives aux sorties numériques en courant alternatif (émission de courant) .....	534
S.5.3	Informations relatives aux sorties numériques en courant continu (émission de courant) .....	535
S.6	Equations des plages de fonctionnement normalisées pour les entrées numériques .....	535
Annexe T (normative)	Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge .....	537
T.1	Objet.....	537
T.1.1	Généralités .....	537
T.1.2	Fonction de détection de défaut à la terre .....	537
T.2	Termes et définitions .....	537
T.3	Classification des relais électroniques de surcharge .....	538
T.4	Types de relais avec fonction de détection de défaut à la terre .....	538
T.5	Exigences relatives aux performances .....	538
T.5.1	Limites de fonctionnement des relais électroniques de surcharge de défaut à la terre .....	538
T.5.2	Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant de défaut à la terre de type CII(-A et -B) .....	539
T.5.3	Limites de fonctionnement des relais à déséquilibre de tension .....	539
T.5.4	Limites de fonctionnement des relais à inversion de phase.....	539
T.5.5	Limites de fonctionnement des relais à déséquilibre de courant.....	539
T.5.6	Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à maximum de tension .....	540
T.6	Essais.....	540
T.6.1	Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant de défaut à la terre de types CI et CII (-A et -B) .....	540
T.6.2	Vérification de la fonction d'inhibition des relais électroniques à détection de courant de défaut à la terre de type CII (-A et -B) .....	540
T.6.3	Relais à déséquilibre de courant.....	541

T.6.4	Relais à déséquilibre de tension .....	541
T.6.5	Relais à inversion de phase .....	541
T.6.6	Relais à maximum de tension .....	541
T.7	Essais individuels de série et essais et sur prélèvement .....	541
Annexe U (informative)	Exemples de configurations de circuit de commande .....	543
U.1	Appareil externe de commande .....	543
U.1.1	Définition .....	543
U.1.2	Représentation schématique d'un appareil externe de commande .....	543
U.1.3	Paramètres d'un appareil externe de commande .....	543
U.2	Configurations de circuit de commande .....	544
U.2.1	Matériel avec alimentation de commande externe .....	544
U.2.2	Matériel avec plusieurs alimentations de commande externes .....	544
U.2.3	Matériel communiquant par bus (pouvant être combiné avec d'autres configurations de circuit) .....	545
Annexe V (informative)	Management de l'énergie avec l'appareillage pour l'efficacité énergétique électrique .....	546
V.1	Généralités .....	546
V.2	Objet .....	546
V.3	Termes et définitions .....	546
V.4	Efficacité énergétique électrique et sécurité .....	547
V.5	Principes de l'efficacité énergétique électrique (approche systémique) .....	547
V.5.1	Généralités .....	547
V.5.2	Stratégie de management de l'énergie .....	547
V.5.3	Management de l'énergie avec automatisation et commande .....	547
V.6	Application de l'efficacité énergétique .....	548
V.6.1	Economie sur les pertes dans les semiconducteurs .....	548
V.6.2	Correction du facteur de puissance .....	548
V.6.3	Délestage .....	548
V.6.4	Commande de moteur des applications à vitesse fixe .....	548
Annexe W (normative)	Procédure de déclaration de matière .....	550
W.1	Généralités .....	550
W.2	Objet .....	550
W.3	Document de référence .....	550
W.4	Termes et définitions .....	550
W.5	Exigences relatives à la déclaration de matière .....	551
W.5.1	Exigences de déclaration générales .....	551
W.5.2	Exigences de déclaration supplémentaires .....	552
W.6	Exemple de déclaration de matière établie conformément à W.5 .....	552
Annexe X (normative)	Coordination entre un disjoncteur ou un ACP et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits, associés dans le même circuit .....	560
X.1	Généralités .....	560
X.2	Objet .....	561
X.3	Exigences générales relatives à la coordination d'un disjoncteur ou d'un ACP avec un autre DPCC .....	561
X.3.1	Considérations générales .....	561
X.3.2	Courant d'intersection ( $I_B$ ) .....	561
X.3.3	Comportement de $C_1$ en association avec un autre DPCC .....	561
X.4	Type et caractéristiques du DPCC associé .....	561
X.5	Vérification de la sélectivité .....	562

X.5.1	Généralités .....	562
X.5.2	Examen de la sélectivité par étude préliminaire .....	562
X.5.3	Sélectivité déterminée par essai .....	564
X.6	Vérification de la protection d'accompagnement .....	564
X.6.1	Détermination du courant d'intersection .....	564
X.6.2	Vérification de la protection d'accompagnement .....	564
X.6.3	Essais pour la vérification de la protection d'accompagnement.....	565
X.6.4	Résultats à obtenir .....	566
	Bibliographie.....	572
Figure 1	– Matériel d'essai pour l'essai de flexion (voir 9.2.5.3 et Tableau 5).....	417
Figure 2	– Gabarits de forme A et de forme B (voir 9.2.5.5.2 et Tableau 7).....	417
Figure 3	– Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 9.3.3.5.2) .....	418
Figure 4	– Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 9.3.3.5.2) .....	419
Figure 5	– Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tripolaire (voir 9.3.3.5.2) .....	420
Figure 6	– Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tétrapolaire (voir 9.3.3.5.2) .....	421
Figure 7	– Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe dans des conditions idéales (voir 9.3.3.5.2, point e)) .....	422
Figure 8	– Schéma d'une méthode de réglage du circuit de charge.....	423
Figure 9	– Schéma du circuit 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 9.3.4.1.2) .....	424
Figure 10	– Schéma du circuit 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 9.3.4.1.2) .....	425
Figure 11	– Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tripolaire (voir 9.3.4.1.2) .....	426
Figure 12	– Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tétrapolaire (voir 9.3.4.1.2) .....	427
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 9.3.4.1.8).....	428
Figure 14	– Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant continu (voir 9.3.4.1.8) .....	429
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 9.3.4.1.8, point b)) .....	430
Figure 16	– Force d'essai sur l'organe de commande (voir 9.2.6.2.1 et Tableau 17) .....	431
Figure D.1	– Organe de serrage dans un dispositif de connexion .....	443
Figure D.2	– Organes à serrage sous tête de vis .....	444
Figure D.3	– Organes de serrage à trou .....	445
Figure D.4	– Organes de serrage à goujon fileté .....	446
Figure D.5	– Organes de serrage à plaquette.....	447
Figure D.6	– Organes de serrage pour cosses et barres .....	448

Figure D.7 – Organes de serrage à capot taraudé.....	449
Figure D.8 – Organes de serrage sans vis (représentations isométriques).....	450
Figure E.1 – Détermination de la valeur réelle du facteur $\gamma$ .....	452
Figure G.1 – Mesurage des nervures.....	456
Figure G.2 – Ligne de fuite entre les isolants fixe et mobile des supports des contacts.....	456
Figure G.3 – Exemple 1.....	457
Figure G.4 – Exemple 2.....	457
Figure G.5 – Exemple 3.....	457
Figure G.6 – Exemple 4.....	458
Figure G.7 – Exemple 5.....	458
Figure G.8 – Exemple 6.....	458
Figure G.9 – Exemple 7.....	459
Figure G.10 – Exemple 8.....	459
Figure G.11 – Exemple 9.....	460
Figure G.12 – Exemple 10.....	460
Figure G.13 – Exemple 11.....	461
Figure K.1 – Tracé de la régression de rang médian Weibull.....	475
Figure M.1 – Montage pour l’essai d’inflammation au fil chauffant.....	487
Figure M.2 – Circuit pour essai d’inflammation à l’arc.....	489
Figure N.1 – Exemple d’application avec un composant connecté entre des circuits séparés.....	495
Figure O.1 – Relation conceptuelle entre les dispositions dans les normes de produits et les impacts environnementaux associés au produit pendant son cycle de vie.....	501
Figure O.2 – Vue d’ensemble du processus d’écoconception.....	502
Figure P.1 – Dimensions.....	506
Figure R.1 – Mécanisme de manœuvre en dehors de l’enveloppe.....	515
Figure R.2 – Application de la feuille métallique sur les surfaces de manœuvre autour de l’organe de commande de l’interrupteur.....	516
Figure R.3 – Exemple d’emplacement de protection du doigt pour les parties actives dangereuses à proximité d’un bouton-poussoir.....	517
Figure R.4 – Exemple I d’application de la feuille métallique.....	517
Figure R.5 – Exemple II d’application de la feuille métallique.....	518
Figure R.6 – Exemple III d’application de la feuille métallique.....	518
Figure R.7 – Application de la feuille métallique sur les trous et rainures.....	519
Figure R.8 – Espace de manœuvre pour la commande par un dispositif rotatif.....	520
Figure S.1 – Paramètres d’E/S.....	523
Figure S.2 – Domaines de fonctionnement $U-I$ des entrées à absorption de courant.....	524
Figure S.3 – Forme d’onde de surcharge temporaire pour les sorties alternatives numériques.....	528
Figure S.4 – Forme d’onde de surcharge temporaire pour les sorties continues numériques.....	531
Figure T.1 – Circuit d’essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d’un relais électronique à détection de courant de défaut à la terre.....	542
Figure U.1 – Représentation schématique d’un appareil externe de commande.....	543
Figure U.2 – Entrée unique d’alimentation et de commande.....	544

Figure U.3 – Entrées d'alimentation et de commande séparées .....	544
Figure U.4 – Matériel avec plusieurs alimentations de commande externes .....	544
Figure U.5 – Matériel communiquant par bus .....	545
Figure W.1 – Exemple d'informations présentes dans les sections Main et BusinessInfo, sous forme de représentation graphique du code XML .....	554
Figure W.2 – Exemple d'informations sur le produit, sous forme de représentation graphique du code XML .....	556
Figure W.3 – Exemple d'informations sur les substances déclarables, sous forme de représentation graphique du code XML .....	557
Figure W.4 – Exemple d'informations sur les classes de matières, sous forme de représentation graphique du code XML .....	559
Figure X.1 – Coordination entre un disjoncteur ou un ACP et un fusible en conditions de surintensité, ou protection d'accompagnement assurée par un fusible: caractéristiques de fonctionnement .....	567
Figure X.2 – Sélectivité totale entre deux disjoncteurs ou un disjoncteur et un ACP .....	568
Figure X.3 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur ou un ACP – Caractéristiques de fonctionnement .....	569
Figure X.4 – Exemple de circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure conditionnel en court-circuit représentant la connexion des câbles pour un disjoncteur ou un ACP tripolaire (C <sub>1</sub> ) .....	570
Figure X.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité .....	571
Tableau 1 – Sections nominales des conducteurs ronds en cuivre et relation approximative entre les dimensions en mm <sup>2</sup> et les dimensions dans le système AWG/kcmil (voir 8.1.8.2) .....	402
Tableau 2 – Limites d'échauffement des bornes (voir 8.2.2.2 et 9.3.3.3.4) .....	403
Tableau 3 – Limites d'échauffement des parties accessibles (voir 8.2.2.3 et 9.3.3.3.4) .....	403
Tableau 4 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis (voir 9.2.5.2 et 9.3.2.1) .....	404
Tableau 5 – Valeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre (voir 9.2.5.4.1) .....	405
Tableau 6 – Valeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre (voir 9.2.5.4.2) .....	406
Tableau 7 – Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants (voir 9.2.5.5.1) .....	406
Tableau 8 – Relation entre la section et le diamètre du conducteur .....	407
Tableau 9 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai inférieurs ou égaux à 400 A (voir 9.3.3.3.4) .....	408
Tableau 10 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et inférieurs ou égaux à 800 A (voir 9.3.3.3.4) .....	409
Tableau 11 – Barres d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et inférieurs ou égaux à 3 150 A (voir 9.3.3.3.4) .....	409
Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue aux chocs .....	410
Tableau 13 – Distances minimales d'isolement dans l'air .....	410
Tableau 14 – Tensions d'essai à travers les contacts ouverts des matériels aptes au sectionnement .....	411
Tableau 15 – Lignes de fuite minimales .....	411

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 9.3.4.3, point a)).....	412
Tableau 17 – Force d’essai sur l’organe de commande (voir 9.2.6.2.1).....	413
Tableau 18 – Tolérances sur les grandeurs d’essai (voir 9.3.4.3, point a)).....	413
Tableau 19 – Tension d’essai diélectrique en fonction de la tension assignée d’isolement.....	413
Tableau 20 – Valeurs d’essai de traction sur les conduits (voir 9.2.8.2).....	414
Tableau 21 – Valeurs d’essai de flexion sur les conduits (voir 9.2.8.3).....	414
Tableau 22 – Valeurs d’essai de torsion sur les conduits (voir 9.2.8.2 et 9.2.8.4).....	414
Tableau 23 – Essais pour la CEM – Immunité (voir 9.4.1).....	415
Tableau 24 – Critères d’acceptation en présence de perturbations électromagnétiques.....	416
Tableau 25 – Section du conducteur de protection en cuivre.....	416
Tableau A.1 – Catégories d’emploi utilisées dans la série IEC 60947.....	432
Tableau C.1 – Codes IP (1 de 3).....	440
Tableau G.1 – Largeurs minimales des rainures.....	455
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 contre les surtensions par des parafoudres conformes à l’IEC 60099-1.....	463
Tableau K.1 – Modes de défaillance des dispositifs.....	469
Tableau K.2 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance des contacteurs triés dans l’ordre croissant.....	473
Tableau K.3 – Exemple de calcul de rang médian.....	474
Tableau M.1 – Caractéristiques HWI et AI pour les matériaux nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant.....	490
Tableau M.2 – Caractéristiques HWI et AI pour les matériaux autres que ceux couverts par le Tableau M.1.....	490
Tableau P.1 – Exemples de cosses d’extrémité pour l’appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre.....	506
Tableau Q.1 – Séquences d’essais (1 de 4).....	509
Tableau S.1 – Valeurs assignées et plages de fonctionnement de l’alimentation entrante.....	522
Tableau S.2 – Plages de fonctionnement normalisées pour les entrées numériques (absorption de courant) (1 de 2).....	525
Tableau S.3 – Valeurs assignées et plages de fonctionnement des sorties alternatives numériques à émission de courant.....	527
Tableau S.4 – Valeurs assignées et plages de fonctionnement (courant continu) pour les sorties continues numériques à émission de courant.....	530
Tableau S.5 – Essais de surcharge et de courts-circuits pour sorties numériques.....	533
Tableau T.1 – Temps de déclenchement des relais électroniques de surcharge de défaut à la terre.....	539
Tableau W.1 – Exemple d’informations présentes dans les sections Main et BusinessInfo, au format tabulaire.....	553
Tableau W.2 – Exemple d’informations sur le produit, au format tabulaire.....	555
Tableau W.3 – Exemple d’informations sur les substances déclarables, au format tabulaire.....	556
Tableau W.4 – Exemple d’informations sur les classes de matières, au format tabulaire.....	558

## 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.

La Norme internationale IEC 60947-1 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2007, l'Amendement 1:2010 et l'Amendement 2:2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- amélioration des essais relatifs aux valeurs en courant continu,
- mise à jour des essais de CEM,
- suppression de l'Annexe B,



- mise à jour des exigences des essais d'environnement (Tableau Q.1),
- amélioration de l'Annexe R (nouveaux exemples),
- suppression du type d'entrée numérique 2 et insertion du type 3 dans l'Annexe S,
- insertion d'un exemple de déclaration de matière dans l'Annexe W,
- création d'une nouvelle Annexe X (coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits associés dans un même circuit).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/337/FDIS	121A/344/RVD

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

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

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

Les différentes pratiques suivantes, à caractère moins permanent, existent dans les pays indiqués ci-après:

5.3.6.4 Courant conditionnel de court-circuit assigné ( $I_q$ , en variante  $I_{cc}$ ) (Amérique du Nord)

6.2 Marquage (Etats-Unis et Canada)

8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions (Etats-Unis)

8.1.7.1 Exigences supplémentaires relatives à la construction (Etats-Unis)

8.1.10.1 (Amérique du Nord)

9.2.6.2.2 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure (Etats-Unis)

9.2.6.2.3 Manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (Canada et Etats-Unis)

Figure 4 (Etats-Unis et Canada)

Figure 5 (Etats-Unis et Canada)

Figure 10 (Etats-Unis et Canada)

Figure 11 (Etats-Unis et Canada)

Figure X.4 (Etats-Unis et Canada)

Figure X.5 (Etats-Unis et Canada)

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

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

Le contenu des corrigenda 1 (2022-12) et 2 (2024-04) a été pris en considération dans cet exemplaire.

**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.**

## INTRODUCTION

Le présent document a pour objectif d'harmoniser dans toute la mesure du possible l'ensemble des règles et des exigences 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 le présent document, 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) le présent document, désigné par l'appellation "Partie 1" ou "IEC 60947-1" dans les normes spécifiques des différents types d'appareillages à basse tension;
- 2) la norme particulière du matériel considéré, ci-après désignée par l'appellation "norme de produit correspondante" ou "norme de produit de cette série".

Pour qu'une règle générale s'applique à une norme de produit spécifique, cette dernière y fera explicitement référence en mentionnant le numéro de l'article ou du paragraphe correspondant du présent document, suivi de l'expression "de l'IEC 60947-1", par exemple, "7.2.3 de l'IEC 60947-1:20xx".

Une norme de produit spécifique ne s'écartera des règles générales qu'en cas de justification technique précise.

NOTE Toutes les références à des "normes de produits" dans le présent document désignent des "normes de produits de la série IEC 60947".

# APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

## Partie 1: Règles générales

### 1 Domaine d'application

Lorsque la norme de produit correspondante l'exige, le présent document s'applique à l'appareillage basse tension ci-après désigné comme le "matériel" ou le "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.

Le présent document a pour objet de fixer les règles générales et exigences de sécurité communes des appareillages basse tension, y compris:

- les définitions,
- les caractéristiques,
- les informations fournies avec le matériel,
- les conditions normales de service, de montage, de transport, de mise hors service et de démontage,
- les exigences relatives à la construction et au fonctionnement,
- la vérification des caractéristiques et du fonctionnement,
- les aspects liés à l'efficacité énergétique (voir Annexe V),
- les aspects environnementaux.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux ensembles d'appareillage à basse tension qui sont traités dans la série IEC 61439, suivant le cas;
- aux bornes destinées au raccordement de conducteurs en aluminium;

NOTE Les bornes pour conducteurs en aluminium sont à l'étude pour la prochaine révision.

- à une utilisation dans des atmosphères explosives (voir la série IEC 60079);
- aux exigences relatives aux logiciels et micrologiciels pour les applications de sécurité fonctionnelle (voir IEC 61508-3);
- aux aspects liés à la cybersécurité (voir la série IEC 62443).

### 2 Références normatives

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

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

IEC 60068-1:2013, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

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

IEC 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-27:2008, *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 de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-52:2017, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

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

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

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

IEC 60092-504:2016, *Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Automatisation, commande et instrumentation*

IEC 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60228:2004, *Ames des câbles isolés*

IEC 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

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 TR 60344:2007, *Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires – Application guide* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 60445:2017, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces hommes-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

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

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

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible sous <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

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

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

IEC 60695-2-12, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

IEC 60695-11-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*  
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-4-2, *Appareillage à basse tension – Partie 4-2: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif*

IEC 60947-5 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension – Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande*

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

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

IEC 60981:2019, *Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits*

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 générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm<sup>2</sup> à 35 mm<sup>2</sup> (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 au-dessus de 35 mm<sup>2</sup> et jusqu'à 300 mm<sup>2</sup> (inclus)*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-4-34, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant appelé de plus de 16 A par phase*

IEC 61000-6-2:2016, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes*

IEC 61131-2:2017, *Mesurage et contrôle des processus industriels – Automates programmables – Partie 2: Exigences et essais des équipements*

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

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

IEC 61439 (toutes les parties), *Ensembles d'appareillage 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 au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 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 62061:2005/AMD1:2012

IEC 62061:2005/AMD2:2015

IEC 62474:2018, *Déclaration de matière pour des produits de et pour l'industrie électrotechnique*

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

CISPR 32, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*

ISO 3864-2, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 2: Principes de conception pour l'étiquetage de sécurité des produits*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Symboles enregistrés* (disponible sous <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 13849-1:2015, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*