

REDLINE VERSION



Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-3456-3

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

CONTENTS

FOREWORD	14
1 General	16
1.1 Scope and object	16
1.2 Normative references	17
2 Terms and definitions	19
3 Classification	24
4 Characteristics of circuit-breakers	24
4.1 Summary of characteristics	24
4.2 Type of circuit-breaker	25
4.3 Rated and limiting values of the main circuit	25
4.3.1 General	25
4.3.2 Rated voltages	25
4.3.3 Currents	25
4.3.4 Rated frequency	26
4.3.5 Rated duty	26
4.3.6 Short-circuit characteristics	26
4.4 Utilization Selectivity categories	29
4.5 Control circuits	30
4.5.1 Electrical control circuits	30
4.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic)	30
4.6 Auxiliary circuits	30
4.7 Releases	30
4.7.1 Types	30
4.7.2 Characteristics	31
4.7.3 Current setting of over-current releases	31
4.7.4 Tripping time setting of over-current releases	31
4.8 Integral fuses (integrally fused circuit-breakers)	32
5 Product information	32
5.1 Nature of the information	32
5.2 Marking	32
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	33
6 Normal service, mounting and transport conditions	34
7 Constructional and performance requirements	34
7.1 Constructional requirements	34
7.1.1 General	34
7.1.2 Withdrawable circuit-breakers	34
7.1.3 Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	35
7.1.4 Clearances and creepage distances	35
7.1.5 Requirements for the safety of the operator	35
7.1.6 List of construction breaks	35
7.1.7 Additional requirements for circuit-breakers provided with a neutral pole	36
7.1.8 Digital inputs and outputs for use with programmable logic controllers (PLCs)	36
7.2 Performance requirements	36
7.2.1 Operating conditions	36
7.2.2 Temperature-rise	38

7.2.3	Dielectric properties	39
7.2.4	Ability to make and break under no load, normal load and overload conditions	40
7.2.5	Ability to make and break under short-circuit conditions	41
7.2.6	Vacant	41
7.2.7	Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	41
7.2.8	Specific requirements for integrally fused circuit-breakers	41
7.2.9	Co-ordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device	42
7.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	42
8	Tests	42
8.1	Kind of tests	42
8.1.1	General	42
8.1.2	Type tests	42
8.1.3	Routine tests	42
8.2	Compliance with constructional requirements	43
8.3	Type tests	43
8.3.1	Test sequences	43
8.3.2	General test conditions	52
8.3.3	Test sequence I: General performance characteristics	61
8.3.4	Test sequence II: Rated service short-circuit breaking capacity	71
8.3.5	Test sequence III: Rated ultimate short-circuit breaking capacity	72
8.3.6	Test sequence IV: Rated short-time withstand current	74
8.3.7	Test sequence V: Performance of integrally fused circuit-breakers	75
8.3.8	Test sequence VI: combined test sequence	77
8.3.9	Critical d.c. load current test	78
8.4	Routine tests	79
8.4.1	General	79
8.4.2	Mechanical operation tests	80
8.4.3	Verification of the calibration of overcurrent releases	80
8.4.4	Verification of the operation of undervoltage and shunt releases	81
8.4.5	Additional tests for CBRs	81
8.4.6	Dielectric tests	81
8.4.7	Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of Table 13 of IEC 60947-1:2007	82
8.5	Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock	82
Annex A (normative)	Co-ordination under short-circuit conditions between a circuit-breaker and another short-circuit protective device associated in the same circuit	85
A.1	Introduction General	85
A.2	Scope and object	86
A.3	General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker with another SCPD	86
A.3.1	General considerations	86
A.3.2	Take-over current	86
A.3.3	Behaviour of C ₁ in association with another SCPD	86
A.4	Type and characteristics of the associated SCPD	86
A.5	Verification of discrimination selectivity	87
A.5.1	General	87
A.5.2	Consideration of selectivity by desk study	88
A.5.3	Selectivity determined by test	89

A.6	Verification of back-up protection	89
A.6.1	Determination of the take-over current.....	89
A.6.2	Verification of back-up protection	89
A.6.3	Tests for verification of back-up protection	90
A.6.4	Results to be obtained.....	91
Annex B (normative)	Circuit-breakers incorporating residual current protection	97
B.1	General.....	97
B.1.1	Preamble	97
B.1.2	Scope and object	97
B.2	Terms and definitions.....	98
B.2.1	Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth.....	98
B.2.2	Terms and definitions relating to the energization of a CBR	98
B.2.3	Terms and definitions relating to the operation and the functions of a CBR.....	99
B.2.4	Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities	100
B.3	Classification	101
B.3.1	Classification according to the method of operation of the residual current function.....	101
B.3.2	Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current.....	101
B.3.3	Classification according to time-delay of the residual current function	101
B.3.4	Classification according to behaviour in presence of a d.c. component.....	101
B.4	Characteristics of CBRs concerning their residual current function.....	101
B.4.1	Rated values.....	101
B.4.2	Preferred and limiting values	102
B.4.3	Value of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	103
B.4.4	Operating characteristics in case of an earth fault current in the presence or absence of a d.c. component	103
B.5	Marking.....	103
B.6	Normal service, mounting and transport conditions	104
B.7	Design and operating requirements	105
B.7.1	Design requirements	105
B.7.2	Operating requirements.....	105
B.7.3	Electromagnetic compatibility	107
B.8	Tests	107
B.8.1	General.....	107
B.8.2	Verification of the operating characteristic	110
B.8.3	Verification of dielectric properties.....	111
B.8.4	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage.....	112
B.8.5	Verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions	112
B.8.6	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	113
B.8.7	Verification of the behaviour of CBRs of type A in the case of an earth fault current comprising a d.c. component	114
B.8.8	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1	115

B.8.9	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage as classified under B.3.1.2.2 in the case of failure of line voltage	116
B.8.10	Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity	117
B.8.11	Verification of the effects of environmental conditions	118
B.8.12	Verification of electromagnetic compatibility	118
B.8.13	Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips	120
Annex C (normative)	Individual pole short-circuit test sequence	128
C.1	General	128
C.2	Test of individual pole short-circuit breaking capacity	128
C.3	Verification of dielectric withstand	128
C.4	Verification of overload releases	128
Annex D	Vacant	129
Annex E (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	130
Annex F (normative)	Additional tests for circuit-breakers with electronic over-current protection	131
F.1	Scope General	131
F.2	List of tests	131
F.2.1	General	131
F.2.2	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	131
F.2.3	Suitability for multiple frequencies	132
F.2.4	Dry heat test	132
F.2.5	Damp heat test	132
F.2.6	Temperature variation cycles at a specified rate of change	132
F.3	General test conditions	132
F.3.1	General	132
F.3.2	Electromagnetic compatibility tests	132
F.4	Immunity tests	133
F.4.1	Harmonic currents	133
F.4.2	Electrostatic discharges	134
F.4.3	Radiated radio-frequency RF electromagnetic fields	134
F.4.4	Electrical fast transient/burst (EFT/B)	134
F.4.5	Surges	135
F.4.6	Conducted disturbances induced by radio-frequency RF fields (common mode)	135
F.4.7	Current dips	135
F.5	Emission tests	136
F.5.1	Harmonics	136
F.5.2	Voltage fluctuations	136
F.5.3	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	136
F.5.4	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 GHz)	136
F.6	Suitability for multiple frequencies	137
F.6.1	General	137
F.6.2	Test conditions	137
F.6.3	Test procedure	137
F.6.4	Test results	137
F.7	Dry heat test	137
F.7.1	Test procedure	137
F.7.2	Test results	138
F.7.3	Verification of overload releases	138

F.8	Damp heat test.....	138
F.8.1	Test procedure.....	138
F.8.2	Verification of overload releases.....	138
F.9	Temperature variation cycles at a specified rate of change	138
F.9.1	Test conditions.....	138
F.9.2	Test procedure.....	138
F.9.3	Test results	139
F.9.4	Verification of overload releases.....	139
Annex G (normative)	Power loss	153
G.1	General.....	153
G.2	Test methods	153
G.2.1	General case	153
G.2.2	AC circuit-breakers of rated current not exceeding 400 A.....	153
G.2.3	DC circuit-breakers	154
G.3	Test procedure.....	154
Annex H (normative)	Test sequence for circuit-breakers for IT systems	156
H.1	General.....	156
H.2	Individual pole short-circuit.....	156
H.3	Verification of dielectric withstand.....	157
H.4	Verification of overload releases.....	157
H.5	Marking.....	157
Annex J (normative)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Requirements and test methods for circuit-breakers.....	158
J.1	General.....	158
J.2	Immunity	159
J.2.1	General.....	159
J.2.2	Electrostatic discharges	161
J.2.3	Radiated radio-frequency RF electromagnetic fields	162
J.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B).....	162
J.2.5	Surges	162
J.2.6	Conducted disturbances induced by radio-frequency RF fields (common mode).....	163
J.3	Emission	163
J.3.1	General.....	163
J.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz).....	164
J.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz).....	164
Annex K (informative)	Glossary of symbols related to products covered by this standard and graphical representation of characteristics.....	169
Annex L (normative)	Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection.....	178
L.1	Scope General	178
L.2	Terms and definitions.....	178
L.3	Classification	178
L.4	Rated values	178
L.4.1	Rated current (I_n).....	178
L.4.2	Rated conditional short-circuit current (I_{cc}).....	179
L.5	Product information	179
L.6	Constructional and performance requirements.....	179
L.7	Tests	179

L.7.1	General.....	179
L.7.2	Rated conditional short-circuit tests.....	180
Annex M (normative) Modular residual current devices (without integral current breaking device).....		183
M.1	Scope and object General	183
M.1.1	Field of application	183
M.1.2	Field of application	183
M.2	Terms and definitions.....	183
M.2.1	Terms and definitions relating to the energization of an MRCD	183
M.2.2	Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD.....	184
M.3	Classification	184
M.3.1	Classification according to the configuration of the primary conductors	184
M.3.2	Classification according to the method of operation	185
M.3.3	Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current.....	185
M.3.4	Classification according to time-delay of the residual current function	185
M.3.5	Classification according to behaviour in presence of a d.c. component.....	185
M.4	Characteristics of MRCDs	185
M.4.1	General characteristics	185
M.4.2	Characteristics of MRCDs concerning their residual current function.....	186
M.4.3	Behaviour under short-circuit conditions	187
M.4.4	Preferred and limiting values	187
M.5	Product information	188
M.6	Normal service, mounting and transport conditions	190
M.7	Design and operating requirements	190
M.7.1	Design requirements	190
M.7.2	Operating requirements.....	190
M.8	Tests	192
M.8.1	General.....	192
M.8.2	Compliance with constructional requirements	193
M.8.3	Verification of the operating characteristics	194
M.8.4	Verification of dielectric properties.....	196
M.8.5	Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage.....	196
M.8.6	Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in case of a single phase load	197
M.8.7	Resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	197
M.8.8	Verification of the behaviour in case of an earth fault current comprising a d.c. component	197
M.8.9	Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in case of a failure of the sensing means connection.....	200
M.8.10	Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs	200
M.8.11	Verification of mechanical and electrical endurance	200
M.8.12	Verification of the behaviour of MRCDs in case of failure of the voltage source for MRCDs classified under M.3.2.2.1	201
M.8.13	Verification of the behaviour of MRCDs with voltage source as classified under M.3.2.2.2 in case of failure of the voltage source	202
M.8.14	Verification of the behaviour of the MRCD under short-circuit conditions	202
M.8.15	Verification of effects of environmental conditions	204

M.8.16	Verification of electromagnetic compatibility	204
Annex N (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M.....		
N.1	General.....	227
N.1.1	Scope General	227
N.1.2	General test conditions.....	227
N.2	Immunity	227
N.2.1	General.....	227
N.2.2	Electrostatic discharges	228
N.2.3	Radiated radio-frequency RF electromagnetic fields	228
N.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B).....	228
N.2.5	Surges	229
N.2.6	Conducted disturbances induced by radio-frequency RF fields (common mode)	229
N.2.7	Voltage dips and interruptions	229
N.3	Emission	229
N.3.1	General.....	229
N.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	230
N.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz)	230
Annex O (normative) Instantaneous trip circuit-breakers (ICB).....		
O.1	Scope General	231
O.2	Terms and definitions	231
O.3	Rated values	231
O.3.1	General	231
O.3.2	Rated current (I_n).....	231
O.3.3	Rated short-circuit making capacity	231
O.3.4	Rated short-circuit breaking capacities	231
O.4	Product information	232
O.5	Constructional and performance requirements	232
O.6	Tests	232
O.6.1	Test sequence of the ICB alone.....	232
O.6.2	ICB associated with a specified protected device (i.e. motor-starter or overload relay)	233
Annex P (normative) DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications		
P.1	Field of application	234
P.2	Terms and definitions	234
P.3	Classification	234
P.4	Characteristics of PV circuit-breakers	234
P.5	Product information	235
P.6	Normal service, mounting and transport conditions	235
P.7	Constructional and performance requirements	235
P.7.1	Constructional requirements.....	235
P.7.2	Performance requirements	235
P.7.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	236
P.8	Tests	236
P.8.1	Kind of tests.....	236
P.8.2	Compliance with constructional requirements	236
P.8.3	Type tests	236
P.8.4	Routine tests.....	238
P.8.5	Special tests	238

Annex Q Vacant	239
Annex R (normative) Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic re-closing functions	240
R.1 General	240
R.1.1 Preamble	240
R.1.2 Field of application	240
R.2 Terms and definitions	241
R.3 Classification	242
R.3.1 According to the method of construction	242
R.3.2 According to the method of automatic reclosing	242
R.4 Characteristics	242
R.4.1 Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$)	242
R.4.2 Maximum number of consecutive reclosing operations	242
R.5 Marking and instructions	243
R.6 Normal service, mounting and transport conditions	243
R.7 Design and operating requirements	243
R.7.1 Design requirements	243
R.7.2 Operating requirements	244
R.8 Tests	245
R.8.1 General conditions	245
R.8.2 Verification of the non-reclosing after tripping under over-current conditions	245
R.8.3 Verification of the non-reclosing after intentional opening	245
R.8.4 Verification of the automatic reclosing function after tripping on earth fault	246
R.8.5 Verification of mechanical endurance	247
R.8.6 Verification of the isolation function	247
R.8.7 Verification of residual short-circuit making and breaking capacity	248
R.8.8 Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8	248
R.8.9 Test items for external type automatic reclosing devices	248
Bibliography	251
Figure 1 – Test arrangement (connecting cables not shown) for short-circuit tests	84
Figure A.1 – Over-current co-ordination between a circuit-breaker and a fuse or back-up protection by a fuse: operating characteristics	92
Figure A.2 – Total discrimination selectivity between two circuit-breakers	93
Figure A.3 – Back-up protection by a circuit-breaker – Operating characteristics	94
Figure A.4 – Example of test circuit for conditional short-circuit breaking capacity tests showing cable connections for a 3-pole circuit-breaker (C_1)	95
Figure A.5 – Example of test circuit for the verification of selectivity	96
Figure B.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic (see B.8.2)	121
Figure B.2 – Test circuit for the verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions (see B.8.5)	122
Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.9)	123
Figure B.4 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz	124
Figure B.5 – Example of test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping	125

Figure B.6 – Surge current wave 8/20 μ s	125
Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in case of flashover without follow-on current (B.8.6.3)	126
Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents (see B.8.7.2.1, B.8.7.2.2 and B.8.7.2.3)	126
Figure B.9 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct residual current (see B.8.7.2.4)	127
Figure F.1 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors in accordance with F.4.1	140
Figure F.2 – Test circuit for immunity and emission tests in accordance with F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 and F.6.3 – Two phase poles in series.....	141
Figure F.3 – Test circuit for immunity and emission tests in accordance with F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 and F.6.3 – Three phase poles in series	141
Figure F.4 – Test circuit for immunity and emission tests in accordance with F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 and F.6.3 – Three-phase connection	142
Figure F.5 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions in accordance with F.4.7.1.....	142
Figure F.6 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Two phase poles in series.....	143
Figure F.7 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three phase poles in series	143
Figure F.8 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three-phase connection	144
Figure F.9 – Test circuit for the verification of the influence of surges in the main circuit (line-to-earth) in accordance with F.4.5 – Two phase poles in series	144
Figure F.10 – Test circuit for the verification of the influence of surges in the main circuit (line-to-earth) in accordance with F.4.5 – Three phase poles in series	145
Figure F.11 – Test circuit for the verification of the influence of surges in the main circuit (line-to-earth) in accordance with F.4.5 – Three-phase connection.....	145
Figure F.12 – Test circuit for the verification of the influence of current surges in the main circuit in accordance with F.4.5 – Two phase poles in series	146
Figure F.13 – Test circuit for the verification of the influence of current surges in the main circuit in accordance with F.4.5 – Three phase poles in series.....	146
Figure F.14 – Test circuit for the verification of the influence of current surges in the main circuit in accordance with F.4.5 – Three-phase connection	147
Figure F.15 – Temperature variation cycles at a specified rate of change in accordance with F.9.1	147
Figure F.16 – General test set-up for immunity tests	148
Figure F.17 – Test set-up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields	149
Figure F.18 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	149
Figure F.19 – Test set-up for verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines	150
Figure F.20 – General test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	150
Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration.....	151
Figure F.22 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three phase poles in series configuration	151

Figure F.23 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three-phase configuration	152
Figure G.1 – Example of power loss measurement according to G.2.1	154
Figure G.2 – Example of power loss measurement according to G.2.2 and G.2.3	155
Figure J.1 – EUT mounted in a metallic enclosure	165
Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions	166
Figure J.3 – Test set up for the verification of immunity to electrostatic discharges	167
Figure J.4 – Test set up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields.....	167
Figure J.5 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	168
Figure J.6 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines	168
Figure K.1 – Relationship between symbols and tripping characteristics.....	171
Figure K.2 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 1 kA to 200 kA	172
Figure K.3 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA.....	173
Figure K.4 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 1 kA to 200 kA.....	174
Figure K.5 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA.....	175
Figure K.6 – Example of the use of template to Figure K.2.....	176
Figure K.7 – Example of the use of template to Figure K.4.....	177
Figure M.1 – Test circuits for the verification of operation in the case of a steady increase of residual current	206
Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with breaking device)	207
Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without breaking device).....	208
Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions	209
Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance.....	210
Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current	211
Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current	212
Figure M.8 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (without breaking device)	213
Figure M.9 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (with breaking device)	214
Figure M.10 – Test circuits for the verification of operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by smooth direct current of 6 mA	215
Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current	216
Figure M.12 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (without breaking device).....	217
Figure M.13 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (with breaking device).....	218

Figure M.14 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual current resulting from a fault in a circuit fed by a three-pulse star or a six-pulse bridge connection.....	219
Figure M.15 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual current resulting from a fault in a circuit fed by a two-pulse bridge connection line-to-line.....	220
Figure M.16 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensor means connection.....	221
Figure M.17 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions.....	222
Figure M.18 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions.....	223
Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal type MRCD under short-circuit conditions.....	224
Figure M.20 – Verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields – Test set-up for MRCD with separate sensing means (additional to the test of Annex B).....	225
Figure M.21 – Verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on the sensing means connection of an MRCD with separate sensing means (additional to the test of Annex B).....	226
Figure M.22 – Verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Test set up for MRCD with separate sensing means (additional to the test of Annex B).....	226
Figure R.1 – Test circuit for the verification of the automatic reclosing functions.....	250
Table 1 – Standard ratios between I_{cs} and I_{cu} (void)	27
Table 2 – Ratio n between short-circuit making capacity and short-circuit breaking capacity and related power factor (for a.c. circuit-breakers).....	28
Table 3 – Minimum values of rated short-time withstand current.....	29
Table 4 – Utilization categories (void)	29
Table 5 – Preferred values of the rated control supply voltage, if different from that of the main circuit.....	30
Table 6 – Characteristics of the opening operation of inverse time-delay over-current opening releases at the reference temperature.....	38
Table 7 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts.....	39
Table 8 – Number of operating cycles.....	41
Table 9 – Overall schema of test sequences ^a	45
Table 9a – Applicability of test sequences according to the relationship between I_{cs} , I_{cu} and I_{cw} ^a	47
Table 9b – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 4-pole circuit-breakers according to the alternative programme 1 of 8.3.1.4.....	49
Table 9c – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 3-pole circuit-breakers according to the alternative programme 2 of 8.3.1.4.....	51
Table 10 – Number of samples for test (1 of 2).....	54
Table 11 – Values of power factors and time constants corresponding to test currents.....	57
Table 12 – Test circuit characteristics for overload performance.....	69
Table B.1 – Operating characteristic for non-time-delay type.....	102
Table B.2 – Operating characteristic for time-delay type having a limiting non-actuating time of 0,06 s.....	103
Table B.3 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage.....	107
Table B.4 – Additional test sequences.....	109

Table B.5 – Tripping current range for CBRs in case of an earth fault comprising a d.c. component	114
Table F.1 – Test parameters for current dips and interruptions	136
Table J.1 – EMC – Immunity tests	160
Table J.2 – Reference data for immunity test specifications	161
Table J.3 – EMC – Emission tests	164
Table J.4 – Reference data for emission test specifications	164
Table M.1 – Product information	189
Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source	191
Table M.3 – Test sequences	193
Table P.1 – Rated impulse withstand levels for PV circuit-breakers	234
Table P.2 – Number of operating cycles	236
Table R.1 – Test sequences for external type automatic re-closing devices	249

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 2: Circuit-breakers

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.

DISCLAIMER

This Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

International Standard IEC 60947-2 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 fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2006, Amendment 1:2009 and Amendment 2:2013. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant additions with respect to the previous edition:

- tests for verification of selectivity in Annex A (see A.5.3);
- critical load current tests for d.c. circuit-breakers (see 8.3.9);
- new Annex P for circuit-breakers for use in photovoltaic applications;
- new Annex R for residual-current circuit-breakers with automatic reclosing functions.

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

FDIS	Report on voting
121A/71/FDIS	121A/83/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 parts in the IEC 60947 series, published under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60947-1:2007 and its Amendment 1:2010 and Amendment 2:2014.

The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this standard, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1 and its amendments when applicable, for example, 1.2.3 of IEC 60947-1:2007, Table 4 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, or Annex A of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014.

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 corrigendum of November 2016 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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 2: Circuit-breakers

1 General

~~The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this standard, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1, for example, 1.2.3 of IEC 60947-1, Table 4 of IEC 60947-1, or Annex A of IEC 60947-1.~~

1.1 Scope and object

This part of IEC 60947 series applies to circuit-breakers, the main contacts of which are 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 also contains additional requirements for integrally fused circuit-breakers.

Circuit-breakers rated above 1 000 V a.c. but not exceeding 1 500 V a.c. may also be tested to this standard.

It applies whatever the rated currents, the method of construction or the proposed applications of the circuit-breakers may be.

The requirements for circuit-breakers which are also intended to provide earth leakage protection are contained in Annex B.

The additional requirements for circuit-breakers with electronic over-current protection are contained in Annex F.

The additional requirements for circuit-breakers for IT systems are contained in Annex H.

The requirements and test methods for electromagnetic compatibility of circuit-breakers are contained in Annex J.

The requirements for circuit-breakers not fulfilling the requirements for over-current protection are contained in Annex L.

The requirements for modular residual current devices (without integral current breaking device) are contained in Annex M.

The requirements and test methods for electromagnetic compatibility of circuit-breaker auxiliaries are contained in Annex N.

The requirements and test methods for d.c. circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications are contained in Annex P.

The requirements and test methods for circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic reclosing functions are contained in Annex R.

Supplementary requirements for circuit-breakers used as direct-on-line starters are given in IEC 60947-4-1, applicable to low-voltage contactors and starters.

The requirements for circuit-breakers for the protection of wiring installations in buildings and similar applications, and designed for use by uninstructed persons, are contained in IEC 60898.

The requirements for circuit-breakers for equipment (for example electrical appliances) are contained in IEC 60934.

For certain specific applications (for example traction, rolling mills, marine service) particular or additional requirements may be necessary.

NOTE Circuit-breakers which are dealt with in this standard ~~may~~ can be provided with devices for automatic opening under predetermined conditions other than those of over-current and undervoltage as, for example, reversal of power or current. This standard does not deal with the verification of operation under such predetermined conditions.

The object of this standard is to state:

- a) the characteristics of circuit-breakers;
- b) the conditions with which circuit-breakers shall comply with reference to:
 - 1) operation and behaviour in normal service;
 - 2) operation and behaviour in case of overload and operation and behaviour in case of short-circuit, including co-ordination in service (~~discrimination~~ selectivity and back-up protection);
 - 3) dielectric properties;
- c) tests intended for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;
- d) information to be marked on or given with the apparatus.

1.2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*
~~Amendment 1 (1986)~~

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

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

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations* ~~of buildings~~

~~IEC 60364-4-41:2001, Electrical installations of buildings — Part 4-41: Protection for safety — Protection against shock~~

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

~~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 60695-2-12:2000, Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials~~

~~IEC 60695-2-13:2000, Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials~~

~~IEC 60755:1983, General requirements for residual current operated protective devices
Amendment 1 (1988)
Amendment 2 (1992)~~

~~IEC 60898, Circuit-breakers for over-current protection for household and similar installations~~

~~IEC 60934, Circuit-breakers for equipment (CBE)~~

IEC 60947-1:2004 2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*
IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

IEC 60947-4-1:2000, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*
~~Amendment 1 (2002)~~

IEC 61000-3-2:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*
~~Amendment 1 (2001)
Amendment 2 (2004)~~

IEC 61000-3-3:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 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)~~

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

IEC 61000-4-3:2002 2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2002 2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:1995 2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – ~~Section 4:~~ Electrical fast transient/burst immunity test*
~~Amendment 1 (2000)
Amendment 2 (2001)~~

IEC 61000-4-5:~~1995~~ 2014, *Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – ~~Section 5: Surge immunity test~~*
~~Amendment 1 (2000)~~

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

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*~~

~~IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*~~

~~IEC 61008-1:1996, *Residual current operated circuit-breakers without integral over-current protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*~~
~~Amendment 1 (2002)~~

~~IEC 61009-1:1996, *Residual current operated circuit-breakers with integral over-current protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*~~
~~Amendment 1 (2002)~~

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

IEC 62475:2010, *High-current test techniques – Definitions and requirements for test currents and measuring systems*

CISPR 11:~~2003~~, *Industrial, scientific and medical ~~(ISM) radio-frequency~~ equipment – ~~Electromagnetic~~ Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
~~Amendment 1 (2004)~~

CISPR 22:~~2005~~, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
~~Amendment 1 (2005)~~

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 2: Circuit-breakers**

**Appareillage à basse tension –
Partie 2: Disjoncteurs**

CONTENTS

FOREWORD	14
1 General	16
1.1 Scope and object	16
1.2 Normative references	17
2 Terms and definitions	18
3 Classification	22
4 Characteristics of circuit-breakers	23
4.1 Summary of characteristics	23
4.2 Type of circuit-breaker	23
4.3 Rated and limiting values of the main circuit	23
4.3.1 General	23
4.3.2 Rated voltages	23
4.3.3 Currents	24
4.3.4 Rated frequency	24
4.3.5 Rated duty	24
4.3.6 Short-circuit characteristics	24
4.4 Selectivity categories	27
4.5 Control circuits	27
4.5.1 Electrical control circuits	27
4.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic)	27
4.6 Auxiliary circuits	27
4.7 Releases	28
4.7.1 Types	28
4.7.2 Characteristics	28
4.7.3 Current setting of over-current releases	28
4.7.4 Tripping time setting of over-current releases	29
4.8 Integral fuses (integrally fused circuit-breakers)	29
5 Product information	29
5.1 Nature of the information	29
5.2 Marking	29
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	31
6 Normal service, mounting and transport conditions	31
7 Constructional and performance requirements	31
7.1 Constructional requirements	31
7.1.1 General	31
7.1.2 Withdrawable circuit-breakers	31
7.1.3 Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	32
7.1.4 Clearances and creepage distances	32
7.1.5 Requirements for the safety of the operator	32
7.1.6 List of construction breaks	32
7.1.7 Additional requirements for circuit-breakers provided with a neutral pole	33
7.1.8 Digital inputs and outputs for use with programmable logic controllers (PLCs)	33
7.2 Performance requirements	33
7.2.1 Operating conditions	33
7.2.2 Temperature-rise	36

7.2.3	Dielectric properties	37
7.2.4	Ability to make and break under no load, normal load and overload conditions	37
7.2.5	Ability to make and break under short-circuit conditions	38
7.2.6	Vacant	38
7.2.7	Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	38
7.2.8	Specific requirements for integrally fused circuit-breakers	39
7.2.9	Co-ordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device	39
7.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	39
8	Tests	39
8.1	Kind of tests	39
8.1.1	General	39
8.1.2	Type tests	39
8.1.3	Routine tests	40
8.2	Compliance with constructional requirements	40
8.3	Type tests	40
8.3.1	Test sequences	40
8.3.2	General test conditions	48
8.3.3	Test sequence I: General performance characteristics	56
8.3.4	Test sequence II: Rated service short-circuit breaking capacity	65
8.3.5	Test sequence III: Rated ultimate short-circuit breaking capacity	66
8.3.6	Test sequence IV: Rated short-time withstand current	68
8.3.7	Test sequence V: Performance of integrally fused circuit-breakers	69
8.3.8	Test sequence VI: combined test sequence	71
8.3.9	Critical d.c. load current test	72
8.4	Routine tests	73
8.4.1	General	73
8.4.2	Mechanical operation tests	74
8.4.3	Verification of the calibration of overcurrent releases	74
8.4.4	Verification of the operation of undervoltage and shunt releases	75
8.4.5	Additional tests for CBRs	75
8.4.6	Dielectric tests	75
8.4.7	Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of Table 13 of IEC 60947-1:2007	76
8.5	Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock	76
Annex A (normative)	Co-ordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device associated in the same circuit	79
A.1	General	79
A.2	Scope and object	79
A.3	General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker with another SCPD	80
A.3.1	General considerations	80
A.3.2	Take-over current	80
A.3.3	Behaviour of C_1 in association with another SCPD	80
A.4	Type and characteristics of the associated SCPD	80
A.5	Verification of selectivity	81
A.5.1	General	81
A.5.2	Consideration of selectivity by desk study	81
A.5.3	Selectivity determined by test	82

A.6	Verification of back-up protection	83
A.6.1	Determination of the take-over current.....	83
A.6.2	Verification of back-up protection	83
A.6.3	Tests for verification of back-up protection	83
A.6.4	Results to be obtained.....	84
Annex B (normative)	Circuit-breakers incorporating residual current protection	90
B.1	General.....	90
B.1.1	Preamble	90
B.1.2	Scope and object	90
B.2	Terms and definitions.....	91
B.2.1	Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth.....	91
B.2.2	Terms and definitions relating to the energization of a CBR	91
B.2.3	Terms and definitions relating to the operation and the functions of a CBR.....	92
B.2.4	Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities.....	93
B.3	Classification	94
B.3.1	Classification according to the method of operation of the residual current function.....	94
B.3.2	Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current.....	94
B.3.3	Classification according to time-delay of the residual current function	94
B.3.4	Classification according to behaviour in presence of a d.c. component.....	94
B.4	Characteristics of CBRs concerning their residual current function.....	94
B.4.1	Rated values.....	94
B.4.2	Preferred and limiting values	95
B.4.3	Value of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	96
B.4.4	Operating characteristics in case of an earth fault current in the presence or absence of a d.c. component	96
B.5	Marking.....	96
B.6	Normal service, mounting and transport conditions	97
B.7	Design and operating requirements	98
B.7.1	Design requirements	98
B.7.2	Operating requirements.....	98
B.7.3	Electromagnetic compatibility	100
B.8	Tests	100
B.8.1	General.....	100
B.8.2	Verification of the operating characteristic	103
B.8.3	Verification of dielectric properties.....	104
B.8.4	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage.....	105
B.8.5	Verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions.....	105
B.8.6	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	106
B.8.7	Verification of the behaviour of CBRs of type A in the case of an earth fault current comprising a d.c. component	107
B.8.8	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1	108

B.8.9	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage as classified under B.3.1.2.2 in the case of failure of line voltage	109
B.8.10	Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity	110
B.8.11	Verification of the effects of environmental conditions	111
B.8.12	Verification of electromagnetic compatibility	111
B.8.13	Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips	113
Annex C (normative)	Individual pole short-circuit test sequence	120
C.1	General	120
C.2	Test of individual pole short-circuit breaking capacity	120
C.3	Verification of dielectric withstand	120
C.4	Verification of overload releases	120
Annex D	Vacant	121
Annex E (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	122
Annex F (normative)	Additional tests for circuit-breakers with electronic over-current protection	123
F.1	General	123
F.2	List of tests	123
F.2.1	General	123
F.2.2	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	123
F.2.3	Suitability for multiple frequencies	124
F.2.4	Dry heat test	124
F.2.5	Damp heat test	124
F.2.6	Temperature variation cycles at a specified rate of change	124
F.3	General test conditions	124
F.3.1	General	124
F.3.2	Electromagnetic compatibility tests	124
F.4	Immunity tests	125
F.4.1	Harmonic currents	125
F.4.2	Electrostatic discharges	126
F.4.3	Radiated RF electromagnetic fields	126
F.4.4	Electrical fast transient/burst (EFT/B)	126
F.4.5	Surges	127
F.4.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	127
F.4.7	Current dips	127
F.5	Emission tests	128
F.5.1	Harmonics	128
F.5.2	Voltage fluctuations	128
F.5.3	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	128
F.5.4	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 GHz)	128
F.6	Suitability for multiple frequencies	129
F.6.1	General	129
F.6.2	Test conditions	129
F.6.3	Test procedure	129
F.6.4	Test results	129
F.7	Dry heat test	129
F.7.1	Test procedure	129
F.7.2	Test results	130
F.7.3	Verification of overload releases	130
F.8	Damp heat test	130

F.8.1	Test procedure.....	130
F.8.2	Verification of overload releases.....	130
F.9	Temperature variation cycles at a specified rate of change	130
F.9.1	Test conditions.....	130
F.9.2	Test procedure.....	130
F.9.3	Test results	131
F.9.4	Verification of overload releases.....	131
Annex G (normative)	Power loss	144
G.1	General.....	144
G.2	Test methods	144
G.2.1	General case	144
G.2.2	AC circuit-breakers of rated current not exceeding 400 A.....	144
G.2.3	DC circuit-breakers	145
G.3	Test procedure.....	145
Annex H (normative)	Test sequence for circuit-breakers for IT systems	147
H.1	General.....	147
H.2	Individual pole short-circuit.....	147
H.3	Verification of dielectric withstand.....	148
H.4	Verification of overload releases.....	148
H.5	Marking.....	148
Annex J (normative)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Requirements and test methods for circuit-breakers	149
J.1	General.....	149
J.2	Immunity.....	150
J.2.1	General.....	150
J.2.2	Electrostatic discharges	152
J.2.3	Radiated RF electromagnetic fields	153
J.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B).....	153
J.2.5	Surges	153
J.2.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode).....	154
J.3	Emission	154
J.3.1	General.....	154
J.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz).....	155
J.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz).....	155
Annex K (informative)	Glossary of symbols and graphical representation of characteristics.....	160
Annex L (normative)	Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection.....	169
L.1	General.....	169
L.2	Terms and definitions.....	169
L.3	Classification	169
L.4	Rated values	169
L.4.1	Rated current (I_n).....	169
L.4.2	Rated conditional short-circuit current (I_{cc}).....	170
L.5	Product information	170
L.6	Constructional and performance requirements.....	170
L.7	Tests	170
L.7.1	General.....	170
L.7.2	Rated conditional short-circuit tests	171

Annex M (normative) Modular residual current devices (without integral current breaking device).....	174
M.1 General.....	174
M.1.1 Field of application	174
M.1.2 Field of application	174
M.2 Terms and definitions.....	174
M.2.1 Terms and definitions relating to the energization of an MRCD	174
M.2.2 Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD.....	175
M.3 Classification	175
M.3.1 Classification according to the configuration of the primary conductors	175
M.3.2 Classification according to the method of operation	176
M.3.3 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current.....	176
M.3.4 Classification according to time-delay of the residual current function	176
M.3.5 Classification according to behaviour in presence of a d.c. component.....	176
M.4 Characteristics of MRCDs	176
M.4.1 General characteristics	176
M.4.2 Characteristics of MRCDs concerning their residual current function.....	177
M.4.3 Behaviour under short-circuit conditions	178
M.4.4 Preferred and limiting values	178
M.5 Product information	179
M.6 Normal service, mounting and transport conditions	181
M.7 Design and operating requirements	181
M.7.1 Design requirements	181
M.7.2 Operating requirements.....	181
M.8 Tests	183
M.8.1 General.....	183
M.8.2 Compliance with constructional requirements	184
M.8.3 Verification of the operating characteristics	185
M.8.4 Verification of dielectric properties.....	187
M.8.5 Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage.....	187
M.8.6 Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in case of a single phase load	188
M.8.7 Resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	188
M.8.8 Verification of the behaviour in case of an earth fault current comprising a d.c. component	188
M.8.9 Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in case of a failure of the sensing means connection	191
M.8.10 Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs	191
M.8.11 Verification of mechanical and electrical endurance	191
M.8.12 Verification of the behaviour of MRCDs in case of failure of the voltage source for MRCDs classified under M.3.2.2.1	192
M.8.13 Verification of the behaviour of MRCDs with voltage source as classified under M.3.2.2.2 in case of failure of the voltage source	193
M.8.14 Verification of the behaviour of the MRCD under short-circuit conditions	193
M.8.15 Verification of effects of environmental conditions	195
M.8.16 Verification of electromagnetic compatibility	195

Annex N (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M.....	218
N.1 General.....	218
N.1.1 General.....	218
N.1.2 General test conditions.....	218
N.2 Immunity	218
N.2.1 General.....	218
N.2.2 Electrostatic discharges	219
N.2.3 Radiated RF electromagnetic fields	219
N.2.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B).....	219
N.2.5 Surges	220
N.2.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode).....	220
N.2.7 Voltage dips and interruptions	220
N.3 Emission	220
N.3.1 General.....	220
N.3.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	221
N.3.3 Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz)	221
Annex O (normative) Instantaneous trip circuit-breakers (ICB)	222
O.1 General.....	222
O.2 Terms and definitions	222
O.3 Rated values	222
O.3.1 General.....	222
O.3.2 Rated current (I_n).....	222
O.3.3 Rated short-circuit making capacity	222
O.3.4 Rated short-circuit breaking capacities	222
O.4 Product information	223
O.5 Constructional and performance requirements	223
O.6 Tests	223
O.6.1 Test sequence of the ICB alone.....	223
O.6.2 ICB associated with a specified protected device (i.e. motor-starter or overload relay)	224
Annex P (normative) DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications	225
P.1 Field of application	225
P.2 Terms and definitions	225
P.3 Classification	225
P.4 Characteristics of PV circuit-breakers	225
P.5 Product information	226
P.6 Normal service, mounting and transport conditions	226
P.7 Constructional and performance requirements	226
P.7.1 Constructional requirements.....	226
P.7.2 Performance requirements	226
P.7.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	227
P.8 Tests	227
P.8.1 Kind of tests.....	227
P.8.2 Compliance with constructional requirements	227
P.8.3 Type tests	227
P.8.4 Routine tests.....	229
P.8.5 Special tests	229
Annex Q Vacant	230

Annex R (normative) Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic re-closing functions	231
R.1 General.....	231
R.1.1 Preamble	231
R.1.2 Field of application	231
R.2 Terms and definitions.....	232
R.3 Classification	233
R.3.1 According to the method of construction	233
R.3.2 According to the method of automatic reclosing	233
R.4 Characteristics	233
R.4.1 Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$)	233
R.4.2 Maximum number of consecutive reclosing operations.....	233
R.5 Marking and instructions.....	234
R.6 Normal service, mounting and transport conditions	234
R.7 Design and operating requirements	234
R.7.1 Design requirements	234
R.7.2 Operating requirements.....	235
R.8 Tests	236
R.8.1 General conditions	236
R.8.2 Verification of the non-reclosing after tripping under over-current conditions	236
R.8.3 Verification of the non-reclosing after intentional opening	236
R.8.4 Verification of the automatic reclosing function after tripping on earth fault	237
R.8.5 Verification of mechanical endurance	238
R.8.6 Verification of the isolation function	238
R.8.7 Verification of residual short-circuit making and breaking capacity	239
R.8.8 Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8	239
R.8.9 Test items for external type automatic reclosing devices.....	239
Bibliography	242
Figure 1 – Test arrangement (connecting cables not shown) for short-circuit tests	78
Figure A.1 – Over-current co-ordination between a circuit-breaker and a fuse or back-up protection by a fuse: operating characteristics	85
Figure A.2 – Total selectivity between two circuit-breakers.....	86
Figure A.3 – Back-up protection by a circuit-breaker – Operating characteristics	87
Figure A.4 – Example of test circuit for conditional short-circuit breaking capacity tests showing cable connections for a 3-pole circuit-breaker (C_1).....	88
Figure A.5 – Example of test circuit for the verification of selectivity.....	89
Figure B.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic (see B.8.2)	113
Figure B.2 – Test circuit for the verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions (see B.8.5)	114
Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.9)	115
Figure B.4 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz	116
Figure B.5 – Example of test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping	116
Figure B.6 – Surge current wave 8/20 μ s	117

Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in case of flashover without follow-on current (B.8.6.3)	117
Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents (see B.8.7.2.1, B.8.7.2.2 and B.8.7.2.3)	118
Figure B.9 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct residual current (see B.8.7.2.4)	119
Figure F.1 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors in accordance with F.4.1	131
Figure F.2 – Test circuit for immunity and emission tests in accordance with F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 and F.6.3 – Two phase poles in series.....	132
Figure F.3 – Test circuit for immunity and emission tests in accordance with F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 and F.6.3 – Three phase poles in series	132
Figure F.4 – Test circuit for immunity and emission tests in accordance with F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 and F.6.3 – Three-phase connection	133
Figure F.5 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions in accordance with F.4.7.1	133
Figure F.6 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Two phase poles in series.....	134
Figure F.7 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three phase poles in series	134
Figure F.8 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three-phase connection	135
Figure F.9 – Test circuit for the verification of the influence of surges in the main circuit (line-to-earth) in accordance with F.4.5 – Two phase poles in series	135
Figure F.10 – Test circuit for the verification of the influence of surges in the main circuit (line-to-earth) in accordance with F.4.5 – Three phase poles in series	136
Figure F.11 – Test circuit for the verification of the influence of surges in the main circuit (line-to-earth) in accordance with F.4.5 – Three-phase connection.....	136
Figure F.12 – Test circuit for the verification of the influence of current surges in the main circuit in accordance with F.4.5 – Two phase poles in series	137
Figure F.13 – Test circuit for the verification of the influence of current surges in the main circuit in accordance with F.4.5 – Three phase poles in series.....	137
Figure F.14 – Test circuit for the verification of the influence of current surges in the main circuit in accordance with F.4.5 – Three-phase connection	138
Figure F.15 – Temperature variation cycles at a specified rate of change in accordance with F.9.1	138
Figure F.16 – General test set-up for immunity tests	139
Figure F.17 – Test set-up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields	140
Figure F.18 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	140
Figure F.19 – Test set-up for verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines	141
Figure F.20 – General test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	141
Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration.....	142
Figure F.22 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three phase poles in series configuration	142

Figure F.23 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three-phase configuration	143
Figure G.1 – Example of power loss measurement according to G.2.1	145
Figure G.2 – Example of power loss measurement according to G.2.2 and G.2.3	146
Figure J.1 – EUT mounted in a metallic enclosure	156
Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions.....	157
Figure J.3 – Test set up for the verification of immunity to electrostatic discharges	158
Figure J.4 – Test set up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields.....	158
Figure J.5 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	159
Figure J.6 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines	159
Figure K.1 – Relationship between symbols and tripping characteristics.....	162
Figure K.2 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 1 kA to 200 kA	163
Figure K.3 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA.....	164
Figure K.4 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 1 kA to 200 kA.....	165
Figure K.5 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA.....	166
Figure K.6 – Example of the use of template to Figure K.2.....	167
Figure K.7 – Example of the use of template to Figure K.4.....	168
Figure M.1 – Test circuits for the verification of operation in the case of a steady increase of residual current	197
Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with breaking device).....	198
Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without breaking device).....	199
Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions	200
Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance.....	201
Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current	202
Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current	203
Figure M.8 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (without breaking device)	204
Figure M.9 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (with breaking device)	205
Figure M.10 – Test circuits for the verification of operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by smooth direct current of 6 mA	206
Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current	207
Figure M.12 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (without breaking device)	208
Figure M.13 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (with breaking device).....	209

Figure M.14 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual current resulting from a fault in a circuit fed by a three-pulse star or a six-pulse bridge connection.....	210
Figure M.15 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual current resulting from a fault in a circuit fed by a two-pulse bridge connection line-to-line.....	211
Figure M.16 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensor means connection.....	212
Figure M.17 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions.....	213
Figure M.18 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions.....	214
Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal type MRCD under short-circuit conditions.....	215
Figure M.20 – Verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields – Test set-up for MRCD with separate sensing means (additional to the test of Annex B)	216
Figure M.21 – Verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on the sensing means connection of an MRCD with separate sensing means (additional to the test of Annex B)	217
Figure M.22 – Verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Test set up for MRCD with separate sensing means (additional to the test of Annex B).....	217
Figure R.1 – Test circuit for the verification of the automatic reclosing functions	241
Table 1 (void).....	26
Table 2 – Ratio n between short-circuit making capacity and short-circuit breaking capacity and related power factor (for a.c. circuit-breakers)	26
Table 3 – Minimum values of rated short-time withstand current	27
Table 4 (void).....	27
Table 5 – Preferred values of the rated control supply voltage, if different from that of the main circuit	27
Table 6 – Characteristics of the opening operation of inverse time-delay over-current opening releases at the reference temperature	35
Table 7 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts	36
Table 8 – Number of operating cycles.....	38
Table 9 – Overall schema of test sequences ^a	43
Table 9a – Applicability of test sequences according to the relationship between I_{CS} , I_{CU} and I_{CW} ^a	44
Table 9b – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 4-pole circuit-breakers according to the alternative programme 1 of 8.3.1.4.....	46
Table 9c – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 3-pole circuit-breakers according to the alternative programme 2 of 8.3.1.4.....	47
Table 10 – Number of samples for test (1 of 2)	50
Table 11 – Values of power factors and time constants corresponding to test currents	52
Table 12 – Test circuit characteristics for overload performance	64
Table B.1 – Operating characteristic for non-time-delay type.....	95
Table B.2 – Operating characteristic for time-delay type having a limiting non-actuating time of 0,06 s	96
Table B.3 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage.....	100
Table B.4 – Additional test sequences	102

Table B.5 – Tripping current range for CBRs in case of an earth fault comprising a d.c. component	107
Table F.1 – Test parameters for current dips and interruptions	128
Table J.1 – EMC – Immunity tests	151
Table J.2 – Reference data for immunity test specifications	152
Table J.3 – EMC – Emission tests	155
Table J.4 – Reference data for emission test specifications	155
Table M.1 – Product information	180
Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source	182
Table M.3 – Test sequences	184
Table P.1 – Rated impulse withstand levels for PV circuit-breakers	225
Table P.2 – Number of operating cycles	227
Table R.1 – Test sequences for external type automatic re-closing devices	240

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –**Part 2: Circuit-breakers****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 60947-2 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 fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2006, Amendment 1:2009 and Amendment 2:2013. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant additions with respect to the previous edition:

- tests for verification of selectivity in Annex A (see A.5.3);
- critical load current tests for d.c. circuit-breakers (see 8.3.9);
- new Annex P for circuit-breakers for use in photovoltaic applications;
- new Annex R for residual-current circuit-breakers with automatic reclosing functions.

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

FDIS	Report on voting
121A/71/FDIS	121A/83/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 parts in the IEC 60947 series, published under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60947-1:2007 and its Amendment 1:2010 and Amendment 2:2014.

The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this standard, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1 and its amendments when applicable, for example, 1.2.3 of IEC 60947-1:2007, Table 4 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, or Annex A of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014.

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 corrigendum of November 2016 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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 2: Circuit-breakers

1 General

1.1 Scope and object

This part of IEC 60947 series applies to circuit-breakers, the main contacts of which are 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 also contains additional requirements for integrally fused circuit-breakers.

Circuit-breakers rated above 1 000 V a.c. but not exceeding 1 500 V a.c. may also be tested to this standard.

It applies whatever the rated currents, the method of construction or the proposed applications of the circuit-breakers may be.

The requirements for circuit-breakers which are also intended to provide earth leakage protection are contained in Annex B.

The additional requirements for circuit-breakers with electronic over-current protection are contained in Annex F.

The additional requirements for circuit-breakers for IT systems are contained in Annex H.

The requirements and test methods for electromagnetic compatibility of circuit-breakers are contained in Annex J.

The requirements for circuit-breakers not fulfilling the requirements for over-current protection are contained in Annex L.

The requirements for modular residual current devices (without integral current breaking device) are contained in Annex M.

The requirements and test methods for electromagnetic compatibility of circuit-breaker auxiliaries are contained in Annex N.

The requirements and test methods for d.c. circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications are contained in Annex P.

The requirements and test methods for circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic reclosing functions are contained in Annex R.

Supplementary requirements for circuit-breakers used as direct-on-line starters are given in IEC 60947-4-1, applicable to low-voltage contactors and starters.

The requirements for circuit-breakers for the protection of wiring installations in buildings and similar applications, and designed for use by uninstructed persons, are contained in IEC 60898.

The requirements for circuit-breakers for equipment (for example electrical appliances) are contained in IEC 60934.

For certain specific applications (for example traction, rolling mills, marine service) particular or additional requirements may be necessary.

NOTE Circuit-breakers which are dealt with in this standard can be provided with devices for automatic opening under predetermined conditions other than those of over-current and undervoltage as, for example, reversal of power or current. This standard does not deal with the verification of operation under such pre-determined conditions.

The object of this standard is to state:

- a) the characteristics of circuit-breakers;
- b) the conditions with which circuit-breakers shall comply with reference to:
 - 1) operation and behaviour in normal service;
 - 2) operation and behaviour in case of overload and operation and behaviour in case of short-circuit, including co-ordination in service (selectivity and back-up protection);
 - 3) dielectric properties;
- c) tests intended for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;
- d) information to be marked on or given with the apparatus.

1.2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

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

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*
IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

IEC 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

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

IEC 61000-3-3, *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, *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*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

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

IEC 61000-4-5:2014, *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 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

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

IEC 62475:2010, *High-current test techniques – Definitions and requirements for test currents and measuring systems*

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

CISPR 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	257
1 Généralités	259
1.1 Domaine d'application et objet	259
1.2 Références normatives	260
2 Termes et définitions	261
3 Classification	265
4 Caractéristiques des disjoncteurs	266
4.1 Enumération des caractéristiques	266
4.2 Type du disjoncteur	266
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal	267
4.3.1 Généralités	267
4.3.2 Tensions assignées	267
4.3.3 Courants	267
4.3.4 Fréquence assignée	268
4.3.5 Service assigné	268
4.3.6 Caractéristiques de court-circuit	268
4.4 Catégories de sélectivité	270
4.5 Circuits de commande	271
4.5.1 Circuits de commande électriques	271
4.5.2 Circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou électropneumatiques)	271
4.6 Circuits auxiliaires	271
4.7 Déclencheurs	271
4.7.1 Types	271
4.7.2 Caractéristiques	271
4.7.3 Courant de réglage des déclencheurs à maximum de courant	272
4.7.4 Réglage du temps de déclenchement des déclencheurs à maximum de courant	272
4.8 Fusibles incorporés (disjoncteurs à fusibles incorporés)	273
5 Informations sur le matériel	273
5.1 Nature des informations	273
5.2 Marquage	273
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	275
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	275
7 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	275
7.1 Exigences relatives à la construction	275
7.1.1 Généralités	275
7.1.2 Disjoncteur débrochables	275
7.1.3 Exigences complémentaires pour les disjoncteurs aptes au sectionnement	276
7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite	276
7.1.5 Exigences pour la sécurité de l'opérateur	276
7.1.6 Liste des différences de construction	276
7.1.7 Exigences supplémentaires pour les disjoncteurs munis d'un pôle neutre	277
7.1.8 Entrées et sorties numériques à l'usage des automates programmables (AP)	277

7.2	Exigences relatives au fonctionnement	277
7.2.1	Conditions de fonctionnement.....	277
7.2.2	Echauffement	280
7.2.3	Propriétés diélectriques	281
7.2.4	Aptitude à l'établissement et à la coupure à vide, en charge normale et en surcharge	282
7.2.5	Aptitude à l'établissement et à la coupure en condition de court-circuit.....	283
7.2.6	Disponible	283
7.2.7	Exigences complémentaires pour les disjoncteurs aptes au sectionnement	283
7.2.8	Exigences particulières pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.....	283
7.2.9	Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits.....	284
7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	284
8	Essais	284
8.1	Nature des essais	284
8.1.1	Généralités	284
8.1.2	Essais de type	284
8.1.3	Essais individuels de série.....	284
8.2	Conformité aux exigences de construction	284
8.3	Essais de type	284
8.3.1	Séquences d'essai.....	285
8.3.2	Conditions générales d'essai	292
8.3.3	Séquence d'essai I: Caractéristiques générales de fonctionnement	301
8.3.4	Séquence d'essai II: Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit	311
8.3.5	Séquence d'essai III: Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit.....	312
8.3.6	Séquence d'essai IV: Courant assigné de courte durée admissible	314
8.3.7	Séquence d'essai V: Fonctionnement des disjoncteurs à fusibles incorporés	315
8.3.8	Séquence d'essai VI: séquence d'essai combinée	317
8.3.9	Essai de courant continu critique de charge	319
8.4	Essais individuels de série	320
8.4.1	Généralités	320
8.4.2	Essais de fonctionnement mécanique	320
8.4.3	Vérification de l'étalonnage des déclencheurs de surintensité.....	321
8.4.4	Vérification du fonctionnement des déclencheurs à minimum de tension et des déclencheurs shunt	321
8.4.5	Essais supplémentaires pour les DPR	321
8.4.6	Essais diélectriques	322
8.4.7	Essai pour la vérification des distances d'isolement inférieures à celles correspondant au Tableau 13, cas A, de l'IEC 60947-1:2007	323
8.5	Essais spéciaux – Chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs	323
Annexe A (normative)	Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit	325
A.1	Généralités	325
A.2	Domaine d'application et objet	326
A.3	Exigences générales de coordination d'un disjoncteur avec un autre DPCC.....	326
A.3.1	Généralités	326
A.3.2	Courant d'intersection.....	326

A.3.3	Comportement de C ₁ en association avec un autre DPCC.....	326
A.4	Type et caractéristiques du DPCC associé.....	326
A.5	Vérification de la sélectivité	327
A.5.1	Généralités	327
A.5.2	Examen de la sélectivité par étude théorique	327
A.5.3	Sélectivité déterminée par essai	328
A.6	Vérification de la protection d'accompagnement	329
A.6.1	Détermination du courant d'intersection	329
A.6.2	Vérification de la protection d'accompagnement	329
A.6.3	Essais de vérification de la protection d'accompagnement.....	330
A.6.4	Résultats à obtenir	331
Annexe B (normative)	Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel.....	337
B.1	Généralités	337
B.1.1	Préambule	337
B.1.2	Domaine d'application et objet.....	337
B.2	Termes et définitions	338
B.2.1	Termes et définitions relatifs aux courants circulant entre les parties actives et la terre	338
B.2.2	Termes et définitions relatives à l'alimentation d'un DPR.....	338
B.2.3	Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions des DPR	339
B.2.4	Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'alimentation	340
B.3	Classification	341
B.3.1	Classification selon le mode de fonctionnement de la fonction de courant différentiel résiduel	341
B.3.2	Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement.....	341
B.3.3	Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel	341
B.3.4	Classification selon le comportement en présence d'une composante continue	342
B.4	Caractéristiques des DPR pour leur fonction de courant différentiel résiduel.....	342
B.4.1	Valeurs assignées	342
B.4.2	Valeurs préférentielles et valeurs limites.....	342
B.4.3	Valeur du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel résiduel assigné ($I_{\Delta m}$) en court-circuit	343
B.4.4	Caractéristiques de fonctionnement dans le cas d'un courant de défaut à la terre avec ou sans composante continue	344
B.5	Marquage	344
B.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	345
B.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	345
B.7.1	Exigences relatives à la conception	345
B.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	345
B.7.3	Compatibilité électromagnétique	348
B.8	Essais.....	348
B.8.1	Généralités	348
B.8.2	Vérification de la caractéristique de fonctionnement	351
B.8.3	Vérification des propriétés diélectriques	353

B.8.4	Vérification de la manœuvre de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée.....	353
B.8.5	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité	353
B.8.6	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc.....	354
B.8.7	Vérification du comportement des DPR de type A en cas de courant de défaut à la terre comprenant une composante continue	355
B.8.8	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.1	356
B.8.9	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.2 en cas de défaillance de la tension d'alimentation	357
B.8.10	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	358
B.8.11	Vérification des effets des conditions d'environnement	359
B.8.12	Vérification de la compatibilité électromagnétique.....	359
B.8.13	Essais pour des variations ou des interruptions de tension et pour des creux de tension	361
Annexe C (normative) Séquence d'essai en court-circuit sur un pôle séparément		369
C.1	Généralités	369
C.2	Essai de pouvoir de coupure en court-circuit sur un pôle séparément	369
C.3	Vérification de la tenue diélectrique	369
C.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	369
Annexe D Disponible		370
Annexe E (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur		371
Annexe F (normative) Essais supplémentaires pour les disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités		372
F.1	Généralités	372
F.2	Liste des essais	372
F.2.1	Généralités	372
F.2.2	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	372
F.2.3	Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples	373
F.2.4	Essai de chaleur sèche.....	373
F.2.5	Essai de chaleur humide.....	373
F.2.6	Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié	373
F.3	Conditions générales d'essai	373
F.3.1	Généralités	373
F.3.2	Essais de compatibilité électromagnétique.....	373
F.4	Essais d'immunité.....	374
F.4.1	Courants harmoniques.....	374
F.4.2	Décharges électrostatiques	375
F.4.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés	375
F.4.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	376
F.4.5	Ondes de choc	376
F.4.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	376
F.4.7	Creux de courant	377
F.5	Essais d'émission	377
F.5.1	Harmoniques	377
F.5.2	Fluctuations de tension.....	378

F.5.3	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)	378
F.5.4	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 GHz).....	378
F.6	Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples	378
F.6.1	Généralités	378
F.6.2	Conditions d'essai	378
F.6.3	Mode opératoire d'essai	378
F.6.4	Résultats d'essai	379
F.7	Essai de chaleur sèche	379
F.7.1	Mode opératoire d'essai	379
F.7.2	Résultats d'essai	379
F.7.3	Vérification des déclencheurs de surcharge	379
F.8	Essai de chaleur humide	380
F.8.1	Mode opératoire d'essai	380
F.8.2	Vérification des déclencheurs de surcharge	380
F.9	Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié	380
F.9.1	Conditions d'essai	380
F.9.2	Mode opératoire d'essai	380
F.9.3	Résultats d'essai	380
F.9.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	380
Annexe G (normative)	Perte de puissance	394
G.1	Généralités	394
G.2	Méthodes d'essai	394
G.2.1	Cas général	394
G.2.2	Disjoncteurs à courant alternatif de courant assigné ne dépassant pas 400 A.....	394
G.2.3	Disjoncteurs à courant continu.....	395
G.3	Mode opératoire d'essai.....	395
Annexe H (normative)	Séquence d'essai pour les disjoncteurs pour réseaux IT	397
H.1	Généralités	397
H.2	Court-circuit sur un pôle séparément	397
H.3	Vérification de la tenue diélectrique	398
H.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	398
H.5	Marquage	398
Annexe J (normative)	Compatibilité électromagnétique (CEM) – Exigences et méthodes d'essai pour les disjoncteurs	399
J.1	Généralités	399
J.2	Immunité.....	400
J.2.1	Généralités	400
J.2.2	Décharges électrostatiques	403
J.2.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés.....	404
J.2.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	404
J.2.5	Ondes de choc	404
J.2.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	405
J.3	Emission.....	405
J.3.1	Généralités	405
J.3.2	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz).....	406

J.3.3	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz).....	407
Annexe K (informative) Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques		411
Annexe L (normative) Disjoncteurs ne satisfaisant pas aux exigences concernant la protection contre les surintensités.....		420
L.1	Généralités	420
L.2	Termes et définitions	420
L.3	Classification	420
L.4	Valeurs assignées.....	420
L.4.1	Courant assigné (I_n).....	420
L.4.2	Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{cc}).....	421
L.5	Informations sur le matériel.....	421
L.6	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	421
L.7	Essais.....	421
L.7.1	Généralités.....	421
L.7.2	Essais de court-circuit conventionnel assigné	422
Annexe M (normative) Appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD) (non intégrés à un appareil de coupure de courant)		425
M.1	Généralités	425
M.1.1	Préambule	425
M.1.2	Champ d'application	425
M.2	Termes et définitions	425
M.2.1	Termes et définitions relatifs à l'alimentation d'un MRCD.....	426
M.2.2	Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions d'un MRCD.....	426
M.3	Classification	426
M.3.1	Classification selon la configuration des conducteurs primaires	426
M.3.2	Classification selon le mode de fonctionnement.....	427
M.3.3	Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement.....	427
M.3.4	Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel	427
M.3.5	Classification selon le comportement en présence d'une composante continue	427
M.4	Caractéristiques des MRCD	427
M.4.1	Caractéristiques générales	427
M.4.2	Caractéristiques des MRCD concernant leur fonction de courant différentiel résiduel	428
M.4.3	Comportement en condition de court-circuit	429
M.4.4	Valeurs préférentielles et valeurs limites.....	429
M.5	Informations sur le matériel.....	430
M.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	432
M.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	432
M.7.1	Exigences relatives à la conception	432
M.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	432
M.8	Essais.....	434
M.8.1	Généralités.....	434
M.8.2	Conformité aux exigences de construction.....	436
M.8.3	Vérification des caractéristiques de fonctionnement.....	436

M.8.4	Vérification des propriétés diélectriques	438
M.8.5	Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée.....	439
M.8.6	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité, dans le cas d'une charge monophasée.....	439
M.8.7	Résistance aux déclenchements intempestifs dus à des courants de choc causés par des tensions de choc.....	439
M.8.8	Vérification du comportement dans le cas d'un courant de défaut à la terre comprenant une composante continue	439
M.8.9	Vérification du comportement des MRCD à dispositif de détection séparé en cas de défaillance de la connexion du dispositif de détection	442
M.8.10	Vérification de l'échauffement des MRCD de type à bornes	443
M.8.11	Vérification de l'endurance mécanique et électrique	443
M.8.12	Vérification du comportement des MRCD dans le cas d'une défaillance de la source de tension pour les MRCD classés selon M.3.2.2.1	444
M.8.13	Vérification du comportement des MRCD à source de tension classés selon M.3.2.2.2, en cas de défaillance de la source de tension	444
M.8.14	Vérification du comportement du MRCD dans des conditions de court-circuit	445
M.8.15	Vérification des effets des conditions d'environnement	447
M.8.16	Vérification de la compatibilité électromagnétique.....	447
Annexe N (normative) Compatibilité électromagnétique (CEM) – Exigences supplémentaires et méthodes d'essai pour les appareils non couverts par l'Annexe B, l'Annexe F et l'Annexe M		470
N.1	Généralités	470
N.1.1	Champ d'application	470
N.1.2	Conditions générales d'essai	470
N.2	Immunité.....	471
N.2.1	Généralités	471
N.2.2	Décharges électrostatiques	471
N.2.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés.....	471
N.2.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	472
N.2.5	Ondes de choc	472
N.2.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	472
N.2.7	Creux de tension et interruptions	472
N.3	Emission	472
N.3.1	Généralités	472
N.3.2	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz).....	473
N.3.3	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz).....	473
Annexe O (normative) Disjoncteurs à déclenchement instantané (ICB)		474
O.1	Généralités	474
O.2	Termes et définitions	474
O.3	Valeurs assignées.....	474
O.3.1	Généralités	474
O.3.2	Courant assigné (I_n)	474
O.3.3	Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	474
O.3.4	Pouvoirs assignés de coupure en court-circuit	474
O.4	Informations sur le matériel.....	475
O.5	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	475

O.6	Essais.....	475
O.6.1	Séquence d'essai de l'ICB seul.....	475
O.6.2	ICB associé avec un appareil de protection spécifié (par exemple un démarreur de moteur ou un relais à maximum de courant).....	476
Annexe P (normative) Disjoncteurs à courant continu pour utilisation dans les applications photovoltaïques (PV).....		477
P.1	Champ d'application	477
P.2	Termes et définitions	477
P.3	Classification	477
P.4	Caractéristiques des disjoncteurs PV	477
P.5	Informations sur le matériel.....	478
P.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	478
P.7	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	478
P.7.1	Exigences relatives à la construction	478
P.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	478
P.7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	479
P.8	Essais.....	479
P.8.1	Nature des essais.....	479
P.8.2	Conformité aux exigences de construction.....	479
P.8.3	Essais de type	479
P.8.4	Essais individuels de série.....	481
P.8.5	Essais spéciaux.....	481
Annexe Q Disponible		482
Annexe R (normative) Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel avec fonctions de refermeture automatique		483
R.1	Généralités	483
R.1.1	Préambule	483
R.1.2	Champ d'application	483
R.2	Termes et définitions	484
R.3	Classification	485
R.3.1	Selon la méthode de construction	485
R.3.2	Selon le mode de refermeture automatique.....	485
R.4	Caractéristiques.....	485
R.4.1	Courant assigné différentiel résiduel de refermeture automatique ($I_{\Delta ar}$)	485
R.4.2	Nombre maximal de manœuvres de refermeture successives	485
R.5	Marquage et instructions.....	486
R.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	486
R.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	486
R.7.1	Exigences relatives à la conception	486
R.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	487
R.8	Essais.....	488
R.8.1	Conditions générales	488
R.8.2	Vérification de la non-refermeture après déclenchement dans des conditions de surintensité	488
R.8.3	Vérification de la non-refermeture après ouverture intentionnelle.....	489
R.8.4	Vérification de la fonction de refermeture automatique après un déclenchement sur courant de défaut à la terre	489
R.8.5	Vérification de l'endurance mécanique.....	490
R.8.6	Vérification de la fonction de sectionnement.....	491

R.8.7	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	491
R.8.8	Vérification de la fonction de refermeture automatique après les séquences d'essai de l'Article B.8.....	492
R.8.9	Essais des dispositifs de refermeture automatique de type externe	492
Bibliographie.....		494

Figure 1 – Installation d'essai (câbles de raccordement non représentés) pour essais de court-circuit.....	324
Figure A.1 – Coordination pour la surintensité entre un disjoncteur et un fusible ou protection d'accompagnement par un fusible: caractéristiques de fonctionnement	332
Figure A.2 – Sélectivité totale entre deux disjoncteurs	333
Figure A.3 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur – Caractéristiques de fonctionnement	334
Figure A.4 – Exemple de circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure en court-circuit conditionnel montrant les connexions d'un disjoncteur triphasé (C ₁).....	335
Figure A.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité.....	336
Figure B.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement (voir B.8.2).....	362
Figure B.2 – Circuit d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en cas de surintensités (voir B.8.5)	363
Figure B.3 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des DPR classés selon B.3.1.2.2 (voir B.8.9)	364
Figure B.4 – Onde de courant 0,5 µs/100 kHz.....	365
Figure B.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs	365
Figure B.6 – Onde de courant de choc 8/20 µs	366
Figure B.7 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite (B.8.6.3)	366
Figure B.8 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés (voir B.8.7.2.1, B.8.7.2.2 et B.8.7.2.3).....	367
Figure B.9 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé (voir B.8.7.2.4)	368
Figure F.1 – Représentation du courant d'essai produit par des thyristors dos à dos selon F.4.1.....	381
Figure F.2 – Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 et F.6.3 – Deux pôles de phase en série	382
Figure F.3 – Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 et F.6.3 – Trois pôles de phase en série	382
Figure F.4 – Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 et F.6.3 – Raccordement triphasé	383
Figure F.5 – Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des interruptions de courant selon F.4.7.1	383
Figure F.6 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Deux pôles de phase en série	384
Figure F.7 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Trois pôles de phase en série	384

Figure F.8 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Raccordement triphasé	385
Figure F.9 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de choc sur le circuit principal (phase-terre) selon F.4.5 – Deux pôles de phase en série	385
Figure F.10 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de choc sur le circuit principal (phase-terre) selon F.4.5 – Trois pôles de phase en série	386
Figure F.11 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de choc sur le circuit principal (phase-terre) selon F.4.5 – Raccordement triphasé	386
Figure F.12 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de courant de choc sur le circuit principal selon F.4.5 – Deux pôles de phase en série	387
Figure F.13 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de courant de choc sur le circuit principal selon F.4.5 – Trois pôles de phase en série.....	387
Figure F.14 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de courant de choc sur le circuit principal selon F.4.5 – Raccordement triphasé.....	388
Figure F.15 – Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié selon F.9.1.....	388
Figure F.16 – Installation générale d'essai pour les essais d'immunité.....	389
Figure F.17 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	390
Figure F.18 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur les lignes d'alimentation	390
Figure F.19 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur les lignes de signaux	391
Figure F.20 – Installation générale d'essai pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (mode commun)	391
Figure F.21 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration de deux pôles de phase en série	392
Figure F.22 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration de trois pôles de phase en série	392
Figure F.23 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration triphasée	393
Figure G.1 – Exemple de mesurage de la perte de puissance selon G.2.1	395
Figure G.2 – Exemple de mesurage de la perte de puissance selon G.2.2 et G.2.3.....	396
Figure J.1 – EUT monté dans une enveloppe métallique	407
Figure J.2 – Installation d'essai pour le mesurage des émissions rayonnées aux fréquences radioélectriques	408
Figure J.3 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux décharges électrostatiques	408
Figure J.4 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	409
Figure J.5 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur les lignes d'alimentation	409
Figure J.6 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur les lignes de signaux	410
Figure K.1 – Relation entre les symboles et les caractéristiques de déclenchement.....	413
Figure K.2 – Modèle de caractéristiques du courant coupé limité par rapport au courant présumé de 1 kA à 200 kA	414

Figure K.3 – Modèle de caractéristiques du courant coupé limité par rapport au courant présumé de 0,01 kA à 200 kA.....	415
Figure K.4 – Modèle de caractéristiques de l'énergie limitée par rapport au courant présumé de 1 kA à 200 kA.....	416
Figure K.5 – Modèle de caractéristiques de l'énergie limitée par rapport au courant présumé de 0,01 kA à 200 kA.....	417
Figure K.6 – Exemple d'utilisation du modèle de la Figure K.2.....	418
Figure K.7 – Exemple d'utilisation du modèle de la Figure K.4.....	419
Figure M.1 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une augmentation régulière d'un courant différentiel résiduel.....	449
Figure M.2 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel (avec appareil de coupure).....	450
Figure M.3 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel (sans appareil de coupure).....	451
Figure M.4 – Circuits d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité.....	452
Figure M.5 – Circuits d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dans le cas de charge de la capacité du réseau.....	453
Figure M.6 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dans le cas d'un amorçage sans courant de suite.....	454
Figure M.7 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une augmentation régulière d'un courant différentiel résiduel continu pulsé.....	455
Figure M.8 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel continu pulsé (sans appareil de coupure).....	456
Figure M.9 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel continu pulsé (avec appareil de coupure).....	457
Figure M.10 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé de 6 mA.....	458
Figure M.11 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une montée lente du courant différentiel résiduel continu lissé.....	459
Figure M.12 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel continu lissé (sans appareil de coupure).....	460
Figure M.13 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel continu lissé (avec appareil de coupure).....	461
Figure M.14 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une augmentation progressive d'un courant différentiel résiduel résultant d'un défaut dans un circuit alimenté par un redresseur triphasé en étoile ou en pont.....	462
Figure M.15 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une augmentation progressive d'un courant différentiel résiduel résultant d'un défaut dans un circuit alimenté par un redresseur double alternance entre phases.....	463
Figure M.16 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des MRCD à dispositif de détection séparé en cas de défaillance de la connexion du dispositif de détection.....	464
Figure M.17 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD à dispositif de détection séparé dans des conditions de court-circuit.....	465
Figure M.18 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD à dispositif de détection séparé dans des conditions de court-circuit.....	466

Figure M.19 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD de type à bornes dans des conditions de court-circuit	467
Figure M.20 – Vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques – Installation d'essai pour les MRCD à dispositif de détection séparé (complémentaire à l'essai de l'Annexe B)	468
Figure M.21 – Vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur le raccordement du dispositif de détection d'un MRCD à dispositif de détection séparé (complémentaire à l'essai de l'Annexe B)	469
Figure M.22 – Vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Installation d'essai pour les MRCD à dispositif de détection séparé (complémentaire à l'essai de l'Annexe B)	469
Figure R.1 – Circuit d'essai pour la vérification des fonctions de refermeture automatique	493
Tableau 1 (vide)	269
Tableau 2 – Rapport n entre le pouvoir de fermeture en court-circuit et le pouvoir de coupure en court-circuit et le facteur de puissance correspondant (pour les disjoncteurs à courant alternatif)	269
Tableau 3 – Valeurs minimales du courant assigné de courte durée admissible	270
Tableau 4 (vide)	271
Tableau 5 – Valeurs préférentielles de la tension assignée d'alimentation de commande si elle est différente de celle du circuit principal	271
Tableau 6 – Caractéristiques d'ouverture des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant à temps inverse à la température de référence	279
Tableau 7 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles	281
Tableau 8 – Nombre de cycles de manœuvres	283
Tableau 9 – Schéma d'ensemble des séquences d'essai ^a	287
Tableau 9a – Applicabilité des séquences d'essai en fonction de la relation entre I_{CS} , I_{CU} et I_{CW} ^a	288
Tableau 9b – Applicabilité des essais ou des séquences d'essai aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tétrapolaires selon le programme alternatif 1 de 8.3.1.4	290
Tableau 9c – Applicabilité des essais ou des séquences d'essai aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tripolaires selon le programme alternatif 2 de 8.3.1.4	291
Tableau 10 – Nombre d'échantillons pour les essais (1 de 2)	295
Tableau 11 – Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps en fonction des courants d'essai	297
Tableau 12 – Caractéristiques du circuit d'essai pour le fonctionnement en surcharge	309
Tableau B.1 – Caractéristique de fonctionnement pour le type non temporisé	343
Tableau B.2 – Caractéristique de fonctionnement pour le type temporisé ayant un temps limite de non-réponse de 0,06 s	343
Tableau B.3 – Exigences pour les DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation	348
Tableau B.4 – Séquences d'essai supplémentaires	350
Tableau B.5 – Plage de courant de déclenchement pour les DPR dans le cas d'un défaut à la terre comprenant des composantes continues	355
Tableau F.1 – Paramètres d'essai pour les creux et interruptions de courant	377
Tableau J.1 – CEM – Essais d'immunité	401
Tableau J.2 – Données de référence pour les spécifications d'essai d'immunité	403
Tableau J.3 – CEM – Essais d'émission	406

Tableau J.4 – Données de référence pour les spécifications d'essai d'émission.....	406
Tableau M.1 – Informations sur le matériel	431
Tableau M.2 – Exigences pour les MRCD avec source de tension	433
Tableau M.3 – Séquences d'essai.....	435
Tableau P.1 – Niveaux assignés de tenue aux chocs des disjoncteurs PV	477
Tableau P.2 – Nombre de cycles de manœuvres	479
Tableau R.1 – Séquences d'essai pour les dispositifs de refermeture automatique de type externe.....	492

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –**Partie 2: Disjoncteurs****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 60947-2 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillages à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillage et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2006, l'Amendement 1:2009 et l'Amendement 2:2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- essais pour la vérification de la sélectivité dans l'Annexe A (voir A.5.3),
- essais de courants de charge critiques pour disjoncteurs à courant continu (voir 8.3.9),

- nouvelle Annexe P relative aux disjoncteurs pour utilisation dans des applications photovoltaïques,
- nouvelle Annexe R relative aux disjoncteurs de courant différentiel résiduel avec fonctions de refermeture automatique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/71/FDIS	121A/83/RVD

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

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

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

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60947-1:2007 et ses Amendement 1:2010 et Amendement 2:2014.

Les dispositions des règles générales qui font l'objet de l'IEC 60947-1 sont applicables à la présente norme lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1 et ses amendements le cas échéant, par exemple: 1.2.3 de l'IEC 60947-1:2007, Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014.

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

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

Le contenu du corrigendum de novembre 2016 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.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 2: Disjoncteurs

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la série IEC 60947 est applicable aux disjoncteurs dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu; elle contient aussi des exigences supplémentaires pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.

Les disjoncteurs de caractéristiques assignées supérieures à 1 000 V en courant alternatif mais ne dépassant pas 1 500 V en courant alternatif peuvent également être soumis à essai selon la présente norme.

Elle est applicable quels que puissent être les courants assignés, les méthodes de construction et l'emploi prévu des disjoncteurs.

Les exigences pour les disjoncteurs qui sont aussi prévus pour assurer une protection contre les courants différentiels résiduels font l'objet de l'Annexe B.

Les exigences supplémentaires pour les disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités font l'objet de l'Annexe F.

Les exigences supplémentaires relatives aux disjoncteurs pour réseaux IT font l'objet de l'Annexe H.

Les exigences et les méthodes d'essai pour la compatibilité électromagnétique des disjoncteurs font l'objet de l'Annexe J.

Les exigences pour les disjoncteurs ne satisfaisant pas aux exigences concernant les protections contre les surintensités font l'objet de l'Annexe L.

Les exigences pour les appareils modulaires à courant différentiel résiduel (non intégrés à un appareil de coupure de courant) font l'objet de l'Annexe M.

Les exigences et les méthodes d'essai pour la compatibilité électromagnétique des auxiliaires de disjoncteurs font l'objet de l'Annexe N.

Les exigences et les méthodes d'essai pour les disjoncteurs à courant continu utilisables dans les applications photovoltaïques (PV) font l'objet de l'Annexe P.

Les exigences et les méthodes d'essai pour les disjoncteurs incorporant une protection par courant différentiel résiduel avec fonctions de refermeture automatique font l'objet de l'Annexe R.

Les exigences supplémentaires pour les disjoncteurs utilisés comme démarreurs directs sont données dans l'IEC 60947-4-1, applicable aux contacteurs et aux démarreurs à basse tension.

Les exigences concernant les disjoncteurs destinés à la protection des installations électriques des bâtiments et à des emplois analogues et prévus pour être utilisés par des personnes non averties figurent dans l'IEC 60898.

Les exigences relatives aux disjoncteurs pour le matériel (par exemple pour les appareils électriques) figurent dans l'IEC 60934.

Des exigences particulières ou complémentaires peuvent être nécessaires pour certaines applications spécifiques (par exemple: traction, laminoirs, service à bord des navires).

NOTE Les disjoncteurs, objet de la présente norme, peuvent être munis d'appareils provoquant l'ouverture automatique dans des conditions prédéterminées autres que la surintensité et la chute de tension, telles que, par exemple, l'inversion de la puissance ou du courant. La présente norme ne traite pas de la vérification du fonctionnement dans de telles conditions prédéterminées.

La présente norme a pour objet de fixer:

- a) les caractéristiques des disjoncteurs;
- b) les conditions auxquelles doivent répondre les disjoncteurs concernant:
 - 1) leur fonctionnement et leur tenue en service normal;
 - 2) leur fonctionnement et leur tenue en cas de surcharge et en cas de court-circuit, y compris la coordination en service (sélectivité et protection d'accompagnement);
 - 3) leurs propriétés diélectriques;
- c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les informations à marquer sur les appareils ou à fournir avec ceux-ci.

1.2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

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

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

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

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

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*
IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

IEC 60947-4-1, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

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

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

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

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

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

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

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

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

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

IEC 62475:2010, *Techniques des essais à haute intensité – Définitions et exigences relatives aux courants d'essai et systèmes de mesure*

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

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*