

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-7150-6

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

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



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

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

CONTENTS

FOREWORD	15
1 General	17
1.1 Scope and object	17
1.2 Normative references	18
2 Terms and definitions	19
3 Classification	23
4 Characteristics of circuit-breakers	24
4.1 Summary of characteristics	24
4.2 Type of circuit-breaker	24
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 Selectivity categories	28
4.5 Control circuits	28
4.5.1 Electrical control circuits	28
4.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic)	29
4.6 Auxiliary circuits	29
4.7 Releases	29
4.7.1 Types	29
4.7.2 Characteristics	29
4.7.3 Current setting of over-current releases	30
4.7.4 Tripping time setting of over-current releases	30
4.8 Integral fuses (integrally fused circuit-breakers)	30
5 Product information	31
5.1 Nature of the information	31
5.2 Marking	31
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	34
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	35
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	39
7.2.3	Dielectric properties	40
7.2.4	Ability to make and break under no load, normal load and overload conditions	41
7.2.5	Ability to make and break under short-circuit conditions	42
7.2.6	Vacant	42
7.2.7	Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	42
7.2.8	Specific requirements for integrally fused circuit-breakers	42
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	43
8.1.3	Routine tests	43
8.2	Compliance with constructional requirements	43
8.3	Type tests	43
8.3.1	Test sequences	44
8.3.2	General test conditions	51
8.3.3	Test sequence I: General performance characteristics	60
8.3.4	Test sequence II: Rated service short-circuit breaking capacity	69
8.3.5	Test sequence III: Rated ultimate short-circuit breaking capacity	71
8.3.6	Test sequence IV: Rated short-time withstand current	72
8.3.7	Test sequence V: Performance of integrally fused circuit-breakers	73
8.3.8	Test sequence VI: combined test sequence	75
8.3.9	Critical d.c. load current test	77
8.4	Routine tests	78
8.4.1	General	78
8.4.2	Mechanical operation tests	78
8.4.3	Verification of the calibration of overcurrent releases	79
8.4.4	Verification of the operation of undervoltage and shunt releases	79
8.4.5	Additional tests for CBRs	79
8.4.6	Dielectric tests	80
8.4.7	Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of Table 13 of IEC 60947-1:2007	81
8.5	Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock	81
Annex A (normative)	Co-ordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device associated in the same circuit	83
A.1	General	83
A.2	Scope and object	83
A.3	General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker with another SCPD	84
A.3.1	General considerations	84
A.3.2	Take-over current	84
A.3.3	Behaviour of C_1 in association with another SCPD	84
A.4	Type and characteristics of the associated SCPD	84
A.5	Verification of selectivity	85
A.5.1	General	85
A.5.2	Consideration of selectivity by desk study	85

A.5.3	Selectivity determined by test	86
A.6	Verification of back-up protection	87
A.6.1	Determination of the take-over current	87
A.6.2	Verification of back-up protection	87
A.6.3	Tests for verification of back-up protection	87
A.6.4	Results to be obtained	88
Annex B (normative)	Circuit-breakers incorporating residual current protection	95
B.1	General	126
B.1.1	Preamble	126
B.1.2	Scope and object	126
B.2	Terms and definitions	127
B.2.1	Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth	127
B.2.2	Terms and definitions relating to the energization of a CBR	127
B.2.3	Terms and definitions relating to the operation and the functions of a CBR	128
B.2.4	Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities	129
B.3	Classification	130
B.3.1	Classification according to the method of operation of the residual current function	130
B.3.2	Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current	130
B.3.3	Classification according to time delay of the residual current function	130
B.3.4	Classification according to behaviour in presence of a d.c. component	130
B.4	Characteristics of CBRs concerning their residual current function	130
B.4.1	Rated values	130
B.4.2	Preferred and limiting values	131
B.4.3	Value of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I\Delta_m$)	132
B.4.4	Operating characteristics in the case of an earth fault current in the presence or absence of a d.c. component	133
B.5	Marking	133
B.6	Normal service, mounting and transport conditions	134
B.7	Design and operating requirements	135
B.7.1	Design requirements	135
B.7.2	Operating requirements	135
B.7.3	Electromagnetic compatibility	139
B.8	Tests	139
B.8.1	Test sequences	139
B.8.2	Verification of the operating characteristics	142
B.8.3	Verification of dielectric properties	144
B.8.4	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage	144
B.8.5	Verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions	145
B.8.6	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	146
B.8.7	Additional verifications for CBRs of types A and B	147
B.8.8	Additional verifications for CBRs of type B	148

B.8.9	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1	153
B.8.10	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.2	153
B.8.11	Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity	154
B.8.12	Verification of the effects of environmental conditions	155
B.8.13	Verification of electromagnetic compatibility	156
B.8.14	Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips	158
Annex C (normative)	Individual pole short-circuit test sequence	171
C.1	General	171
C.2	Test of individual pole short-circuit breaking capacity	171
C.3	Verification of dielectric withstand	171
C.4	Verification of overload releases	171
Annex D (normative)	Vacant Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors	172
D.1	General	172
D.2	Terms and definitions	172
D.3	Classification	173
D.4	Characteristics	173
D.5	Product information	173
D.5.1	Nature of information	173
D.5.2	Marking	173
D.5.3	Instructions for installation, operation and maintenance	173
D.6	Normal service, mounting and transport conditions	173
D.7	Constructional and performance requirements	174
D.8	Tests	174
D.8.1	General	174
D.8.2	Current cycling test	175
D.8.3	Mechanical properties of terminals	177
D.8.4	Test for insertability of unprepared round aluminium conductors having the maximum cross-section	178
Annex E (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	184
Annex F (normative)	Additional tests for circuit-breakers with electronic over-current protection	185
F.1	General	185
F.2	List of tests	185
F.2.1	General	185
F.2.2	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	185
F.2.3	Suitability for multiple frequencies	186
F.2.4	Dry heat test	186
F.2.5	Damp heat test	186
F.2.6	Temperature variation cycles at a specified rate of change	186
F.3	General test conditions	186
F.3.1	General	186
F.3.2	Electromagnetic compatibility tests	186
F.4	Immunity tests	187
F.4.1	Harmonic currents	187
F.4.2	Electrostatic discharges	188
F.4.3	Radiated RF electromagnetic fields	188

F.4.4	Electrical fast transient/burst (EFT/B)	188
F.4.5	Surges	189
F.4.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	189
F.4.7	Current dips	189
F.5	Emission tests	190
F.5.1	Harmonics	190
F.5.2	Voltage fluctuations	190
F.5.3	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	190
F.5.4	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 GHz)	190
F.6	Suitability for multiple frequencies	191
F.6.1	General	191
F.6.2	Test conditions	191
F.6.3	Test procedure	191
F.6.4	Test results	191
F.7	Dry heat test	192
F.7.1	Test procedure	192
F.7.2	Test results	192
F.7.3	Verification of overload releases	192
F.8	Damp heat test	192
F.8.1	Test procedure	192
F.8.2	Verification of overload releases	192
F.9	Temperature variation cycles at a specified rate of change	192
F.9.1	Test conditions	192
F.9.2	Test procedure	193
F.9.3	Test results	193
F.9.4	Verification of overload releases	193
Annex G (normative)	Power loss	207
G.1	General	207
G.2	Test methods	207
G.2.1	General case	207
G.2.2	AC circuit-breakers of rated current not exceeding 400 A	207
G.2.3	DC circuit-breakers	208
G.3	Test procedure	208
Annex H (normative)	Test sequence for circuit-breakers for IT systems	210
H.1	General	210
H.2	Individual pole short-circuit	210
H.3	Verification of dielectric withstand	211
H.4	Verification of overload releases	211
H.5	Marking	211
Annex J (normative)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Requirements and test methods for circuit-breakers	212
J.1	General	212
J.2	Immunity	213
J.2.1	General	213
J.2.2	Electrostatic discharges	217
J.2.3	Radiated RF electromagnetic fields	218
J.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B)	218
J.2.5	Surges	218
J.2.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	219

J.3	Emission	219
J.3.1	General.....	219
J.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	220
J.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz)	220
Annex K (informative)	Glossary of symbols and graphical representation of characteristics	225
Annex L (normative)	Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection	235
L.1	General.....	235
L.2	Terms and definitions.....	235
L.3	Classification	235
L.4	Rated values.....	235
L.4.1	Rated current (I_n)	235
L.4.2	Rated conditional short-circuit current (I_{cc})	236
L.5	Product information.....	236
L.6	Constructional and performance requirements	236
L.7	Tests	237
L.7.1	General.....	237
L.7.2	Rated conditional short-circuit tests	238
Annex M (normative)	Modular residual current devices (without integral current breaking device)	240
M.1	General.....	284
M.1.1	Preamble	284
M.1.2	Scope and object	284
M.2	Terms and definitions.....	284
M.2.1	Terms and definitions relating to the energization of an MRCD	284
M.2.2	Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD.....	285
M.3	Classification	285
M.3.1	Classification according to the configuration of the primary conductors	285
M.3.2	Classification according to the method of operation	285
M.3.3	Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current	286
M.3.4	Classification according to time delay of the residual current function	286
M.3.5	Classification according to behaviour in presence of a d.c. component	286
M.4	Characteristics of MRCDs	286
M.4.1	General characteristics	286
M.4.2	Characteristics of MRCDs concerning their residual current function.....	287
M.4.3	Behaviour under short-circuit conditions	287
M.4.4	Preferred and limiting values.....	288
M.5	Product information.....	288
M.6	Normal service, mounting and transport conditions	290
M.7	Design and operating requirements.....	290
M.7.1	Design requirements	290
M.7.2	Operating requirements	290
M.8	Tests	293
M.8.1	General.....	293
M.8.2	Compliance with constructional requirements.....	294
M.8.3	Verification of the operating characteristics.....	294
M.8.4	Verification of dielectric properties	296

M.8.5	Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage	297
M.8.6	Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in the case of a single phase load	297
M.8.7	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	297
M.8.8	Verification of the behaviour in the case of an earth fault current comprising a d.c. component	298
M.8.9	Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensing means connection	301
M.8.10	Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs	302
M.8.11	Verification of mechanical and electrical endurance	302
M.8.12	Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.1 in the case of failure of the voltage source	303
M.8.13	Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.2 in the case of failure of the voltage source	303
M.8.14	Verification of the behaviour of MRCDs under short-circuit conditions	304
M.8.15	Verification of the effects of environmental conditions	306
M.8.16	Verification of electromagnetic compatibility	306
Annex N (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M		330
N.1	General	330
N.1.1	General	330
N.1.2	General test conditions	330
N.2	Immunity	330
N.2.1	General	330
N.2.2	Electrostatic discharges	331
N.2.3	Radiated RF electromagnetic fields	331
N.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B)	331
N.2.5	Surges	332
N.2.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	332
N.2.7	Voltage dips and interruptions	332
N.3	Emission	332
N.3.1	General	332
N.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	333
N.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz)	333
Annex O (normative) Instantaneous trip circuit-breakers (ICB)		334
O.1	General	334
O.2	Terms and definitions	334
O.3	Rated values	334
O.3.1	General	334
O.3.2	Rated current (I_n)	334
O.3.3	Rated short-circuit making capacity	334
O.3.4	Rated short-circuit breaking capacities	334
O.4	Product information	335
O.5	Constructional and performance requirements	335
O.6	Tests	335
O.6.1	Test sequence of the ICB alone	335
O.6.2	ICB associated with a specified protected device (i.e. motor-starter or overload relay)	336
Annex P (normative) DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications		337

P.1	Field of application.....	337
P.2	Terms and definitions.....	337
P.3	Classification	337
P.4	Characteristics of PV circuit-breakers	337
P.5	Product information.....	338
P.6	Normal service, mounting and transport conditions	338
P.7	Constructional and performance requirements	338
P.7.1	Constructional requirements	338
P.7.2	Performance requirements.....	338
P.7.3	Electromagnetic compatibility (EMC).....	339
P.8	Tests	339
P.8.1	Kind of tests.....	339
P.8.2	Compliance with constructional requirements.....	339
P.8.3	Type tests.....	339
P.8.4	Routine tests	341
P.8.5	Special tests	341
Annex Q	Vacant.....	342
Annex R (normative)	Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic re-closing functions.....	343
R.1	General.....	343
R.1.1	Preamble	343
R.1.2	Field of application.....	343
R.2	Terms and definitions.....	344
R.3	Classification	345
R.3.1	According to the method of construction	345
R.3.2	According to the method of automatic reclosing	345
R.4	Characteristics.....	345
R.4.1	Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$)	345
R.4.2	Maximum number of consecutive reclosing operations.....	345
R.5	Marking and instructions	346
R.6	Normal service, mounting and transport conditions	346
R.7	Design and operating requirements.....	347
R.7.1	Design requirements	347
R.7.2	Operating requirements	347
R.8	Tests	348
R.8.1	General conditions	348
R.8.2	Verification of the non-reclosing after tripping under over-current conditions	349
R.8.3	Verification of the non-reclosing after intentional opening	349
R.8.4	Verification of the automatic reclosing function after tripping on earth fault	349
R.8.5	Verification of mechanical endurance.....	351
R.8.6	Verification of the isolation function	351
R.8.7	Verification of residual short-circuit making and breaking capacity	352
R.8.8	Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8	352
R.8.9	Test items for external type automatic reclosing devices.....	352
Bibliography		354

Figure 1 – Test arrangement (connecting cables not shown) for short-circuit tests	82
Figure A.1 – Over-current co-ordination between a circuit-breaker and a fuse or back-up protection by a fuse: operating characteristics	89
Figure A.2 – Total selectivity between two circuit-breakers	90
Figure A.3 – Back-up protection by a circuit-breaker – Operating characteristics	91
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).....	93
Figure A.5 – Example of test circuit for the verification of selectivity	94
Figure B.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic (see B.8.2).....	159
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)	160
Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.10).....	161
Figure B.4 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz	162
Figure B.5 – Example of a test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping	162
Figure B.6 – Surge current wave 8/20 μ s	163
Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current	163
Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents	164
Figure B.9 – Test circuit for residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current	165
Figure B.10 – Test circuit for residual alternating currents superimposed by a smooth direct current	166
Figure B.11 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases	167
Figure B.12 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases.....	168
Figure B.13 – Test circuit for residual smooth direct current.....	169
Figure B.14 – Test circuit for composite residual currents, and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz	170
Figure D.1 – General test arrangement.....	178
Figure D.2 – Mounting of terminals for the current cycling test	179
Figure F.1 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors in accordance with F.4.1	194
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	195
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.....	195
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	196
Figure F.5 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions in accordance with F.4.7.1	196
Figure F.6 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Two phase poles in series.....	197
Figure F.7 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three phase poles in series	197

Figure F.8 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three-phase connection	198
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.....	198
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.....	199
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	199
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	200
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	200
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	201
Figure F.15 – Temperature variation cycles at a specified rate of change in accordance with F.9.1	201
Figure F.16 – General test set-up for immunity tests	202
Figure F.17 – Test set-up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields	203
Figure F.18 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	203
Figure F.19 – Test set-up for verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines	204
Figure F.20 – General test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	204
Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration	205
Figure F.22 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three phase poles in series configuration.....	205
Figure F.23 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three-phase configuration	206
Figure G.1 – Example of power loss measurement according to G.2.1	208
Figure G.2 – Example of power loss measurement according to G.2.2 and G.2.3.....	209
Figure J.1 – EUT mounted in a metallic enclosure	221
Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions.....	222
Figure J.3 – Test set up for the verification of immunity to electrostatic discharges	223
Figure J.4 – Test set up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields.....	223
Figure J.5 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	224
Figure J.6 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines.....	224
Figure K.1 – Relationship between symbols and tripping characteristics	228
Figure K.2 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 1 kA to 200 kA	229
Figure K.3 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA	230
Figure K.4 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 1 kA to 200 kA	231

Figure K.5 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA.....	232
Figure K.6 – Example of the use of template to Figure K.2.....	233
Figure K.7 – Example of the use of template to Figure K.4.....	234
Figure M.1 – Test circuits for the verification of operation in the case of a steady increase of residual current.....	307
Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with current breaking device).....	308
Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without current breaking device).....	309
Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions.....	310
Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance.....	311
Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current.....	312
Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current.....	313
Figure M.8 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (without current-breaking device).....	314
Figure M.9 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (with current-breaking device).....	315
Figure M.10 – Test circuits for the verification of operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current.....	316
Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current.....	317
Figure M.12 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (without current-breaking device).....	318
Figure M.13 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (with current-breaking device).....	319
Figure M.14 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases.....	320
Figure M.15 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases.....	321
Figure M.16 – Test circuits for the verification of correct operation in the case of composite residual currents and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz.....	322
Figure M.17 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of a residual alternating current superimposed on a smooth direct current.....	323
Figure M.18 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the connection of the sensing means.....	324
Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions.....	325
Figure M.20 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions.....	326
Figure M.21 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal-type MRCDs under short-circuit conditions.....	327
Figure M.22 – Verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields – Test set-up for MRCDs with separate sensing means (in addition to the test of Annex B).....	328

Figure M.23 – Verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on the sensing means connection of an MRCD with separate sensing means (in addition to the test of Annex B)	328
Figure M.24 – Verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Test setup for MRCD with separate sensing means (in addition to the test of Annex B).....	329
Figure R.1 – Test circuit for the verification of the automatic reclosing functions	353
Table 1 (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)	27
Table 3 – Minimum values of rated short-time withstand current	28
Table 4 (void)	28
Table 5 – Preferred values of the rated control supply voltage, if different from that of the main circuit	29
Table 6 – Characteristics of the opening operation of inverse time-delay over-current opening releases at the reference temperature	39
Table 7 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts	40
Table 8 – Number of operating cycles	41
Table 9 – Overall schema of test sequences ^a	46
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.....	50
Table 10 – Number of samples for test (1 of 2)	54
Table 11 – Values of power factors and time constants corresponding to test currents	56
Table 12 – Test circuit characteristics for overload performance	68
Table 13 – Product information	33
Table B.1 – Operating characteristic in the case of sinusoidal residual current for non-time-delay type	132
Table B.2 – Operating characteristics in the case of sinusoidal residual currents, for time-delay type having a limiting non-actuating time of 0,06 s	132
Table B.3 – Product information.....	134
Table B.4 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage	139
Table B.5 – Additional test sequences	142
Table B.6 – Tripping current range for CBRs in the case of an earth fault comprising a d.c. component	147
Table B.7 – Composite test current definition and starting current value	149
Table B.8 – Operating current range for composite residual current	149
Table B.9 – Operating limits for residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz	150
Table D.1 – List of tests for terminal connections ^a with aluminium cables	174
Table D.2 – Conductor length for the current cycling test as per conductor cross-section.....	179
Table D.3 – Equalizer dimensions.....	179
Table D.4 – Starting test current for the current cycling test	180
Table D.5 – Example of stability factor calculation	180

Table D.6 – Test values for flexion and pull-out test for cables	181
Table D.7 – Test aluminium cables for test currents up to 800 A ^{a,d}	182
Table D.8 – Test aluminium bars for test currents above 400 A ^g and up to 3 150 A ^{a, f}	183
Table F.1 – Test parameters for current dips and interruptions	190
Table H.1 – Product information.....	211
Table J.1 – EMC – Immunity tests.....	214
Table J.2 – Reference data for immunity test specifications	217
Table J.3 – EMC – Emission tests.....	220
Table J.4 – Reference data for emission test specifications	220
Table L.1 – Product information	236
Table M.1 – Product information	289
Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source	292
Table M.3 – Test sequences	293
Table O.1 – Product information	335
Table P.1 – Rated impulse withstand levels for PV circuit-breakers	337
Table P.2 – Number of operating cycles.....	339
Table P.3 – Product information.....	338
Table R.2 – Product information.....	346
Table R.1 – Test sequences for external type automatic re-closing devices	353

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 Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60947-2 bears the edition number 5.1. It consists of the fifth edition (2016-06) [documents 121A/71/FDIS and 121A/83/RVD], its corrigendum (2016-11) and its amendment 1 (2019-07) [documents 121A/286/FDIS and 121A/302/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

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 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.

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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

The contents of the corrigendum of October 2019 have been included in this copy.

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, *intended to be installed and operated by instructed or skilled persons*, 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, downstream of variable frequency drives, use in explosive atmospheres) 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 60228, *Conductors of insulated cables*

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
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 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61545, *Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units*

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

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

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

CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	370
1 Généralités	372
1.1 Domaine d'application et objet	372
1.2 Références normatives	373
2 Termes et définitions	374
3 Classification	379
4 Caractéristiques des disjoncteurs	380
4.1 Enumération des caractéristiques	380
4.2 Type du disjoncteur	380
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal	380
4.3.1 Généralités	380
4.3.2 Tensions assignées	380
4.3.3 Courants	381
4.3.4 Fréquence assignée	381
4.3.5 Service assigné	381
4.3.6 Caractéristiques de court-circuit	381
4.4 Catégories de sélectivité	384
4.5 Circuits de commande	384
4.5.1 Circuits de commande électriques	384
4.5.2 Circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou électropneumatiques)	384
4.6 Circuits auxiliaires	385
4.7 Déclencheurs	385
4.7.1 Types	385
4.7.2 Caractéristiques	385
4.7.3 Courant de réglage des déclencheurs à maximum de courant	385
4.7.4 Réglage du temps de déclenchement des déclencheurs à maximum de courant	386
4.8 Fusibles incorporés (disjoncteurs à fusibles incorporés)	386
5 Informations sur le matériel	387
5.1 Nature des informations	387
5.2 Marquage	387
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	390
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	390
7 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	390
7.1 Exigences relatives à la construction	390
7.1.1 Généralités	390
7.1.2 Disjoncteur débrochables	391
7.1.3 Exigences complémentaires pour les disjoncteurs aptes au sectionnement	391
7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite	391
7.1.5 Exigences pour la sécurité de l'opérateur	392
7.1.6 Liste des différences de construction	392
7.1.7 Exigences supplémentaires pour les disjoncteurs munis d'un pôle neutre	392
7.1.8 Entrées et sorties numériques à l'usage des automates programmables (AP)	393

7.2	Exigences relatives au fonctionnement	393
7.2.1	Conditions de fonctionnement.....	393
7.2.2	Echauffement	395
7.2.3	Propriétés diélectriques	397
7.2.4	Aptitude à l'établissement et à la coupure à vide, en charge normale et en surcharge	398
7.2.5	Aptitude à l'établissement et à la coupure en condition de court-circuit.....	399
7.2.6	Disponible	399
7.2.7	Exigences complémentaires pour les disjoncteurs aptes au sectionnement	399
7.2.8	Exigences particulières pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.....	399
7.2.9	Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits.....	400
7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	400
8	Essais	400
8.1	Nature des essais	400
8.1.1	Généralités	400
8.1.2	Essais de type	400
8.1.3	Essais individuels de série.....	400
8.2	Conformité aux exigences de construction	400
8.3	Essais de type	400
8.3.1	Séquences d'essai.....	401
8.3.2	Conditions générales d'essai	408
8.3.3	Séquence d'essai I: Caractéristiques générales de fonctionnement	417
8.3.4	Séquence d'essai II: Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit	427
8.3.5	Séquence d'essai III: Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit.....	429
8.3.6	Séquence d'essai IV: Courant assigné de courte durée admissible	430
8.3.7	Séquence d'essai V: Fonctionnement des disjoncteurs à fusibles incorporés	432
8.3.8	Séquence d'essai VI: séquence d'essai combinée	433
8.3.9	Essai de courant continu critique de charge.....	435
8.4	Essais individuels de série	436
8.4.1	Généralités	436
8.4.2	Essais de fonctionnement mécanique	437
8.4.3	Vérification de l'étalonnage des déclencheurs de surintensité.....	437
8.4.4	Vérification du fonctionnement des déclencheurs à minimum de tension et des déclencheurs shunt	437
8.4.5	Essais supplémentaires pour les DPR	438
8.4.6	Essais diélectriques	438
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	439
8.5	Essais spéciaux – Chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs	439
Annexe A (normative)	Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit	442
A.1	Généralités	442
A.2	Domaine d'application et objet	443
A.3	Exigences générales de coordination d'un disjoncteur avec un autre DPCC.....	443
A.3.1	Généralités	443
A.3.2	Courant d'intersection.....	443

A.3.3	Comportement de C ₁ en association avec un autre DPCC.....	443
A.4	Type et caractéristiques du DPCC associé.....	443
A.5	Vérification de la sélectivité	444
A.5.1	Généralités	444
A.5.2	Examen de la sélectivité par étude théorique.....	444
A.5.3	Sélectivité déterminée par essai	445
A.6	Vérification de la protection d'accompagnement	446
A.6.1	Détermination du courant d'intersection	446
A.6.2	Vérification de la protection d'accompagnement	446
A.6.3	Essais de vérification de la protection d'accompagnement.....	447
A.6.4	Résultats à obtenir	448
Annexe B (normative) Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel.....		455
B.1	Généralités	487
B.1.1	Préambule	487
B.1.2	Domaine d'application et objet.....	487
B.2	Termes et définitions	488
B.2.1	Termes et définitions relatifs aux courants circulant entre les parties actives et la terre	488
B.2.2	Termes et définitions relatives à l'alimentation d'un DPR.....	488
B.2.3	Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions des DPR	489
B.2.4	Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'alimentation	491
B.3	Classification	491
B.3.1	Classification selon le mode de fonctionnement de la fonction de courant différentiel résiduel	491
B.3.2	Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement.....	491
B.3.3	Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel	492
B.3.4	Classification selon le comportement en présence d'une composante continue	492
B.4	Caractéristiques des DPR pour leur fonction de courant différentiel résiduel.....	492
B.4.1	Valeurs assignées	492
B.4.2	Valeurs préférentielles et valeurs limites.....	492
B.4.3	Valeur du pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I\Delta_m$).....	494
B.4.4	Caractéristiques de fonctionnement dans le cas d'un courant de défaut à la terre avec ou sans composante continue	494
B.5	Marquage	495
B.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	497
B.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	497
B.7.1	Exigences relatives à la conception	497
B.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	497
B.7.3	Compatibilité électromagnétique	501
B.8	Essais.....	502
B.8.1	Séquences d'essai.....	502
B.8.2	Vérification des caractéristiques de fonctionnement.....	505
B.8.3	Vérification des propriétés diélectriques	507

B.8.4	Vérification de la manœuvre de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée.....	507
B.8.5	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité	508
B.8.6	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc.....	508
B.8.7	Vérifications supplémentaires pour les DPR de type A et de type B	509
B.8.8	Vérifications supplémentaires pour les DPR de type B.....	511
B.8.9	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.1	516
B.8.10	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.2	517
B.8.11	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	518
B.8.12	Vérification des effets des conditions d'environnement	519
B.8.13	Vérification de la compatibilité électromagnétique.....	519
B.8.14	Essais pour des variations ou des interruptions de tension et pour des creux de tension	521
Annexe C (normative) Séquence d'essai en court-circuit sur un pôle séparément		535
C.1	Généralités	535
C.2	Essai de pouvoir de coupure en court-circuit sur un pôle séparément	535
C.3	Vérification de la tenue diélectrique	535
C.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	535
Annexe D (normative) Disponible Exigences supplémentaires relatives aux disjoncteurs destinés au raccordement de conducteurs en aluminium.....		536
D.1	Généralités	536
D.2	Termes et définitions	536
D.3	Classification	537
D.4	Caractéristiques.....	537
D.5	Informations sur le matériel.....	537
D.5.1	Nature des informations.....	537
D.5.2	Marquage	537
D.5.3	Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	537
D.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	538
D.7	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	538
D.8	Essais.....	538
D.8.1	Généralités	538
D.8.2	Essai de cycle de courant.....	539
D.8.3	Propriétés mécaniques des bornes	542
D.8.4	Essai d'insertion de conducteurs ronds en aluminium et non préparés de section maximale	542
Annexe E (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur		550
Annexe F (normative) Essais supplémentaires pour les disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités		551
F.1	Généralités	551
F.2	Liste des essais	551
F.2.1	Généralités	551
F.2.2	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	551
F.2.3	Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples	552
F.2.4	Essai de chaleur sèche.....	552

F.2.5	Essai de chaleur humide.....	552
F.2.6	Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié	552
F.3	Conditions générales d'essai	552
F.3.1	Généralités	552
F.3.2	Essais de compatibilité électromagnétique.....	552
F.4	Essais d'immunité	553
F.4.1	Courants harmoniques.....	553
F.4.2	Décharges électrostatiques	554
F.4.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés.....	554
F.4.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	555
F.4.5	Ondes de choc	555
F.4.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	555
F.4.7	Creux de courant	556
F.5	Essais d'émission	556
F.5.1	Harmoniques	556
F.5.2	Fluctuations de tension	557
F.5.3	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)	557
F.5.4	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 GHz).....	557
F.6	Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples	557
F.6.1	Généralités	557
F.6.2	Conditions d'essai	557
F.6.3	Mode opératoire d'essai	557
F.6.4	Résultats d'essai	558
F.7	Essai de chaleur sèche	558
F.7.1	Mode opératoire d'essai	558
F.7.2	Résultats d'essai	558
F.7.3	Vérification des déclencheurs de surcharge	558
F.8	Essai de chaleur humide	559
F.8.1	Mode opératoire d'essai	559
F.8.2	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	559
F.9	Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié	559
F.9.1	Conditions d'essai	559
F.9.2	Mode opératoire d'essai	559
F.9.3	Résultats d'essai	559
F.9.4	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	559
Annexe G (normative)	Perte de puissance	574
G.1	Généralités	574
G.2	Méthodes d'essai	574
G.2.1	Cas général	574
G.2.2	Disjoncteurs à courant alternatif de courant assigné ne dépassant pas 400 A.....	574
G.2.3	Disjoncteurs à courant continu.....	575
G.3	Mode opératoire d'essai.....	575
Annexe H (normative)	Séquence d'essai pour les disjoncteurs pour réseaux IT	577
H.1	Généralités	577
H.2	Court-circuit sur un pôle séparément	577
H.3	Vérification de la tenue diélectrique	578

H.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	578
H.5	Marquage	578
Annexe J (normative) Compatibilité électromagnétique (CEM) – Exigences et méthodes d'essai pour les disjoncteurs.....		580
J.1	Généralités	580
J.2	Immunité.....	581
J.2.1	Généralités	581
J.2.2	Décharges électrostatiques	586
J.2.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés.....	587
J.2.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	587
J.2.5	Ondes de choc	588
J.2.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	588
J.3	Emission.....	588
J.3.1	Généralités.....	588
J.3.2	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz).....	589
J.3.3	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz).....	590
Annexe K (informative) Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques		594
Annexe L (normative) Disjoncteurs ne satisfaisant pas aux exigences concernant la protection contre les surintensités.....		605
L.1	Généralités	605
L.2	Termes et définitions	605
L.3	Classification	605
L.4	Valeurs assignées.....	605
L.4.1	Courant assigné (I_n)	605
L.4.2	Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{cc}).....	606
L.5	Informations sur le matériel.....	606
L.6	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	607
L.7	Essais.....	607
L.7.1	Généralités.....	607
L.7.2	Essais de court-circuit conventionnel assigné.....	608
Annexe M (normative) Appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD) (non intégrés à un appareil de coupure de courant)		610
M.1	Généralités	654
M.1.1	Préambule	654
M.1.2	Domaine d'application et objet.....	655
M.2	Termes et définitions	655
M.2.1	Termes et définitions relatifs à l'alimentation d'un MRCD.....	655
M.2.2	Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions d'un MRCD.....	655
M.3	Classification	656
M.3.1	Classification selon la configuration des conducteurs primaires	656
M.3.2	Classification selon le mode de fonctionnement.....	656
M.3.3	Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement.....	656
M.3.4	Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel	656

M.3.5	Classification selon le comportement en présence d'une composante continue	657
M.4	Caractéristiques des MRCD	657
M.4.1	Caractéristiques générales	657
M.4.2	Caractéristiques des MRCD concernant leur fonction de courant différentiel résiduel	658
M.4.3	Comportement en condition de court-circuit	658
M.4.4	Valeurs préférentielles et valeurs limites	659
M.5	Informations sur le matériel	659
M.6	Conditions normales de service, de montage et de transport	661
M.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement	662
M.7.1	Exigences relatives à la conception	662
M.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	662
M.8	Essais	664
M.8.1	Généralités	664
M.8.2	Conformité aux exigences de construction	665
M.8.3	Vérification des caractéristiques de fonctionnement	666
M.8.4	Vérification des propriétés diélectriques	668
M.8.5	Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai aux limites de tension assignée	669
M.8.6	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité, dans le cas d'une charge monophasée	669
M.8.7	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc	669
M.8.8	Vérification du comportement dans le cas d'un courant de défaut à la terre comprenant une composante continue	669
M.8.9	Vérification du comportement des MRCD à organe de détection séparé en cas de défaillance de la connexion de l'organe de détection	673
M.8.10	Vérification de l'échauffement des MRCD de type à bornes	674
M.8.11	Vérification de l'endurance mécanique et électrique	674
M.8.12	Vérification du comportement des MRCD classés selon M.3.2.2.1 en cas de défaillance de la source de tension	675
M.8.13	Vérification du comportement des MRCD classés selon M.3.2.2.2 en cas de défaillance de la source de tension	675
M.8.14	Vérification du comportement des MRCD dans des conditions de court-circuit	676
M.8.15	Vérification des effets des conditions d'environnement	678
M.8.16	Vérification de la compatibilité électromagnétique	678
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		703
N.1	Généralités	703
N.1.1	Champ d'application	703
N.1.2	Conditions générales d'essai	703
N.2	Immunité	704
N.2.1	Généralités	704
N.2.2	Décharges électrostatiques	704
N.2.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés	704
N.2.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S)	705
N.2.5	Ondes de choc	705
N.2.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun)	705

N.2.7	Creux de tension et interruptions	705
N.3	Emission	705
N.3.1	Généralités	705
N.3.2	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)	706
N.3.3	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz)	706
Annexe O (normative)	Disjoncteurs à déclenchement instantané (ICB)	707
O.1	Généralités	707
O.2	Termes et définitions	707
O.3	Valeurs assignées	707
O.3.1	Généralités	707
O.3.2	Courant assigné (I_n)	707
O.3.3	Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	707
O.3.4	Pouvoirs assignés de coupure en court-circuit	707
O.4	Informations sur le matériel	708
O.5	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	708
O.6	Essais	709
O.6.1	Séquence d'essai de l'ICB seul	709
O.6.2	ICB associé avec un appareil de protection spécifié (par exemple un démarreur de moteur ou un relais à maximum de courant)	709
Annexe P (normative)	Disjoncteurs à courant continu pour utilisation dans les applications photovoltaïques (PV)	710
P.1	Champ d'application	710
P.2	Termes et définitions	710
P.3	Classification	710
P.4	Caractéristiques des disjoncteurs PV	710
P.5	Informations sur le matériel	711
P.6	Conditions normales de service, de montage et de transport	711
P.7	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	711
P.7.1	Exigences relatives à la construction	711
P.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	711
P.7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	712
P.8	Essais	712
P.8.1	Nature des essais	712
P.8.2	Conformité aux exigences de construction	712
P.8.3	Essais de type	712
P.8.4	Essais individuels de série	714
P.8.5	Essais spéciaux	715
Annexe Q Disponible		716
Annexe R (normative)	Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel avec fonctions de refermeture automatique	717
R.1	Généralités	717
R.1.1	Préambule	717
R.1.2	Champ d'application	717
R.2	Termes et définitions	718
R.3	Classification	719
R.3.1	Selon la méthode de construction	719
R.3.2	Selon le mode de refermeture automatique	719

R.4	Caractéristiques.....	719
R.4.1	Courant assigné différentiel résiduel de refermeture automatique ($I_{\Delta ar}$)	719
R.4.2	Nombre maximal de manœuvres de refermeture successives	719
R.5	Marquage et instructions.....	720
R.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	721
R.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	721
R.7.1	Exigences relatives à la conception	721
R.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	722
R.8	Essais.....	723
R.8.1	Conditions générales	723
R.8.2	Vérification de la non-refermeture après déclenchement dans des conditions de surintensité	723
R.8.3	Vérification de la non-refermeture après ouverture intentionnelle.....	724
R.8.4	Vérification de la fonction de refermeture automatique après un déclenchement sur courant de défaut à la terre	724
R.8.5	Vérification de l'endurance mécanique.....	725
R.8.6	Vérification de la fonction de sectionnement.....	726
R.8.7	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	726
R.8.8	Vérification de la fonction de refermeture automatique après les séquences d'essai de l'Article B.8.....	727
R.8.9	Essais des dispositifs de refermeture automatique de type externe	727
	Bibliographie.....	729
	Figure 1 – Installation d'essai (câbles de raccordement non représentés) pour essais de court-circuit.....	441
	Figure A.1 – Coordination pour la surintensité entre un disjoncteur et un fusible ou protection d'accompagnement par un fusible: caractéristiques de fonctionnement	449
	Figure A.2 – Sélectivité totale entre deux disjoncteurs	450
	Figure A.3 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur – Caractéristiques de fonctionnement	451
	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).....	453
	Figure A.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité.....	454
	Figure B.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement (voir B.8.2).....	522
	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)	523
	Figure B.3 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des DPR classés selon B.3.1.2.2 (voir B.8.10)	524
	Figure B.4 – Onde de courant 0,5 μ s/100 kHz.....	525
	Figure B.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs	526
	Figure B.6 – Onde de courant de choc 8/20 μ s	527
	Figure B.7 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite.....	527
	Figure B.8 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés	528
	Figure B.9 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant continu lissé	529

Figure B.10 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels alternatifs auxquels est superposé un courant continu lissé	530
Figure B.11 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases	531
Figure B.12 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases	532
Figure B.13 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu lissé	533
Figure B.14 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels composites et les courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz	534
Figure D.1 – Disposition d'essai générale	543
Figure D.2 – Montage des bornes pour l'essai de cycle de courant	544
Figure F.1 – Représentation du courant d'essai produit par des thyristors dos à dos selon F.4.1	560
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	561
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	561
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	562
Figure F.5 – Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des interruptions de courant selon F.4.7.1	562
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	563
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	563
Figure F.8 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Raccordement triphasé	564
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	564
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	565
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	565
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	566
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	566
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	567
Figure F.15 – Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié selon F.9.1	567
Figure F.16 – Installation générale d'essai pour les essais d'immunité	568
Figure F.17 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	569
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	569
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	570
Figure F.20 – Installation générale d'essai pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (mode commun)	570

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	571
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	572
Figure F.23 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration triphasée	573
Figure G.1 – Exemple de mesurage de la perte de puissance selon G.2.1	575
Figure G.2 – Exemple de mesurage de la perte de puissance selon G.2.2 et G.2.3	576
Figure J.1 – EUT monté dans une enveloppe métallique	590
Figure J.2 – Installation d'essai pour le mesurage des émissions rayonnées aux fréquences radioélectriques	591
Figure J.3 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux décharges électrostatiques	591
Figure J.4 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	592
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	592
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	593
Figure K.1 – Relation entre les symboles et les caractéristiques de déclenchement	598
Figure K.2 – Modèle de caractéristiques du courant coupé limité par rapport au courant présumé de 1 kA à 200 kA	599
Figure K.3 – Modèle de caractéristiques du courant coupé limité par rapport au courant présumé de 0,01 kA à 200 kA	600
Figure K.4 – Modèle de caractéristiques de l'énergie limitée par rapport au courant présumé de 1 kA à 200 kA	601
Figure K.5 – Modèle de caractéristiques de l'énergie limitée par rapport au courant présumé de 0,01 kA à 200 kA	602
Figure K.6 – Exemple d'utilisation du modèle de la Figure K.2	603
Figure K.7 – Exemple d'utilisation du modèle de la Figure K.4	604
Figure M.1 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une augmentation régulière du courant différentiel résiduel	680
Figure M.2 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel (avec appareil de coupure de courant)	681
Figure M.3 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel (sans appareil de coupure de courant)	682
Figure M.4 – Circuits d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité	683
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	684
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	685
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	686

Figure M.8 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu pulsé (sans appareil de coupure de courant).....	687
Figure M.9 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu pulsé (avec appareil de coupure de courant).....	688
Figure M.10 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant continu lissé.....	689
Figure M.11 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une montée lente d'un courant différentiel résiduel continu lissé.....	690
Figure M.12 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu lissé (sans appareil de coupure de courant).....	691
Figure M.13 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu lissé (avec appareil de coupure de courant).....	692
Figure M.14 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases.....	693
Figure M.15 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases.....	694
Figure M.16 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels composites et de courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz.....	695
Figure M.17 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'un courant différentiel résiduel alternatif superposé à un courant continu lissé.....	696
Figure M.18 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des MRCD à organe de détection séparé en cas de défaillance de la connexion de l'organe de détection.....	697
Figure M.19 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD à organe de détection séparé dans des conditions de court-circuit.....	698
Figure M.20 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD à organe de détection intégré dans des conditions de court-circuit.....	699
Figure M.21 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD de type à bornes dans des conditions de court-circuit.....	700
Figure M.22 – Vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques – Installation d'essai pour les MRCD à organe de détection séparé (en complément de l'essai de l'Annexe B).....	701
Figure M.23 – Vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur la connexion de l'organe de détection d'un MRCD à organe de détection séparé (en complément de l'essai de l'Annexe B).....	702
Figure M.24 – Vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Installation d'essai pour les MRCD à organe de détection séparé (en complément de l'essai de l'Annexe B).....	702
Figure R.1 – Circuit d'essai pour la vérification des fonctions de refermeture automatique.....	728
Tableau 1 (vide).....	383
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).....	383
Tableau 3 – Valeurs minimales du courant assigné de courte durée admissible.....	384

Tableau 4 (vide).....	384
Tableau 5 – Valeurs préférentielles de la tension assignée d'alimentation de commande si elle est différente de celle du circuit principal	384
Tableau 6 – Caractéristiques d'ouverture des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant à temps inverse à la température de référence.....	395
Tableau 7 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles	397
Tableau 8 – Nombre de cycles de manœuvres.....	399
Tableau 9 – Schéma d'ensemble des séquences d'essai ^a	403
Tableau 9a – Applicabilité des séquences d'essai en fonction de la relation entre I_{CS} , I_{CU} et I_{CW} ^a	404
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	406
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	407
Tableau 10 – Nombre d'échantillons pour les essais (1 de 2).....	411
Tableau 11 – Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps en fonction des courants d'essai.....	413
Tableau 12 – Caractéristiques du circuit d'essai pour le fonctionnement en surcharge.....	426
Tableau 13 – Informations sur le matériel	389
Tableau B.1 – Caractéristique de fonctionnement dans le cas d'un courant sinusoïdal différentiel résiduel pour le type non temporisé	493
Tableau B.2 – Caractéristiques de fonctionnement dans le cas de courants sinusoïdaux différentiels résiduels, pour le type temporisé ayant un temps limite de non-réponse de 0,06 s	494
Tableau B.3 – Informations sur le matériel.....	496
Tableau B.4 – Exigences relatives aux DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation	501
Tableau B.5 – Séquences d'essai supplémentaires.....	504
Tableau B.6 – Plage de courants de déclenchement pour les DPR dans le cas d'un défaut à la terre comprenant des composantes continues	510
Tableau B.7 – Définition du courant composite d'essai et valeur du courant de départ.....	512
Tableau B.8 – Plage de courant de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composite	512
Tableau B.9 – Limites de fonctionnement pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz	513
Tableau D.1 – Liste des essais pour les raccordements ^a de câbles en aluminium dans les bornes.....	539
Tableau D.2 – Longueur de conducteur pour l'essai de cycle de courant en fonction de la section du conducteur	544
Tableau D.3 – Dimensions de l'égaliseur	545
Tableau D.4 – Courant d'essai de départ pour l'essai de cycle de courant	545
Tableau D.5 – Exemple de calcul du facteur de stabilité	546
Tableau D.6 – Valeurs d'essai pour l'essai de flexion et l'essai de traction des câbles.....	547
Tableau D.7 – Câbles d'essai en aluminium pour des courants d'essai pouvant atteindre 800 A ^{a,d}	548
Tableau D.8 – Barres d'essai en aluminium pour des courants d'essai supérieurs à 400 A ^g et pouvant atteindre 3 150 A ^{a, f}	549
Tableau F.1 – Paramètres d'essai pour les creux et interruptions de courant.....	556

Tableau H.1 – Informations sur le matériel.....	579
Tableau J.1 – CEM – Essais d’immunité	582
Tableau J.2 – Données de référence pour les spécifications d’essai d’immunité	586
Tableau J.3 – CEM – Essais d’émission.....	589
Tableau J.4 – Données de référence pour les spécifications d’essai d’émission.....	589
Tableau L.1 – Informations sur le matériel	606
Tableau M.1 – Informations sur le matériel	660
Tableau M.2 – Exigences pour les MRCD avec source de tension	663
Tableau M.3 – Séquences d’essai.....	665
Tableau O.1 – Informations sur le matériel.....	708
Tableau P.1 – Niveaux assignés de tenue aux chocs des disjoncteurs PV	710
Tableau P.2 – Nombre de cycles de manœuvres	712
Tableau P.3 – Informations sur le matériel.....	711
Tableau R.2 – Informations sur le matériel.....	721
Tableau R.1 – Séquences d’essai pour les dispositifs de refermeture automatique de type externe.....	727

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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60947-2 porte le numéro d'édition 5.1. Elle comprend la cinquième édition (2016-06) [documents 121A/71/FDIS et 121A/83/RVD], son corrigendum (2016-11) et son amendement 1 (2019-07) [documents 121A/286/FDIS et 121A/302/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions

sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

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 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.

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 la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

Le contenu du corrigendum d'octobre 2019 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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 destinés à être installés et utilisés par des personnes qualifiées ou compétentes, et 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~~ supplémentaires peuvent être nécessaires pour certaines applications spécifiques (par exemple: traction, laminoirs, service à bord des navires, circuits en aval de dispositifs d'entraînement à fréquence variable, utilisation dans des atmosphères explosives).

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 60228, *Ames des câbles isolés*

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 61000-4-2:2008, 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 61140:2016, Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels

IEC 61545, Dispositifs de connexion – Dispositifs pour la connexion des câbles en aluminium dans un organe de serrage en matière quelconque et des câbles en cuivre dans des organes de serrage en aluminium

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

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

CISPR 11:2015/AMD1:2016

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

CISPR 32:2015, Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission

FINAL VERSION**VERSION FINALE**

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

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

CONTENTS

FOREWORD	15
1 General	17
1.1 Scope and object	17
1.2 Normative references	18
2 Terms and definitions	19
3 Classification	23
4 Characteristics of circuit-breakers	24
4.1 Summary of characteristics	24
4.2 Type of circuit-breaker	24
4.3 Rated and limiting values of the main circuit	24
4.3.1 General	24
4.3.2 Rated voltages	24
4.3.3 Currents	25
4.3.4 Rated frequency	25
4.3.5 Rated duty	25
4.3.6 Short-circuit characteristics	25
4.4 Selectivity categories	28
4.5 Control circuits	28
4.5.1 Electrical control circuits	28
4.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic)	28
4.6 Auxiliary circuits	28
4.7 Releases	28
4.7.1 Types	28
4.7.2 Characteristics	29
4.7.3 Current setting of over-current releases	29
4.7.4 Tripping time setting of over-current releases	30
4.8 Integral fuses (integrally fused circuit-breakers)	30
5 Product information	30
5.1 Nature of the information	30
5.2 Marking	30
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	32
6 Normal service, mounting and transport conditions	32
7 Constructional and performance requirements	32
7.1 Constructional requirements	32
7.1.1 General	32
7.1.2 Withdrawable circuit-breakers	32
7.1.3 Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	33
7.1.4 Clearances and creepage distances	33
7.1.5 Requirements for the safety of the operator	33
7.1.6 List of construction breaks	33
7.1.7 Additional requirements for circuit-breakers provided with a neutral pole	34
7.1.8 Digital inputs and outputs for use with programmable logic controllers (PLCs)	34
7.2 Performance requirements	34
7.2.1 Operating conditions	34

7.2.2	Temperature-rise	37
7.2.3	Dielectric properties	38
7.2.4	Ability to make and break under no load, normal load and overload conditions	39
7.2.5	Ability to make and break under short-circuit conditions	40
7.2.6	Vacant	40
7.2.7	Additional requirements for circuit-breakers suitable for isolation	40
7.2.8	Specific requirements for integrally fused circuit-breakers	40
7.2.9	Co-ordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device	40
7.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	40
8	Tests	40
8.1	Kind of tests	40
8.1.1	General	40
8.1.2	Type tests	41
8.1.3	Routine tests	41
8.2	Compliance with constructional requirements	41
8.3	Type tests	41
8.3.1	Test sequences	42
8.3.2	General test conditions	49
8.3.3	Test sequence I: General performance characteristics	57
8.3.4	Test sequence II: Rated service short-circuit breaking capacity	66
8.3.5	Test sequence III: Rated ultimate short-circuit breaking capacity	67
8.3.6	Test sequence IV: Rated short-time withstand current	69
8.3.7	Test sequence V: Performance of integrally fused circuit-breakers	70
8.3.8	Test sequence VI: combined test sequence	72
8.3.9	Critical d.c. load current test	73
8.4	Routine tests	74
8.4.1	General	74
8.4.2	Mechanical operation tests	75
8.4.3	Verification of the calibration of overcurrent releases	75
8.4.4	Verification of the operation of undervoltage and shunt releases	76
8.4.5	Additional tests for CBRs	76
8.4.6	Dielectric tests	76
8.4.7	Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of Table 13 of IEC 60947-1:2007	77
8.5	Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock	77
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 the case of an earth fault current in the presence or absence of a d.c. component	97
B.5	Marking	97
B.6	Normal service, mounting and transport conditions	98
B.7	Design and operating requirements	99
B.7.1	Design requirements	99
B.7.2	Operating requirements	99
B.7.3	Electromagnetic compatibility	103
B.8	Tests	103
B.8.1	Test sequences	103
B.8.2	Verification of the operating characteristics	106
B.8.3	Verification of dielectric properties	108
B.8.4	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage	108
B.8.5	Verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions	108
B.8.6	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	109
B.8.7	Additional verifications for CBRs of types A and B	110
B.8.8	Additional verifications for CBRs of type B	112

B.8.9	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1	116
B.8.10	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.2	117
B.8.11	Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity	118
B.8.12	Verification of the effects of environmental conditions	118
B.8.13	Verification of electromagnetic compatibility	119
B.8.14	Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips	121
Annex C (normative)	Individual pole short-circuit test sequence	134
C.1	General	134
C.2	Test of individual pole short-circuit breaking capacity	134
C.3	Verification of dielectric withstand	134
C.4	Verification of overload releases	134
Annex D (normative)	Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors	135
D.1	General	135
D.2	Terms and definitions	135
D.3	Classification	136
D.4	Characteristics	136
D.5	Product information	136
D.5.1	Nature of information	136
D.5.2	Marking	136
D.5.3	Instructions for installation, operation and maintenance	136
D.6	Normal service, mounting and transport conditions	136
D.7	Constructional and performance requirements	137
D.8	Tests	137
D.8.1	General	137
D.8.2	Current cycling test	138
D.8.3	Mechanical properties of terminals	140
D.8.4	Test for insertability of unprepared round aluminium conductors having the maximum cross-section	141
Annex E (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	147
Annex F (normative)	Additional tests for circuit-breakers with electronic over-current protection	148
F.1	General	148
F.2	List of tests	148
F.2.1	General	148
F.2.2	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	148
F.2.3	Suitability for multiple frequencies	149
F.2.4	Dry heat test	149
F.2.5	Damp heat test	149
F.2.6	Temperature variation cycles at a specified rate of change	149
F.3	General test conditions	149
F.3.1	General	149
F.3.2	Electromagnetic compatibility tests	149
F.4	Immunity tests	150
F.4.1	Harmonic currents	150
F.4.2	Electrostatic discharges	151
F.4.3	Radiated RF electromagnetic fields	151

F.4.4	Electrical fast transient/burst (EFT/B)	151
F.4.5	Surges	152
F.4.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	152
F.4.7	Current dips	152
F.5	Emission tests	153
F.5.1	Harmonics	153
F.5.2	Voltage fluctuations	153
F.5.3	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	153
F.5.4	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 GHz)	153
F.6	Suitability for multiple frequencies	154
F.6.1	General	154
F.6.2	Test conditions	154
F.6.3	Test procedure	154
F.6.4	Test results	154
F.7	Dry heat test	155
F.7.1	Test procedure	155
F.7.2	Test results	155
F.7.3	Verification of overload releases	155
F.8	Damp heat test	155
F.8.1	Test procedure	155
F.8.2	Verification of overload releases	155
F.9	Temperature variation cycles at a specified rate of change	155
F.9.1	Test conditions	155
F.9.2	Test procedure	156
F.9.3	Test results	156
F.9.4	Verification of overload releases	156
Annex G (normative)	Power loss	170
G.1	General	170
G.2	Test methods	170
G.2.1	General case	170
G.2.2	AC circuit-breakers of rated current not exceeding 400 A	170
G.2.3	DC circuit-breakers	171
G.3	Test procedure	171
Annex H (normative)	Test sequence for circuit-breakers for IT systems	173
H.1	General	173
H.2	Individual pole short-circuit	173
H.3	Verification of dielectric withstand	174
H.4	Verification of overload releases	174
H.5	Marking	174
Annex J (normative)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Requirements and test methods for circuit-breakers	175
J.1	General	175
J.2	Immunity	176
J.2.1	General	176
J.2.2	Electrostatic discharges	179
J.2.3	Radiated RF electromagnetic fields	180
J.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B)	180
J.2.5	Surges	180
J.2.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	181

J.3	Emission	181
J.3.1	General.....	181
J.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	182
J.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz).....	182
Annex K (informative)	Glossary of symbols and graphical representation of characteristics	187
Annex L (normative)	Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection	196
L.1	General.....	196
L.2	Terms and definitions.....	196
L.3	Classification	196
L.4	Rated values.....	196
L.4.1	Rated current (I_n)	196
L.4.2	Rated conditional short-circuit current (I_{cc}).....	197
L.5	Product information.....	197
L.6	Constructional and performance requirements	197
L.7	Tests	197
L.7.1	General.....	197
L.7.2	Rated conditional short-circuit tests	198
Annex M (normative)	Modular residual current devices (without integral current breaking device)	201
M.1	General.....	201
M.1.1	Preamble	201
M.1.2	Scope and object	201
M.2	Terms and definitions.....	201
M.2.1	Terms and definitions relating to the energization of an MRCD	201
M.2.2	Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD.....	202
M.3	Classification	202
M.3.1	Classification according to the configuration of the primary conductors	202
M.3.2	Classification according to the method of operation	202
M.3.3	Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current	203
M.3.4	Classification according to time delay of the residual current function	203
M.3.5	Classification according to behaviour in presence of a d.c. component	203
M.4	Characteristics of MRCDs	203
M.4.1	General characteristics	203
M.4.2	Characteristics of MRCDs concerning their residual current function.....	204
M.4.3	Behaviour under short-circuit conditions	204
M.4.4	Preferred and limiting values.....	205
M.5	Product information.....	205
M.6	Normal service, mounting and transport conditions	207
M.7	Design and operating requirements.....	207
M.7.1	Design requirements	207
M.7.2	Operating requirements	207
M.8	Tests	210
M.8.1	General.....	210
M.8.2	Compliance with constructional requirements.....	211
M.8.3	Verification of the operating characteristics.....	211
M.8.4	Verification of dielectric properties	213

M.8.5	Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage	214
M.8.6	Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in the case of a single phase load	214
M.8.7	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	214
M.8.8	Verification of the behaviour in the case of an earth fault current comprising a d.c. component	215
M.8.9	Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensing means connection	218
M.8.10	Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs	219
M.8.11	Verification of mechanical and electrical endurance	219
M.8.12	Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.1 in the case of failure of the voltage source	220
M.8.13	Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.2 in the case of failure of the voltage source	220
M.8.14	Verification of the behaviour of MRCDs under short-circuit conditions	221
M.8.15	Verification of the effects of environmental conditions	223
M.8.16	Verification of electromagnetic compatibility	223
Annex N (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M		247
N.1	General	247
N.1.1	General	247
N.1.2	General test conditions	247
N.2	Immunity	247
N.2.1	General	247
N.2.2	Electrostatic discharges	248
N.2.3	Radiated RF electromagnetic fields	248
N.2.4	Electrical fast transients/bursts (EFT/B)	248
N.2.5	Surges	249
N.2.6	Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	249
N.2.7	Voltage dips and interruptions	249
N.3	Emission	249
N.3.1	General	249
N.3.2	Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)	250
N.3.3	Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz)	250
Annex O (normative) Instantaneous trip circuit-breakers (ICB)		251
O.1	General	251
O.2	Terms and definitions	251
O.3	Rated values	251
O.3.1	General	251
O.3.2	Rated current (I_n)	251
O.3.3	Rated short-circuit making capacity	251
O.3.4	Rated short-circuit breaking capacities	251
O.4	Product information	252
O.5	Constructional and performance requirements	252
O.6	Tests	252
O.6.1	Test sequence of the ICB alone	252
O.6.2	ICB associated with a specified protected device (i.e. motor-starter or overload relay)	253
Annex P (normative) DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications		254

P.1	Field of application.....	254
P.2	Terms and definitions.....	254
P.3	Classification	254
P.4	Characteristics of PV circuit-breakers	254
P.5	Product information.....	255
P.6	Normal service, mounting and transport conditions	255
P.7	Constructional and performance requirements	255
P.7.1	Constructional requirements	255
P.7.2	Performance requirements.....	255
P.7.3	Electromagnetic compatibility (EMC).....	256
P.8	Tests	256
P.8.1	Kind of tests.....	256
P.8.2	Compliance with constructional requirements.....	256
P.8.3	Type tests.....	256
P.8.4	Routine tests	258
P.8.5	Special tests	258
Annex Q	Vacant.....	259
Annex R (normative)	Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic re-closing functions.....	260
R.1	General.....	260
R.1.1	Preamble	260
R.1.2	Field of application.....	260
R.2	Terms and definitions.....	261
R.3	Classification	262
R.3.1	According to the method of construction	262
R.3.2	According to the method of automatic reclosing	262
R.4	Characteristics.....	262
R.4.1	Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$)	262
R.4.2	Maximum number of consecutive reclosing operations.....	262
R.5	Marking and instructions	262
R.6	Normal service, mounting and transport conditions	263
R.7	Design and operating requirements.....	263
R.7.1	Design requirements	263
R.7.2	Operating requirements	264
R.8	Tests	265
R.8.1	General conditions	265
R.8.2	Verification of the non-reclosing after tripping under over-current conditions	265
R.8.3	Verification of the non-reclosing after intentional opening	266
R.8.4	Verification of the automatic reclosing function after tripping on earth fault	266
R.8.5	Verification of mechanical endurance.....	267
R.8.6	Verification of the isolation function	267
R.8.7	Verification of residual short-circuit making and breaking capacity	268
R.8.8	Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8	268
R.8.9	Test items for external type automatic reclosing devices.....	269
Bibliography		271

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).....	122
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)	123
Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.10).....	124
Figure B.4 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz	125
Figure B.5 – Example of a test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping	125
Figure B.6 – Surge current wave 8/20 μ s	126
Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current	126
Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents	127
Figure B.9 – Test circuit for residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current	128
Figure B.10 – Test circuit for residual alternating currents superimposed by a smooth direct current	129
Figure B.11 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases	130
Figure B.12 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases.....	131
Figure B.13 – Test circuit for residual smooth direct current.....	132
Figure B.14 – Test circuit for composite residual currents, and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz	133
Figure D.1 – General test arrangement.....	141
Figure D.2 – Mounting of terminals for the current cycling test	142
Figure F.1 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors in accordance with F.4.1	157
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	158
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.....	158
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	159
Figure F.5 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions in accordance with F.4.7.1	159
Figure F.6 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Two phase poles in series.....	160
Figure F.7 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three phase poles in series	160

Figure F.8 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three-phase connection	161
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.....	161
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.....	162
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	162
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	163
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	163
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	164
Figure F.15 – Temperature variation cycles at a specified rate of change in accordance with F.9.1	164
Figure F.16 – General test set-up for immunity tests	165
Figure F.17 – Test set-up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields	166
Figure F.18 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	166
Figure F.19 – Test set-up for verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines	167
Figure F.20 – General test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields (common mode)	167
Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration	168
Figure F.22 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three phase poles in series configuration.....	168
Figure F.23 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three-phase configuration	169
Figure G.1 – Example of power loss measurement according to G.2.1	171
Figure G.2 – Example of power loss measurement according to G.2.2 and G.2.3.....	172
Figure J.1 – EUT mounted in a metallic enclosure	183
Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions.....	184
Figure J.3 – Test set up for the verification of immunity to electrostatic discharges	185
Figure J.4 – Test set up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields.....	185
Figure J.5 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines	186
Figure J.6 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines.....	186
Figure K.1 – Relationship between symbols and tripping characteristics	189
Figure K.2 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 1 kA to 200 kA	190
Figure K.3 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA	191
Figure K.4 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 1 kA to 200 kA	192

Figure K.5 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA.....	193
Figure K.6 – Example of the use of template to Figure K.2.....	194
Figure K.7 – Example of the use of template to Figure K.4.....	195
Figure M.1 – Test circuits for the verification of operation in the case of a steady increase of residual current.....	224
Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with current breaking device).....	225
Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without current breaking device).....	226
Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions.....	227
Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance.....	228
Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current.....	229
Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current	230
Figure M.8 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (without current-breaking device).....	231
Figure M.9 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (with current-breaking device).....	232
Figure M.10 – Test circuits for the verification of operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current	233
Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current.....	234
Figure M.12 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (without current-breaking device).....	235
Figure M.13 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (with current-breaking device)	236
Figure M.14 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases.....	237
Figure M.15 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases.....	238
Figure M.16 – Test circuits for the verification of correct operation in the case of composite residual currents and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz.....	239
Figure M.17 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of a residual alternating current superimposed on a smooth direct current.....	240
Figure M.18 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the connection of the sensing means.....	241
Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions.....	242
Figure M.20 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions.....	243
Figure M.21 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal-type MRCDs under short-circuit conditions	244
Figure M.22 – Verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields – Test set-up for MRCDs with separate sensing means (in addition to the test of Annex B)	245

Figure M.23 – Verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on the sensing means connection of an MRCD with separate sensing means (in addition to the test of Annex B)	245
Figure M.24 – Verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Test setup for MRCD with separate sensing means (in addition to the test of Annex B).....	246
Figure R.1 – Test circuit for the verification of the automatic reclosing functions	270
Table 1 (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)	27
Table 3 – Minimum values of rated short-time withstand current	27
Table 4 (void)	28
Table 5 – Preferred values of the rated control supply voltage, if different from that of the main circuit	28
Table 6 – Characteristics of the opening operation of inverse time-delay over-current opening releases at the reference temperature	36
Table 7 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts	38
Table 8 – Number of operating cycles	39
Table 9 – Overall schema of test sequences ^a	44
Table 9a – Applicability of test sequences according to the relationship between I_{CS} , I_{CU} and I_{CW} ^a	45
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.....	47
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.....	48
Table 10 – Number of samples for test (1 of 2)	51
Table 11 – Values of power factors and time constants corresponding to test currents	53
Table 12 – Test circuit characteristics for overload performance	65
Table 13 – Product information	30
Table B.1 – Operating characteristic in the case of sinusoidal residual current for non-time-delay type	96
Table B.2 – Operating characteristics in the case of sinusoidal residual currents, for time-delay type having a limiting non-actuating time of 0,06 s	96
Table B.3 – Product information.....	98
Table B.4 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage	103
Table B.5 – Additional test sequences	105
Table B.6 – Tripping current range for CBRs in the case of an earth fault comprising a d.c. component	111
Table B.7 – Composite test current definition and starting current value	112
Table B.8 – Operating current range for composite residual current	112
Table B.9 – Operating limits for residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz	113
Table D.1 – List of tests for terminal connections ^a with aluminium cables	137
Table D.2 – Conductor length for the current cycling test as per conductor cross-section.....	142
Table D.3 – Equalizer dimensions.....	142
Table D.4 – Starting test current for the current cycling test	143
Table D.5 – Example of stability factor calculation	143

Table D.6 – Test values for flexion and pull-out test for cables	144
Table D.7 – Test aluminium cables for test currents up to 800 A ^{a,d}	145
Table D.8 – Test aluminium bars for test currents above 400 A ^g and up to 3 150 A ^{a, f}	146
Table F.1 – Test parameters for current dips and interruptions	153
Table H.1 – Product information.....	174
Table J.1 – EMC – Immunity tests.....	177
Table J.2 – Reference data for immunity test specifications	179
Table J.3 – EMC – Emission tests.....	182
Table J.4 – Reference data for emission test specifications	182
Table L.1 – Product information	197
Table M.1 – Product information	206
Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source	209
Table M.3 – Test sequences	210
Table O.1 – Product information	252
Table P.1 – Rated impulse withstand levels for PV circuit-breakers	254
Table P.2 – Number of operating cycles.....	256
Table P.3 – Product information.....	255
Table R.2 – Product information.....	263
Table R.1 – Test sequences for external type automatic re-closing devices	269

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 Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60947-2 bears the edition number 5.1. It consists of the fifth edition (2016-06) [documents 121A/71/FDIS and 121A/83/RVD], its corrigendum (2016-11) and its amendment 1 (2019-07) [documents 121A/286/FDIS and 121A/302/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

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 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.

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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

The contents of the corrigendum of October 2019 have been included in this copy.

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, intended to be installed and operated by instructed or skilled persons, 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, downstream of variable frequency drives, use in explosive atmospheres) 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 60228, *Conductors of insulated cables*

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

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
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 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61545, *Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units*

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

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	288
1 Généralités	290
1.1 Domaine d'application et objet	290
1.2 Références normatives	291
2 Termes et définitions	292
3 Classification	297
4 Caractéristiques des disjoncteurs	297
4.1 Enumération des caractéristiques	297
4.2 Type du disjoncteur	298
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal	298
4.3.1 Généralités	298
4.3.2 Tensions assignées	298
4.3.3 Courants	298
4.3.4 Fréquence assignée	299
4.3.5 Service assigné	299
4.3.6 Caractéristiques de court-circuit	299
4.4 Catégories de sélectivité	302
4.5 Circuits de commande	302
4.5.1 Circuits de commande électriques	302
4.5.2 Circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou électropneumatiques)	302
4.6 Circuits auxiliaires	302
4.7 Déclencheurs	302
4.7.1 Types	302
4.7.2 Caractéristiques	303
4.7.3 Courant de réglage des déclencheurs à maximum de courant	303
4.7.4 Réglage du temps de déclenchement des déclencheurs à maximum de courant	304
4.8 Fusibles incorporés (disjoncteurs à fusibles incorporés)	304
5 Informations sur le matériel	304
5.1 Nature des informations	304
5.2 Marquage	305
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	306
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	306
7 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	307
7.1 Exigences relatives à la construction	307
7.1.1 Généralités	307
7.1.2 Disjoncteur débrochables	307
7.1.3 Exigences complémentaires pour les disjoncteurs aptes au sectionnement	307
7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite	308
7.1.5 Exigences pour la sécurité de l'opérateur	308
7.1.6 Liste des différences de construction	308
7.1.7 Exigences supplémentaires pour les disjoncteurs munis d'un pôle neutre	308
7.1.8 Entrées et sorties numériques à l'usage des automates programmables (AP)	309

7.2	Exigences relatives au fonctionnement	309
7.2.1	Conditions de fonctionnement.....	309
7.2.2	Echauffement	312
7.2.3	Propriétés diélectriques	313
7.2.4	Aptitude à l'établissement et à la coupure à vide, en charge normale et en surcharge	314
7.2.5	Aptitude à l'établissement et à la coupure en condition de court-circuit.....	315
7.2.6	Disponible	315
7.2.7	Exigences complémentaires pour les disjoncteurs aptes au sectionnement	315
7.2.8	Exigences particulières pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.....	315
7.2.9	Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits.....	316
7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	316
8	Essais	316
8.1	Nature des essais	316
8.1.1	Généralités	316
8.1.2	Essais de type	316
8.1.3	Essais individuels de série.....	316
8.2	Conformité aux exigences de construction	316
8.3	Essais de type	316
8.3.1	Séquences d'essai.....	317
8.3.2	Conditions générales d'essai	324
8.3.3	Séquence d'essai I: Caractéristiques générales de fonctionnement	333
8.3.4	Séquence d'essai II: Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit	343
8.3.5	Séquence d'essai III: Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit.....	344
8.3.6	Séquence d'essai IV: Courant assigné de courte durée admissible	346
8.3.7	Séquence d'essai V: Fonctionnement des disjoncteurs à fusibles incorporés	347
8.3.8	Séquence d'essai VI: séquence d'essai combinée	349
8.3.9	Essai de courant continu critique de charge.....	351
8.4	Essais individuels de série	352
8.4.1	Généralités	352
8.4.2	Essais de fonctionnement mécanique	353
8.4.3	Vérification de l'étalonnage des déclencheurs de surintensité.....	353
8.4.4	Vérification du fonctionnement des déclencheurs à minimum de tension et des déclencheurs shunt	353
8.4.5	Essais supplémentaires pour les DPR	354
8.4.6	Essais diélectriques	354
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	355
8.5	Essais spéciaux – Chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs	355
Annexe A (normative)	Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit	358
A.1	Généralités	358
A.2	Domaine d'application et objet	359
A.3	Exigences générales de coordination d'un disjoncteur avec un autre DPCC.....	359
A.3.1	Généralités	359
A.3.2	Courant d'intersection.....	359

A.3.3	Comportement de C ₁ en association avec un autre DPCC.....	359
A.4	Type et caractéristiques du DPCC associé.....	359
A.5	Vérification de la sélectivité	360
A.5.1	Généralités	360
A.5.2	Examen de la sélectivité par étude théorique.....	360
A.5.3	Sélectivité déterminée par essai	361
A.6	Vérification de la protection d'accompagnement	362
A.6.1	Détermination du courant d'intersection	362
A.6.2	Vérification de la protection d'accompagnement	362
A.6.3	Essais de vérification de la protection d'accompagnement.....	363
A.6.4	Résultats à obtenir	364
Annexe B (normative) Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel.....		370
B.1	Généralités	370
B.1.1	Préambule	370
B.1.2	Domaine d'application et objet.....	370
B.2	Termes et définitions	371
B.2.1	Termes et définitions relatifs aux courants circulant entre les parties actives et la terre	371
B.2.2	Termes et définitions relatives à l'alimentation d'un DPR.....	372
B.2.3	Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions des DPR	372
B.2.4	Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'alimentation	374
B.3	Classification	374
B.3.1	Classification selon le mode de fonctionnement de la fonction de courant différentiel résiduel	374
B.3.2	Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement.....	374
B.3.3	Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel	375
B.3.4	Classification selon le comportement en présence d'une composante continue	375
B.4	Caractéristiques des DPR pour leur fonction de courant différentiel résiduel.....	375
B.4.1	Valeurs assignées	375
B.4.2	Valeurs préférentielles et valeurs limites.....	375
B.4.3	Valeur du pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I\Delta_m$).....	377
B.4.4	Caractéristiques de fonctionnement dans le cas d'un courant de défaut à la terre avec ou sans composante continue	377
B.5	Marquage	378
B.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	380
B.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	380
B.7.1	Exigences relatives à la conception	380
B.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	380
B.7.3	Compatibilité électromagnétique	384
B.8	Essais.....	385
B.8.1	Séquences d'essai.....	385
B.8.2	Vérification des caractéristiques de fonctionnement.....	388
B.8.3	Vérification des propriétés diélectriques	390

B.8.4	Vérification de la manœuvre de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée.....	390
B.8.5	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité	391
B.8.6	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc.....	391
B.8.7	Vérifications supplémentaires pour les DPR de type A et de type B	392
B.8.8	Vérifications supplémentaires pour les DPR de type B.....	394
B.8.9	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.1	399
B.8.10	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.2	400
B.8.11	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	401
B.8.12	Vérification des effets des conditions d'environnement	402
B.8.13	Vérification de la compatibilité électromagnétique.....	402
B.8.14	Essais pour des variations ou des interruptions de tension et pour des creux de tension	404
Annexe C (normative) Séquence d'essai en court-circuit sur un pôle séparément		418
C.1	Généralités	418
C.2	Essai de pouvoir de coupure en court-circuit sur un pôle séparément	418
C.3	Vérification de la tenue diélectrique	418
C.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	418
Annexe D (normative) Exigences supplémentaires relatives aux disjoncteurs destinés au raccordement de conducteurs en aluminium		419
D.1	Généralités	419
D.2	Termes et définitions	419
D.3	Classification	420
D.4	Caractéristiques.....	420
D.5	Informations sur le matériel.....	420
D.5.1	Nature des informations.....	420
D.5.2	Marquage	420
D.5.3	Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	420
D.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	421
D.7	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	421
D.8	Essais.....	421
D.8.1	Généralités	421
D.8.2	Essai de cycle de courant.....	422
D.8.3	Propriétés mécaniques des bornes	425
D.8.4	Essai d'insertion de conducteurs ronds en aluminium et non préparés de section maximale	425
Annexe E (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur		433
Annexe F (normative) Essais supplémentaires pour les disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités		434
F.1	Généralités	434
F.2	Liste des essais	434
F.2.1	Généralités	434
F.2.2	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	434
F.2.3	Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples	435
F.2.4	Essai de chaleur sèche.....	435

F.2.5	Essai de chaleur humide.....	435
F.2.6	Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié	435
F.3	Conditions générales d'essai	435
F.3.1	Généralités	435
F.3.2	Essais de compatibilité électromagnétique.....	435
F.4	Essais d'immunité	436
F.4.1	Courants harmoniques.....	436
F.4.2	Décharges électrostatiques	437
F.4.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés.....	437
F.4.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	438
F.4.5	Ondes de choc	438
F.4.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	438
F.4.7	Creux de courant	439
F.5	Essais d'émission	439
F.5.1	Harmoniques	439
F.5.2	Fluctuations de tension	440
F.5.3	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)	440
F.5.4	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 GHz).....	440
F.6	Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples	440
F.6.1	Généralités	440
F.6.2	Conditions d'essai	440
F.6.3	Mode opératoire d'essai	440
F.6.4	Résultats d'essai	441
F.7	Essai de chaleur sèche	441
F.7.1	Mode opératoire d'essai	441
F.7.2	Résultats d'essai	441
F.7.3	Vérification des déclencheurs de surcharge	441
F.8	Essai de chaleur humide	442
F.8.1	Mode opératoire d'essai	442
F.8.2	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	442
F.9	Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié	442
F.9.1	Conditions d'essai	442
F.9.2	Mode opératoire d'essai	442
F.9.3	Résultats d'essai	442
F.9.4	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	442
Annexe G (normative)	Perte de puissance	456
G.1	Généralités	456
G.2	Méthodes d'essai	456
G.2.1	Cas général	456
G.2.2	Disjoncteurs à courant alternatif de courant assigné ne dépassant pas 400 A.....	456
G.2.3	Disjoncteurs à courant continu.....	457
G.3	Mode opératoire d'essai.....	457
Annexe H (normative)	Séquence d'essai pour les disjoncteurs pour réseaux IT	459
H.1	Généralités	459
H.2	Court-circuit sur un pôle séparément	459
H.3	Vérification de la tenue diélectrique	460

H.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	460
H.5	Marquage	460
Annexe J (normative) Compatibilité électromagnétique (CEM) – Exigences et méthodes d'essai pour les disjoncteurs.....		461
J.1	Généralités	461
J.2	Immunité.....	462
J.2.1	Généralités	462
J.2.2	Décharges électrostatiques	465
J.2.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés.....	466
J.2.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S).....	466
J.2.5	Ondes de choc	466
J.2.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun).....	467
J.3	Emission.....	467
J.3.1	Généralités.....	467
J.3.2	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz).....	468
J.3.3	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz).....	469
Annexe K (informative) Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques		473
Annexe L (normative) Disjoncteurs ne satisfaisant pas aux exigences concernant la protection contre les surintensités.....		482
L.1	Généralités	482
L.2	Termes et définitions	482
L.3	Classification	482
L.4	Valeurs assignées.....	482
L.4.1	Courant assigné (I_n)	482
L.4.2	Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{cc}).....	483
L.5	Informations sur le matériel.....	483
L.6	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	483
L.7	Essais.....	483
L.7.1	Généralités	483
L.7.2	Essais de court-circuit conventionnel assigné.....	484
Annexe M (normative) Appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD) (non intégrés à un appareil de coupure de courant)		487
M.1	Généralités	487
M.1.1	Préambule	487
M.1.2	Domaine d'application et objet.....	487
M.2	Termes et définitions	487
M.2.1	Termes et définitions relatifs à l'alimentation d'un MRCD.....	488
M.2.2	Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions d'un MRCD.....	488
M.3	Classification	489
M.3.1	Classification selon la configuration des conducteurs primaires	489
M.3.2	Classification selon le mode de fonctionnement.....	489
M.3.3	Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement.....	489
M.3.4	Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel	489

M.3.5	Classification selon le comportement en présence d'une composante continue	489
M.4	Caractéristiques des MRCD	489
M.4.1	Caractéristiques générales	489
M.4.2	Caractéristiques des MRCD concernant leur fonction de courant différentiel résiduel	490
M.4.3	Comportement en condition de court-circuit	491
M.4.4	Valeurs préférentielles et valeurs limites	491
M.5	Informations sur le matériel	492
M.6	Conditions normales de service, de montage et de transport	494
M.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement	495
M.7.1	Exigences relatives à la conception	495
M.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	495
M.8	Essais	497
M.8.1	Généralités	497
M.8.2	Conformité aux exigences de construction	498
M.8.3	Vérification des caractéristiques de fonctionnement	499
M.8.4	Vérification des propriétés diélectriques	501
M.8.5	Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai aux limites de tension assignée	502
M.8.6	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité, dans le cas d'une charge monophasée	502
M.8.7	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc	502
M.8.8	Vérification du comportement dans le cas d'un courant de défaut à la terre comprenant une composante continue	502
M.8.9	Vérification du comportement des MRCD à organe de détection séparé en cas de défaillance de la connexion de l'organe de détection	506
M.8.10	Vérification de l'échauffement des MRCD de type à bornes	507
M.8.11	Vérification de l'endurance mécanique et électrique	507
M.8.12	Vérification du comportement des MRCD classés selon M.3.2.2.1 en cas de défaillance de la source de tension	508
M.8.13	Vérification du comportement des MRCD classés selon M.3.2.2.2 en cas de défaillance de la source de tension	508
M.8.14	Vérification du comportement des MRCD dans des conditions de court-circuit	509
M.8.15	Vérification des effets des conditions d'environnement	511
M.8.16	Vérification de la compatibilité électromagnétique	511
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		536
N.1	Généralités	536
N.1.1	Champ d'application	536
N.1.2	Conditions générales d'essai	536
N.2	Immunité	537
N.2.1	Généralités	537
N.2.2	Décharges électrostatiques	537
N.2.3	Champs électromagnétiques RF rayonnés	537
N.2.4	Transitoires électriques rapides en salves (TER/S)	538
N.2.5	Ondes de choc	538
N.2.6	Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun)	538

N.2.7	Creux de tension et interruptions	538
N.3	Emission	538
N.3.1	Généralités	538
N.3.2	Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)	539
N.3.3	Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz)	539
Annexe O (normative)	Disjoncteurs à déclenchement instantané (ICB)	540
O.1	Généralités	540
O.2	Termes et définitions	540
O.3	Valeurs assignées	540
O.3.1	Généralités	540
O.3.2	Courant assigné (I_n)	540
O.3.3	Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	540
O.3.4	Pouvoirs assignés de coupure en court-circuit	540
O.4	Informations sur le matériel	541
O.5	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	541
O.6	Essais	541
O.6.1	Séquence d'essai de l'ICB seul	541
O.6.2	ICB associé avec un appareil de protection spécifié (par exemple un démarreur de moteur ou un relais à maximum de courant)	542
Annexe P (normative)	Disjoncteurs à courant continu pour utilisation dans les applications photovoltaïques (PV)	543
P.1	Champ d'application	543
P.2	Termes et définitions	543
P.3	Classification	543
P.4	Caractéristiques des disjoncteurs PV	543
P.5	Informations sur le matériel	544
P.6	Conditions normales de service, de montage et de transport	544
P.7	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	544
P.7.1	Exigences relatives à la construction	544
P.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	544
P.7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	545
P.8	Essais	545
P.8.1	Nature des essais	545
P.8.2	Conformité aux exigences de construction	545
P.8.3	Essais de type	545
P.8.4	Essais individuels de série	547
P.8.5	Essais spéciaux	547
Annexe Q Disponible		548
Annexe R (normative)	Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel avec fonctions de refermeture automatique	549
R.1	Généralités	549
R.1.1	Préambule	549
R.1.2	Champ d'application	549
R.2	Termes et définitions	550
R.3	Classification	551
R.3.1	Selon la méthode de construction	551
R.3.2	Selon le mode de refermeture automatique	551

R.4	Caractéristiques.....	551
R.4.1	Courant assigné différentiel résiduel de refermeture automatique ($I_{\Delta ar}$)	551
R.4.2	Nombre maximal de manœuvres de refermeture successives	551
R.5	Marquage et instructions.....	552
R.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	552
R.7	Exigences relatives à la conception et au fonctionnement.....	552
R.7.1	Exigences relatives à la conception	552
R.7.2	Exigences relatives au fonctionnement	553
R.8	Essais.....	554
R.8.1	Conditions générales	554
R.8.2	Vérification de la non-refermeture après déclenchement dans des conditions de surintensité	554
R.8.3	Vérification de la non-refermeture après ouverture intentionnelle.....	555
R.8.4	Vérification de la fonction de refermeture automatique après un déclenchement sur courant de défaut à la terre	555
R.8.5	Vérification de l'endurance mécanique.....	556
R.8.6	Vérification de la fonction de sectionnement	557
R.8.7	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	557
R.8.8	Vérification de la fonction de refermeture automatique après les séquences d'essai de l'Article B.8.....	558
R.8.9	Essais des dispositifs de refermeture automatique de type externe	558
	Bibliographie.....	561
	Figure 1 – Installation d'essai (câbles de raccordement non représentés) pour essais de court-circuit.....	357
	Figure A.1 – Coordination pour la surintensité entre un disjoncteur et un fusible ou protection d'accompagnement par un fusible: caractéristiques de fonctionnement	365
	Figure A.2 – Sélectivité totale entre deux disjoncteurs	366
	Figure A.3 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur – Caractéristiques de fonctionnement	367
	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).....	368
	Figure A.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité.....	369
	Figure B.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement (voir B.8.2).....	405
	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)	406
	Figure B.3 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des DPR classés selon B.3.1.2.2 (voir B.8.10)	407
	Figure B.4 – Onde de courant 0,5 μ s/100 kHz.....	408
	Figure B.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs	409
	Figure B.6 – Onde de courant de choc 8/20 μ s	410
	Figure B.7 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite.....	410
	Figure B.8 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés	411
	Figure B.9 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant continu lissé	412

Figure B.10 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels alternatifs auxquels est superposé un courant continu lissé	413
Figure B.11 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases	414
Figure B.12 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases	415
Figure B.13 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu lissé	416
Figure B.14 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels composites et les courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz	417
Figure D.1 – Disposition d'essai générale	426
Figure D.2 – Montage des bornes pour l'essai de cycle de courant	427
Figure F.1 – Représentation du courant d'essai produit par des thyristors dos à dos selon F.4.1	443
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	444
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	444
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	445
Figure F.5 – Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des interruptions de courant selon F.4.7.1	445
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	446
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	446
Figure F.8 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Raccordement triphasé	447
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	447
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	448
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	448
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	449
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	449
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	450
Figure F.15 – Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié selon F.9.1	450
Figure F.16 – Installation générale d'essai pour les essais d'immunité	451
Figure F.17 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	452
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	452
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	453
Figure F.20 – Installation générale d'essai pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (mode commun)	453

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	454
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	454
Figure F.23 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration triphasée	455
Figure G.1 – Exemple de mesurage de la perte de puissance selon G.2.1	457
Figure G.2 – Exemple de mesurage de la perte de puissance selon G.2.2 et G.2.3	458
Figure J.1 – EUT monté dans une enveloppe métallique	469
Figure J.2 – Installation d'essai pour le mesurage des émissions rayonnées aux fréquences radioélectriques	470
Figure J.3 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux décharges électrostatiques	470
Figure J.4 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	471
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	471
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	472
Figure K.1 – Relation entre les symboles et les caractéristiques de déclenchement	475
Figure K.2 – Modèle de caractéristiques du courant coupé limité par rapport au courant présumé de 1 kA à 200 kA	476
Figure K.3 – Modèle de caractéristiques du courant coupé limité par rapport au courant présumé de 0,01 kA à 200 kA	477
Figure K.4 – Modèle de caractéristiques de l'énergie limitée par rapport au courant présumé de 1 kA à 200 kA	478
Figure K.5 – Modèle de caractéristiques de l'énergie limitée par rapport au courant présumé de 0,01 kA à 200 kA	479
Figure K.6 – Exemple d'utilisation du modèle de la Figure K.2	480
Figure K.7 – Exemple d'utilisation du modèle de la Figure K.4	481
Figure M.1 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une augmentation régulière du courant différentiel résiduel	513
Figure M.2 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel (avec appareil de coupure de courant)	514
Figure M.3 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel (sans appareil de coupure de courant)	515
Figure M.4 – Circuits d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité	516
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	517
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	518
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	519

Figure M.8 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu pulsé (sans appareil de coupure de courant).....	520
Figure M.9 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu pulsé (avec appareil de coupure de courant).....	521
Figure M.10 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant continu lissé.....	522
Figure M.11 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une montée lente d'un courant différentiel résiduel continu lissé.....	523
Figure M.12 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu lissé (sans appareil de coupure de courant).....	524
Figure M.13 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu lissé (avec appareil de coupure de courant).....	525
Figure M.14 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases.....	526
Figure M.15 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases.....	527
Figure M.16 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels composites et de courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz.....	528
Figure M.17 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement dans le cas d'un courant différentiel résiduel alternatif superposé à un courant continu lissé.....	529
Figure M.18 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des MRCD à organe de détection séparé en cas de défaillance de la connexion de l'organe de détection.....	530
Figure M.19 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD à organe de détection séparé dans des conditions de court-circuit.....	531
Figure M.20 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD à organe de détection intégré dans des conditions de court-circuit.....	532
Figure M.21 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD de type à bornes dans des conditions de court-circuit.....	533
Figure M.22 – Vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques – Installation d'essai pour les MRCD à organe de détection séparé (en complément de l'essai de l'Annexe B).....	534
Figure M.23 – Vérification de l'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) sur la connexion de l'organe de détection d'un MRCD à organe de détection séparé (en complément de l'essai de l'Annexe B).....	535
Figure M.24 – Vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Installation d'essai pour les MRCD à organe de détection séparé (en complément de l'essai de l'Annexe B).....	535
Figure R.1 – Circuit d'essai pour la vérification des fonctions de refermeture automatique.....	560
Tableau 1 (vide).....	300
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).....	301
Tableau 3 – Valeurs minimales du courant assigné de courte durée admissible.....	301

Tableau 4 (vide).....	302
Tableau 5 – Valeurs préférentielles de la tension assignée d'alimentation de commande si elle est différente de celle du circuit principal	302
Tableau 6 – Caractéristiques d'ouverture des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant à temps inverse à la température de référence.....	311
Tableau 7 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles	313
Tableau 8 – Nombre de cycles de manœuvres.....	315
Tableau 9 – Schéma d'ensemble des séquences d'essai ^a	319
Tableau 9a – Applicabilité des séquences d'essai en fonction de la relation entre I_{CS} , I_{CU} et I_{CW} ^a	320
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	322
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	323
Tableau 10 – Nombre d'échantillons pour les essais (1 de 2).....	327
Tableau 11 – Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps en fonction des courants d'essai.....	329
Tableau 12 – Caractéristiques du circuit d'essai pour le fonctionnement en surcharge.....	342
Tableau 13 – Informations sur le matériel	305
Tableau B.1 – Caractéristique de fonctionnement dans le cas d'un courant sinusoïdal différentiel résiduel pour le type non temporisé	376
Tableau B.2 – Caractéristiques de fonctionnement dans le cas de courants sinusoïdaux différentiels résiduels, pour le type temporisé ayant un temps limite de non-réponse de 0,06 s	377
Tableau B.3 – Informations sur le matériel.....	379
Tableau B.4 – Exigences relatives aux DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation	384
Tableau B.5 – Séquences d'essai supplémentaires.....	387
Tableau B.6 – Plage de courants de déclenchement pour les DPR dans le cas d'un défaut à la terre comprenant des composantes continues	393
Tableau B.7 – Définition du courant composite d'essai et valeur du courant de départ.....	395
Tableau B.8 – Plage de courant de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composite	395
Tableau B.9 – Limites de fonctionnement pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz	396
Tableau D.1 – Liste des essais pour les raccordements ^a de câbles en aluminium dans les bornes.....	422
Tableau D.2 – Longueur de conducteur pour l'essai de cycle de courant en fonction de la section du conducteur	427
Tableau D.3 – Dimensions de l'égaliseur	428
Tableau D.4 – Courant d'essai de départ pour l'essai de cycle de courant	428
Tableau D.5 – Exemple de calcul du facteur de stabilité	429
Tableau D.6 – Valeurs d'essai pour l'essai de flexion et l'essai de traction des câbles.....	430
Tableau D.7 – Câbles d'essai en aluminium pour des courants d'essai pouvant atteindre 800 A ^{a,d}	431
Tableau D.8 – Barres d'essai en aluminium pour des courants d'essai supérieurs à 400 A ^g et pouvant atteindre 3 150 A ^{a, f}	432
Tableau F.1 – Paramètres d'essai pour les creux et interruptions de courant.....	439

Tableau H.1 – Informations sur le matériel.....	460
Tableau J.1 – CEM – Essais d’immunité	463
Tableau J.2 – Données de référence pour les spécifications d’essai d’immunité	465
Tableau J.3 – CEM – Essais d’émission.....	468
Tableau J.4 – Données de référence pour les spécifications d’essai d’émission.....	468
Tableau L.1 – Informations sur le matériel	483
Tableau M.1 – Informations sur le matériel	493
Tableau M.2 – Exigences pour les MRCD avec source de tension	496
Tableau M.3 – Séquences d’essai.....	498
Tableau O.1 – Informations sur le matériel.....	541
Tableau P.1 – Niveaux assignés de tenue aux chocs des disjoncteurs PV	543
Tableau P.2 – Nombre de cycles de manœuvres	545
Tableau P.3 – Informations sur le matériel.....	544
Tableau R.2 – Informations sur le matériel.....	552
Tableau R.1 – Séquences d’essai pour les dispositifs de refermeture automatique de type externe.....	559

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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60947-2 porte le numéro d'édition 5.1. Elle comprend la cinquième édition (2016-06) [documents 121A/71/FDIS et 121A/83/RVD], son corrigendum (2016-11) et son amendement 1 (2019-07) [documents 121A/286/FDIS et 121A/302/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

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 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.

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 la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

Le contenu du corrigendum d'octobre 2019 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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 destinés à être installés et utilisés par des personnes qualifiées ou compétentes, et 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 supplémentaires peuvent être nécessaires pour certaines applications spécifiques (par exemple: traction, laminoirs, service à bord des navires, circuits en aval de dispositifs d'entraînement à fréquence variable, utilisation dans des atmosphères explosives).

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 60228, *Ames des câbles isolés*

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

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

IEC 61000-4-3:2006, *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 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61545, *Dispositifs de connexion – Dispositifs pour la connexion des câbles en aluminium dans un organe de serrage en matière quelconque et des câbles en cuivre dans des organes de serrage en aluminium*

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

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

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 32:2015, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*