

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**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 978-2-8322-3355-9

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

## CONTENTS

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

### Part 2: Circuit-breakers

#### FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60947-2 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low-voltage.

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

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

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

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

FDIS	Report on voting
121A/71/FDIS	121A/83/RVD

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

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

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

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of November 2016 have been included in this copy.

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

## LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

### Part 2: Circuit-breakers

#### 1 General

##### 1.1 Scope and object

This part of IEC 60947 series applies to circuit-breakers, the main contacts of which are intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.; it also contains additional requirements for integrally fused circuit-breakers.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

The object of this standard is to state:

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

## 1.2 Normative references

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

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

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

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

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

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

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-1:2007/AMD1:2010

IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

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

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  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  $\leq 16$  A per phase and not subject to conditional connection*

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

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

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

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

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

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

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

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

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

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

## SOMMAIRE

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

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

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

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

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

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



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

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

R.8.7	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit.....	491
R.8.8	Vérification de la fonction de refermeture automatique après les séquences d'essai de l'Article B.8.....	492
R.8.9	Essais des dispositifs de refermeture automatique de type externe .....	492
Bibliographie.....		494
Figure 1	– Installation d'essai (câbles de raccordement non représentés) pour essais de court-circuit.....	324
Figure A.1	– Coordination pour la surintensité entre un disjoncteur et un fusible ou protection d'accompagnement par un fusible: caractéristiques de fonctionnement .....	332
Figure A.2	– Sélectivité totale entre deux disjoncteurs .....	333
Figure A.3	– Protection d'accompagnement par un disjoncteur – Caractéristiques de fonctionnement .....	334
Figure A.4	– Exemple de circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure en court-circuit conditionnel montrant les connexions d'un disjoncteur triphasé ( $C_1$ ).....	335
Figure A.5	– Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité.....	336
Figure B.1	– Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement (voir B.8.2).....	362
Figure B.2	– Circuit d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en cas de surintensités (voir B.8.5) .....	363
Figure B.3	– Circuit d'essai pour la vérification du comportement des DPR classés selon B.3.1.2.2 (voir B.8.9) .....	364
Figure B.4	– Onde de courant 0,5 $\mu$ s/100 kHz.....	365
Figure B.5	– Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs .....	365
Figure B.6	– Onde de courant de choc 8/20 $\mu$ s .....	366
Figure B.7	– Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite (B.8.6.3) .....	366
Figure B.8	– Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés (voir B.8.7.2.1, B.8.7.2.2 et B.8.7.2.3).....	367
Figure B.9	– Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé (voir B.8.7.2.4) .....	368
Figure F.1	– Représentation du courant d'essai produit par des thyristors dos à dos selon F.4.1.....	381
Figure F.2	– Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 et F.6.3 – Deux pôles de phase en série .....	382
Figure F.3	– Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 et F.6.3 – Trois pôles de phase en série .....	382
Figure F.4	– Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 et F.6.3 – Raccordement triphasé .....	383
Figure F.5	– Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des interruptions de courant selon F.4.7.1 .....	383
Figure F.6	– Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Deux pôles de phase en série .....	384
Figure F.7	– Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon F.4.4 – Trois pôles de phase en série .....	384

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

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

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

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

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

### Partie 2: Disjoncteurs

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60947-2 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillages à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillage et ensembles d'appareillages basse tension.

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

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

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



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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

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

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

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

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

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

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

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

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

Le contenu du corrigendum de novembre 2016 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

## APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

### Partie 2: Disjoncteurs

#### 1 Généralités

##### 1.1 Domaine d'application et objet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La présente norme a pour objet de fixer:

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

## 1.2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils  $\leq 16$  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  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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