IEC 60947-2

Edition 6.0 2024-10
REDLINE VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-9870-1

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD 15
~~1 General ..... 18~~
1 Scope ~~and object~~ 18
2 Normative references 19
3 Terms and definitions 20
4 Classification 25
4.1 According to the selectivity category, A or B (see 5.4) 25
4.2 According to the method of controlling the operating mechanism: 25
4.3 According to the provision for maintenance: 25
4.4 According to the method of installation: 25
4.5 According to the degree of protection provided by the enclosure (see 8.1.12 of IEC 60947-1:~~2007~~2020) 26
5 Characteristics of circuit-breakers 26
5.1 Summary of characteristics 26
5.2 Type of circuit-breaker 26
5.3 Rated and limiting values of the main circuit 26
5.3.1 General 26
5.3.2 Rated voltages 26
5.3.3 Currents 27
5.3.4 Rated frequency 27
5.3.5 Rated duty 27
5.3.6 Short-circuit characteristics 27
5.4 Selectivity categories 30
5.5 Control circuits 30
5.5.1 Electrical control circuits 30
5.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic) 30
5.6 Auxiliary circuits 30
5.7 Releases 31
5.7.1 Types 31
5.7.2 Characteristics 31
5.7.3 Current setting of overcurrent releases 31
5.7.4 Tripping time setting of overcurrent releases 32
5.8 Integral fuses (integrally fused circuit-breakers) 32
6 Product information 33
6.1 Nature of the information 33
6.2 Marking 33
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance 35
7 Normal service, mounting and transport conditions 35
8 Constructional and performance requirements 35
8.1 Constructional requirements 35
8.1.1 General 35
8.1.2 Withdrawable circuit-breakers 36
8.1.3 ~~Additional requirements for circuit-breakers suitable for~~ Isolation 36
8.1.4 Clearances and creepage distances 36
8.1.5 Requirements for the safety of the operator 36
8.1.6 List of construction breaks 36

8.1.7 Additional requirements for circuit-breakers provided with a neutral pole 37
8.1.8 Digital inputs and outputs for use with programmable logic controllers (PLCs) 37
8.2 Performance requirements 37
8.2.1 Operating conditions 37
8.2.2 Temperature-rise 40
8.2.3 Dielectric properties 41
8.2.4 Ability to make and break under no load, normal load and overload conditions 42
8.2.5 Ability to make and break under short-circuit conditions 43
8.2.6 ~~Additional requirements for circuit-breakers suitable~~ Requirements for isolation 43
8.2.7 Specific requirements for integrally fused circuit-breakers 43
8.2.8 Coordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device 44
8.3 Electromagnetic compatibility (EMC) 44
9 Tests 44
9.1 Kind of tests 44
9.1.1 General 44
9.1.2 Type tests 44
9.1.3 Routine tests 45
9.1.4 Special tests 45
9.2 Compliance with constructional requirements 45
9.3 Type tests 45
9.3.1 General 45
9.3.2 Test sequences 46
9.3.3 General test conditions 53
9.3.4 Test sequence I: General performance characteristics 61
9.3.5 Test sequence II: Rated service short-circuit breaking capacity 72
9.3.6 Test sequence III: Rated ultimate short-circuit breaking capacity 73
9.3.7 Test sequence IV: Rated short-time withstand current 75
9.3.8 Test sequence V: Performance of integrally fused circuit-breakers 76
9.3.9 Test sequence VI: Combined test sequence 79
9.3.10 Test sequence VII: Critical DC load current ~~test~~ 80
9.3.11 Test sequence VIII: Rated individual pole ultimate short-circuit breaking capacity at phase-to-neutral AC voltage 81
9.4 Routine tests 82
9.4.1 General 82
9.4.2 Mechanical operation tests 83
9.4.3 Verification of the calibration of overcurrent releases 83
9.4.4 Verification of the operation of undervoltage and shunt releases 84
9.4.5 Additional tests for CBRs 84
9.4.6 Dielectric tests 84
9.4.7 Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of Table 13 of IEC 60947-1:2020 85
9.5 Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock 86
Annex A (normative) Coordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device associated in the same circuit 89
A.1 General 100
A.2 Object 100

A.3 General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker with another SCPD 100
A.4 Type and characteristics of the associated SCPD 100
A.5 Verification of selectivity 100
A.6 Verification of back-up protection 100
Annex B (normative) Circuit-breakers incorporating residual current protection (CBRs) 102
B.1 General 102
B.1.1 Preamble 102
B.1.2 ~~Scope and~~ Object 102
B.2 Terms and definitions 103
B.2.1 Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth 103
B.2.2 Terms and definitions relating to the energization of a CBR 103
B.2.3 Terms and definitions relating to the operation and the functions of a CBR 104
B.2.4 Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities 105
B.3 Classification 106
B.3.1 Classification according to the method of operation of the residual current function 106
B.3.2 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current 106
B.3.3 Classification according to time delay of the residual current function 106
B.3.4 Classification according to behaviour in presence of a DC component 106
B.4 Characteristics of CBRs concerning their residual current function 106
B.4.1 Rated values 106
B.4.2 Preferred and limiting values 107
B.4.3 Value of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$) 108
B.4.4 Operating characteristics in the case of an earth fault current in the presence or absence of a DC component 108
B.5 Marking 109
B.6 Normal service, mounting and transport conditions 111
B.7 Design and operating requirements 111
B.7.1 Design requirements 111
B.7.2 Operating requirements 111
B.7.3 Electromagnetic compatibility 115
B.8 Tests 115
B.8.1 Test sequences 115
B.8.2 Verification of the operating characteristics 118
B.8.3 Verification of dielectric properties 120
B.8.4 Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage 120
B.8.5 Verification of the limiting value of the non-operating current under overcurrent conditions 121
B.8.6 Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages 121
B.8.7 Additional verifications for CBRs of types A and B 122
B.8.8 Additional verifications for CBRs of type B 124
B.8.9 Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1 129

B.8.10 Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.2 129
B.8.11 Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity 130
B.8.12 Verification of the effects of environmental conditions 131
B.8.13 Verification of electromagnetic compatibility 132
B.8.14 Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips 134
Annex C (normative) Individual pole short-circuit test sequence 146
C.1 General 146
C.2 Test of individual pole short-circuit breaking capacity 146
C.3 Verification of dielectric withstand and leakage current 146
C.4 Verification of overload releases 146
Annex D (normative) Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors 147
D.1 General 147
D.2 Terms and definitions 147
D.3 Classification 148
D.4 Characteristics 148
D.5 Product information 148
D.5.1 Nature of information 148
D.5.2 Marking 148
D.5.3 Instructions for installation, operation and maintenance 148
D.6 Normal service, mounting and transport conditions 149
D.7 Constructional and performance requirements 149
D.8 Tests 149
D.8.1 General 149
D.8.2 Current cycling test 150
D.8.3 Climatic test 154
D.8.4 Mechanical properties of terminals 155
D.8.5 Test for insertability of unprepared round aluminium conductors having the maximum cross-section 155
Annex E (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user 159
Annex F (normative) Additional tests for circuit-breakers with electronic overcurrent protection 160
F.1 General 160
F.2 List of tests 160
F.2.1 General 160
F.2.2 Electromagnetic compatibility (EMC) tests 160
F.2.3 Suitability for multiple frequencies 161
F.2.4 Dry heat test 161
F.2.5 Damp heat test 161
F.2.6 Temperature variation cycles at a specified rate of change 161
F.3 General test conditions 161
F.3.1 General 161
F.3.2 Electromagnetic compatibility tests 161
F.4 Immunity tests 162
F.4.1 Harmonic currents 162
F.4.2 Electrostatic discharges 163
F.4.3 Radiated RF electromagnetic fields 164
F.4.4 Electrical fast transient/burst (EFT/B) 164

F.4.5 Surges 164
F.4.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 164
F.4.7 Current dips 165
F.5 Emission tests 165
F.5.1 Harmonics 165
F.5.2 Voltage fluctuations 166
F.5.3 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz) 166
F.5.4 Radiated RF disturbances (30 MHz to ~~1 GHz~~ 6 000 MHz) 166
F.6 Suitability for multiple frequencies 166
F.6.1 General 166
F.6.2 Test conditions 166
F.6.3 Test procedure 166
F.6.4 Test results 167
F.7 Dry heat test 167
F.7.1 Test procedure 167
F.7.2 Test results 167
F.7.3 Verification of overload releases 167
F.8 Damp heat test 167
F.8.1 Test procedure 167
F.8.2 Verification of overload releases 168
F.9 Temperature variation cycles at a specified rate of change 168
F.9.1 Test conditions 168
F.9.2 Test procedure 168
F.9.3 Test results 168
F.9.4 Verification of overload releases 168
Annex G (normative) Power loss 184
G.1 General 186
G.2 Determination method 186
G.2.1 AC circuit-breakers of rated current exceeding 400 A 186
G.2.2 AC circuit-breakers of rated current not exceeding 400 A 187
G.2.3 DC circuit-breakers 187
G.3 Test conditions 187
G.4 Test method 188
G.4.1 General 188
G.4.2 Voltage drop measurements 188
G.4.3 Current measurement 188
Annex H (normative) Test sequence for circuit-breakers for IT systems 192
H.1 General 192
H.2 Individual pole short-circuit 192
H.3 Verification of dielectric withstand and leakage current 193
H.4 Verification of overload releases 193
H.5 Marking 193
Annex I Vacant 194
Annex J (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Requirements and test methods for circuit-breakers 195
J.1 General 195
J.2 Immunity 196
J.2.1 General 196
J.2.2 Electrostatic discharges 199

J.2.3 Radiated RF electromagnetic fields 200
J.2.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B) 200
J.2.5 Surges 200
J.2.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 201
J.3 Emission 201
J.3.1 General 201
J.3.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz) 202
J.3.3 Radiated RF disturbances (30 MHz to 6 000 MHz) 202
Annex K (informative) Glossary of symbols and graphical representation of characteristics 209
Annex L (normative) Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection (CBIs) 218
L.1 General 218
L.2 Terms and definitions 218
L.3 Classification 218
L.4 ~~Rated values~~ Characteristics 219
L.4.1 Rated current (I_n) 219
L.4.2 Rated conditional short-circuit current (I_{cc}) 219
L.4.3 Other characteristics 219
L.5 Product information 219
L.6 Constructional and performance requirements 220
L.7 Tests 221
L.7.1 General 221
L.7.2 Rated conditional short-circuit current tests 222
L.7.3 Routine tests 224
Annex M (normative) Modular residual current devices (without integral current breaking device) 225
M.1 General 225
M.1.1 Preamble 225
M.1.2 ~~Scope and~~ Object 225
M.2 Terms and definitions 225
M.2.1 Terms and definitions relating to the energization of an MRCD 225
M.2.2 Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD 226
M.3 Classification 226
M.3.1 Classification according to the configuration of the primary conductors 226
M.3.2 Classification according to the method of operation 226
M.3.3 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current 227
M.3.4 Classification according to time delay of the residual current function 227
M.3.5 Classification according to behaviour in presence of a DC component 227
M.4 Characteristics of MRCDs 227
M.4.1 General characteristics 227
M.4.2 Characteristics of MRCDs concerning their residual current function 228
M.4.3 Behaviour under short-circuit conditions 229
M.4.4 Preferred and limiting values 229
M.5 Product information 229
M.6 Normal service, mounting and transport conditions 231
M.7 Design and operating requirements 231

M.7.1 Design requirements 231
M.7.2 Operating requirements 231
M.8 Tests 234
M.8.1 General 234
M.8.2 Compliance with constructional requirements 235
M.8.3 Verification of the operating characteristics 235
M.8.4 Verification of dielectric properties 237
M.8.5 Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage 238
M.8.6 Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in the case of a single phase load 238
M.8.7 Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages 238
M.8.8 Verification of the behaviour in the case of an earth fault current comprising a DC component 239
M.8.9 Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensing means connection 243
M.8.10 Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs 243
M.8.11 Verification of mechanical and electrical endurance 244
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 244
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 245
M.8.14 Verification of the behaviour of MRCDs under short-circuit conditions 245
M.8.15 Verification of the effects of environmental conditions 247
M.8.16 Verification of electromagnetic compatibility 248
Annex N (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M 272
N.1 General 272
N.1.1 ~~General~~Overview 272
N.1.2 General test conditions 272
N.2 Immunity 272
N.2.1 General 272
N.2.2 Electrostatic discharges 273
N.2.3 Radiated RF electromagnetic fields 273
N.2.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B) 273
N.2.5 Surges 274
N.2.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 274
N.2.7 Voltage dips and interruptions 274
N.3 Emission 274
N.3.1 General 274
N.3.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz) 275
N.3.3 Radiated RF disturbances (30 MHz to ~~1 000~~ 6 000 MHz) 275
Annex O (normative) Instantaneous trip circuit-breakers (ICBs) 276
O.1 General 276
O.2 Terms and definitions 276
O.3 Rated values 276
O.3.1 General 276
O.3.2 Rated current (I_n) 276
O.3.3 Rated short-circuit making capacity 276

O.3.4 Rated short-circuit breaking capacities 277
O.4 Product information 277
O.5 Constructional and performance requirements 277
O.6 Tests 278
O.6.1 Test sequence of the ICB alone 278
O.6.2 ICB associated with a specified protected device (i.e. motor-starter or overload relay) 278
Annex P (normative) DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications 279
P.1 Field of application 279
P.2 Terms and definitions 279
P.3 Classification 279
P.4 Characteristics of PV circuit-breakers 279
P.5 Product information 280
P.6 Normal service, mounting and transport conditions 280
P.7 Constructional and performance requirements 280
P.7.1 Constructional requirements 280
P.7.2 Performance requirements 280
P.7.3 Electromagnetic compatibility (EMC) 281
P.8 Tests 281
P.8.1 Kind of tests 281
P.8.2 Compliance with constructional requirements 281
P.8.3 Type tests 281
P.8.4 Routine tests 283
P.8.5 Special tests 283
Annex Q Vacant 284
Annex R (normative) Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic reclosing functions (CBARs) 285
R.1 General 285
R.1.1 Preamble 285
R.1.2 Field of application 285
R.2 Terms and definitions 286
R.3 Classification 287
R.3.1 According to the method of construction 287
R.3.2 According to the method of automatic reclosing 287
R.4 Characteristics 287
R.4.1 Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$) 287
R.4.2 Maximum number of consecutive reclosing operations 287
R.5 Marking and instructions 287
R.6 Normal service, mounting and transport conditions 288
R.7 Design and operating requirements 288
R.7.1 Design requirements 288
R.7.2 Operating requirements 289
R.8 Tests 290
R.8.1 General conditions 290
R.8.2 Verification of the non-reclosing after tripping under overcurrent conditions 290
R.8.3 Verification of the non-reclosing after intentional opening 291
R.8.4 Verification of the automatic reclosing function after tripping on earth fault 291

R.8.5 Verification of mechanical endurance 292
R.8.6 Verification of the isolation function 293
R.8.7 Verification of residual short-circuit making and breaking capacity 293
R.8.8 Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8 293
R.8.9 Test items for external type automatic reclosing devices 294
Bibliography 296

Figure 1 – Test arrangement (connecting cables not shown) for short-circuit tests 87
Figure 2 – Examples of application of the test force for the verification of the effectiveness of the indication of the main contact position (first criterion, actuator being left free) 88
Figure A.1 – Cable connections for conditional short-circuit breaking capacity tests in the case of a single pole under phase-to-neutral AC voltage (C1) 101
Figure B.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic (see B.8.2) 134
Figure B.2 – Test circuit for the verification of the limiting value of the non-operating current under overcurrent conditions (see B.8.5) 135
Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.10) 136
Figure B.4 – Current ring wave 0,5 µs/100 kHz 137
Figure B.5 – Example of a test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping 137
Figure B.6 – Surge current wave 8/20 µs 138
Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current 138
Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents 139
Figure B.9 – Test circuit for residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current 140
Figure B.10 – Test circuit for residual alternating currents superimposed by a smooth direct current 141
Figure B.11 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases 142
Figure B.12 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases 143
Figure B.13 – Test circuit for residual smooth direct current 144
Figure B.14 – Test circuit for composite residual currents and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz 145
Figure D.1 – General test arrangement 151
Figure D.2 – Mounting of terminals for the current cycling test 151
Figure F.1 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors in accordance with F.4.1 169
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 170
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 170
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 171

Figure F.5 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions in accordance with F.4.7.1 171
Figure F.6 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Two phase poles in series 172
Figure F.7 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three phase poles in series 172
Figure F.8 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three-phase connection 173
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 173
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 174
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 174
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 175
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 175
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 176
Figure F.15 – Temperature variation cycles at a specified rate of change in accordance with F.9.1 176
Figure F.16 – General test set-up for immunity tests 178
Figure F.17 – Test set-up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields 179
Figure F.18 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines 180
Figure F.19 – Test set-up for verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines 180
Figure F.20 – General test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 181
Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration 181
Figure F.22 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three phase poles in series configuration 182
Figure F.23 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three-phase configuration 183
Figure G.1 – Power loss measurement circuit for AC circuit-breakers 189
Figure G.2 – Power loss measurement circuit for AC circuit-breakers with rated current not exceeding 400 A and DC circuit-breakers 189
Figure G.3 – Measurement points for circuit-breakers with a single pole per phase 190
Figure G.4 – Measurement points for circuit-breakers with multiple poles per phase 191
Figure J.1 – EUT mounted in a metallic enclosure 204
Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions 205
Figure J.3 – Test set up for the verification of immunity to electrostatic discharges 206
Figure J.4 – Test set up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields 207
Figure J.5 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines 208

Figure J.6 – Test set up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines 208
Figure K.1 – Relationship between symbols and tripping characteristics 211
Figure K.2 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 1 kA to 200 kA 212
Figure K.3 – Template for characteristics of cut-off current versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA 213
Figure K.4 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 1 kA to 200 kA 214
Figure K.5 – Template for characteristics of let-through energy versus prospective current from 0,01 kA to 200 kA 215
Figure K.6 – Example of the use of template to Figure K.2 216
Figure K.7 – Example of the use of template to Figure K.4 217
Figure M.1 – Test circuits for the verification of operation in the case of a steady increase of residual current 249
Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with current breaking device) 250
Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without current breaking device) 251
Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions 252
Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance 253
Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current 254
Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current 255
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) 256
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) 257
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 258
Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current 259
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) 260
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) 261
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 262
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 263
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 264
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 265
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 266

Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions 267
Figure M.20 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions 268
Figure M.21 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal-type MRCDs under short-circuit conditions 269
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) 270
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) 270
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) 271
Figure R.1 – Test circuit for the verification of the automatic reclosing functions 295

~~Table 1 (void) .....~~

Table 1 – Ratio n between short-circuit making capacity and short-circuit breaking capacities and related power factor for AC circuit-breakers 29
Table 2 – Minimum values of rated short-time withstand current 30
~~Table 4 (void) .....~~
Table 3 – Preferred values of the rated control circuit supply voltage, if different from that of the main circuit 30
Table 4 – Product information 33
Table 5 – Characteristics of the opening operation of inverse time-delay overcurrent opening releases at the reference temperature 40
Table 6 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts 41
Table 7 – Number of operating cycles 43
Table 8 – Type tests 44
Table 9 – Alphabetical index of tests 46
Table 10 – Overall schema of test sequences[a] 47
Table 11 – Applicability of test sequences according to the relationship between I_{cs}, I_{cu} and I_{cw} [a] 49
Table 12 – Alternative test programmes for AC circuit-breakers 50
Table 13 – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 4-pole circuit-breakers according to the alternative programme 1 of 9.3.2.4 51
Table 14 – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 3-pole circuit-breakers according to the alternative programme 2 of 9.3.2.4 52
Table 15 – Number of samples for test 55
Table 16 – Values of power factors and time constants corresponding to test currents 57
Table 17 – Tests of test sequence I 61
Table 18 – Test circuit characteristics for overload performance 70
Table 19 – Tests of test sequence II 72
Table 20 – Tests of test sequence III 74
Table 21 – Tests of test sequence IV 75
Table 22 – Tests of test sequence V 77
Table 23 – Tests of test sequence VI 79

Table 24 – Tests of test sequence VIII 82
Table B.1 – Operating characteristic in the case of sinusoidal residual current for non-time-delay type 107
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 108
Table B.3 – Product information 110
Table B.4 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage 115
Table B.5 – Additional test sequences 117
Table B.6 – Tripping current range for CBRs in the case of an earth fault comprising a DC component 123
Table B.7 – Composite test current definition and starting current value 124
Table B.8 – Operating current range for composite residual current 125
Table B.9 – Operating limits for residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz 126
Table C.1 – Tests of Annex C 146
Table D.1 – List of tests for terminal connections[a] with aluminium cables 150
Table D.2 – Conductor length for the current cycling test as per conductor cross-section 152
Table D.3 – Equalizer dimensions 152
Table D.4 – Starting test current for the current cycling test 155
Table D.5 – Example of stability factor calculation 156
Table D.6 – Test values for flexion and pull-out test for cables 156
Table D.7 – Test aluminium cables for test currents up to 800 A[a, b] 157
Table D.8 – Test aluminium bars for test currents above 400 A[g] and up to 3 150 A[a, f] 158
Table E.1 – List of items subject to agreement between manufacturer and user 159
Table F.1 – Test parameters for current dips and interruptions 165
Table H.1 – Tests of Annex H 192
Table H.2 – Product information 193
Table J.1 – EMC – Immunity tests 196
Table J.2 – Reference data for immunity test specifications 199
Table J.3 – EMC – Emission tests 202
Table J.4 – Reference data for emission test specifications 202
Table K.1 – Glossary of symbols and graphical representation of characteristics 209
Table L.1 – Product information 220
Table L.2 – Rated conditional short-circuit tests when the OCPD is specified 223
Table L.3 – Rated conditional short-circuit tests when the OCPD is not specified 223
Table M.1 – Product information 230
Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source 233
Table M.3 – Test sequences 234
Table O.1 – Product information 277
Table P.1 – Rated impulse withstand levels for PV circuit-breakers 279
Table P.2 – Product information 280
Table P.3 – Number of operating cycles 281
Table R.1 – Product information 288
Table R.2 – Test sequences for external type automatic re-closing devices 294

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition IEC 60947-2:2016+AMD1:2019 CSV. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

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. It is an International Standard.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2016 and its Amendment 1: 2019. This edition constitutes a technical revision.

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

a) suitability for isolation (see Clause 1);
b) removal of the classification according to the interrupting medium, according to the design, according to the suitability for isolation (see Clause 4);
c) adjustment of current settings with an external device connectable to the release (see 5.7.3);
d) requirements for circuits with protective separation (see 8.2.3.8);
e) additional tests for ground-fault overcurrent releases (see 9.3.4.2.5);
f) additional tests concerning dielectric properties in tripped position (see 9.3.4.3);
g) use of DC voltage for dielectric tests (see 9.3.4.6.2 and 9.4.6);
h) tests of individual pole breaking capacity under phase-to-neutral AC voltage (see 9.3.11);
i) improvement of measurement of power loss in Annex G;
j) changes in EMC tests (see Annex J);
k) introduction of CBI class W in Annex L.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
121A/608/FDIS	121A/621/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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 60947-1:2020.

The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this document, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1:2020.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 2: Circuit-breakers

~~1 General~~

1 Scope ~~and object~~

This document 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 AC or 1 500 V DC; 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.~~

This document also applies to circuit-breakers with ratings at or below 1 000 V AC, additionally having one or more ratings above 1 000 V AC but not exceeding 1 500 V AC.

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

Circuit-breakers per this document are suitable for isolation.

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

Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors are contained in Annex D.

The additional requirements for circuit-breakers with electronic overcurrent 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 overcurrent 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 for instantaneous trip circuit-breakers are contained in Annex O.

The requirements and test methods for DC 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~~ overcurrent protection for household and similar installations, and designed for use by uninstructed persons, are contained in IEC 60898 series.

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~~ can be ~~necessary~~ applicable.

NOTE 1 Circuit-breakers can have dedicated accessories.

NOTE 2 Circuit-breakers which are dealt with in this document can be provided with devices for automatic opening under predetermined conditions other than those of overcurrent and undervoltage as, for example, reversal of power or current. This document does not deal with the verification of operation under such pre-determined conditions.

The object of this document is to state:

a) the characteristics of circuit-breakers;

b) the requirements for circuit-breakers with reference to:

   1) operation and behaviour in normal service;

   2) operation and behaviour in case of overload, operation and behaviour in case of short-circuit, including co-ordination in service (selectivity and back-up protection), as well as the operation and behaviour in case of ground-fault;

   3) dielectric properties;

   4) requirements on electromagnetic compatibility, where applicable;

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~~ circuit-breakers.

NOTE 3 For cybersecurity requirements, see IEC TS 63208.

2 Normative references

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

IEC 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~~2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60947-1:~~2007~~2020, *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~~2020, *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 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:~~2013~~2023, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase*

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

IEC 61545:1996, *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 11:2015/AMD2:2019

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

IEC 60947-2

Edition 6.0 2024-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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

Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs



IEC 60947-2:2024-09(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 15
1 Scope 17
2 Normative references 18
3 Terms and definitions 19
4 Classification 23
4.1 According to the selectivity category, A or B (see 5.4) 23
4.2 According to the method of controlling the operating mechanism: 23
4.3 According to the provision for maintenance: 23
4.4 According to the method of installation: 23
4.5 According to the degree of protection provided by the enclosure (see 8.1.12 of IEC 60947-1:2020) 23
5 Characteristics of circuit-breakers 23
5.1 Summary of characteristics 23
5.2 Type of circuit-breaker 23
5.3 Rated and limiting values of the main circuit 23
5.3.1 General 23
5.3.2 Rated voltages 24
5.3.3 Currents 24
5.3.4 Rated frequency 24
5.3.5 Rated duty 24
5.3.6 Short-circuit characteristics 25
5.4 Selectivity categories 27
5.5 Control circuits 27
5.5.1 Electrical control circuits 27
5.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic) 28
5.6 Auxiliary circuits 28
5.7 Releases 28
5.7.1 Types 28
5.7.2 Characteristics 28
5.7.3 Current setting of overcurrent releases 29
5.7.4 Tripping time setting of overcurrent releases 29
5.8 Integral fuses (integrally fused circuit-breakers) 30
6 Product information 30
6.1 Nature of the information 30
6.2 Marking 30
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance 32
7 Normal service, mounting and transport conditions 32
8 Constructional and performance requirements 32
8.1 Constructional requirements 32
8.1.1 General 32
8.1.2 Withdrawable circuit-breakers 33
8.1.3 Isolation 33
8.1.4 Clearances and creepage distances 33
8.1.5 Requirements for the safety of the operator 33
8.1.6 List of construction breaks 33
8.1.7 Additional requirements for circuit-breakers provided with a neutral pole 34

8.1.8 Digital inputs and outputs for use with programmable logic controllers (PLCs) 34
8.2 Performance requirements 34
8.2.1 Operating conditions 34
8.2.2 Temperature-rise 37
8.2.3 Dielectric properties 38
8.2.4 Ability to make and break under no load, normal load and overload conditions 39
8.2.5 Ability to make and break under short-circuit conditions 40
8.2.6 Requirements for isolation 40
8.2.7 Specific requirements for integrally fused circuit-breakers 40
8.2.8 Coordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device 41
8.3 Electromagnetic compatibility (EMC) 41
9 Tests 41
9.1 Kind of tests 41
9.1.1 General 41
9.1.2 Type tests 41
9.1.3 Routine tests 41
9.1.4 Special tests 41
9.2 Compliance with constructional requirements 42
9.3 Type tests 42
9.3.1 General 42
9.3.2 Test sequences 43
9.3.3 General test conditions 50
9.3.4 Test sequence I: General performance characteristics 58
9.3.5 Test sequence II: Rated service short-circuit breaking capacity 68
9.3.6 Test sequence III: Rated ultimate short-circuit breaking capacity 69
9.3.7 Test sequence IV: Rated short-time withstand current 71
9.3.8 Test sequence V: Performance of integrally fused circuit-breakers 72
9.3.9 Test sequence VI: Combined test sequence 74
9.3.10 Test sequence VII: Critical DC load current 76
9.3.11 Test sequence VIII: Rated individual pole ultimate short-circuit breaking capacity at phase-to-neutral AC voltage 77
9.4 Routine tests 78
9.4.1 General 78
9.4.2 Mechanical operation tests 78
9.4.3 Verification of the calibration of overcurrent releases 79
9.4.4 Verification of the operation of undervoltage and shunt releases 79
9.4.5 Additional tests for CBRs 80
9.4.6 Dielectric tests 80
9.4.7 Test for the verification of clearances less than those corresponding to case A of Table 13 of IEC 60947-1:2020 81
9.5 Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock 81
Annex A (normative) Coordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device associated in the same circuit 84
A.1 General 84
A.2 Object 84
A.3 General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker with another SCPD 84

A.4 Type and characteristics of the associated SCPD 84
A.5 Verification of selectivity 84
A.6 Verification of back-up protection 84
Annex B (normative) Circuit-breakers incorporating residual current protection (CBRs) 86
B.1 General 86
B.1.1 Preamble 86
B.1.2 Object 86
B.2 Terms and definitions 87
B.2.1 Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth 87
B.2.2 Terms and definitions relating to the energization of a CBR 87
B.2.3 Terms and definitions relating to the operation and the functions of a CBR 88
B.2.4 Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities 89
B.3 Classification 90
B.3.1 Classification according to the method of operation of the residual current function 90
B.3.2 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current 90
B.3.3 Classification according to time delay of the residual current function 90
B.3.4 Classification according to behaviour in presence of a DC component 90
B.4 Characteristics of CBRs concerning their residual current function 90
B.4.1 Rated values 90
B.4.2 Preferred and limiting values 91
B.4.3 Value of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$) 92
B.4.4 Operating characteristics in the case of an earth fault current in the presence or absence of a DC component 92
B.5 Marking 93
B.6 Normal service, mounting and transport conditions 95
B.7 Design and operating requirements 95
B.7.1 Design requirements 95
B.7.2 Operating requirements 95
B.7.3 Electromagnetic compatibility 99
B.8 Tests 99
B.8.1 Test sequences 99
B.8.2 Verification of the operating characteristics 102
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 104
B.8.5 Verification of the limiting value of the non-operating current under overcurrent conditions 105
B.8.6 Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages 105
B.8.7 Additional verifications for CBRs of types A and B 106
B.8.8 Additional verifications for CBRs of type B 108
B.8.9 Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1 113
B.8.10 Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.2 113

B.8.11 Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity 114
B.8.12 Verification of the effects of environmental conditions 115
B.8.13 Verification of electromagnetic compatibility 116
B.8.14 Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips 118
Annex C (normative) Individual pole short-circuit test sequence 130
C.1 General 130
C.2 Test of individual pole short-circuit breaking capacity 130
C.3 Verification of dielectric withstand and leakage current 130
C.4 Verification of overload releases 130
Annex D (normative) Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors 131
D.1 General 131
D.2 Terms and definitions 131
D.3 Classification 132
D.4 Characteristics 132
D.5 Product information 132
D.5.1 Nature of information 132
D.5.2 Marking 132
D.5.3 Instructions for installation, operation and maintenance 132
D.6 Normal service, mounting and transport conditions 132
D.7 Constructional and performance requirements 133
D.8 Tests 133
D.8.1 General 133
D.8.2 Current cycling test 134
D.8.3 Climatic test 138
D.8.4 Mechanical properties of terminals 139
D.8.5 Test for insertability of unprepared round aluminium conductors having the maximum cross-section 139
Annex E (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user 143
Annex F (normative) Additional tests for circuit-breakers with electronic overcurrent protection 144
F.1 General 144
F.2 List of tests 144
F.2.1 General 144
F.2.2 Electromagnetic compatibility (EMC) tests 144
F.2.3 Suitability for multiple frequencies 145
F.2.4 Dry heat test 145
F.2.5 Damp heat test 145
F.2.6 Temperature variation cycles at a specified rate of change 145
F.3 General test conditions 145
F.3.1 General 145
F.3.2 Electromagnetic compatibility tests 145
F.4 Immunity tests 146
F.4.1 Harmonic currents 146
F.4.2 Electrostatic discharges 147
F.4.3 Radiated RF electromagnetic fields 147
F.4.4 Electrical fast transient/burst (EFT/B) 148
F.4.5 Surges 148
F.4.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 148

F.4.7 Current dips 149
F.5 Emission tests 149
F.5.1 Harmonics 149
F.5.2 Voltage fluctuations 149
F.5.3 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz) 150
F.5.4 Radiated RF disturbances (30 MHz to 6 000 MHz) 150
F.6 Suitability for multiple frequencies 150
F.6.1 General 150
F.6.2 Test conditions 150
F.6.3 Test procedure 150
F.6.4 Test results 151
F.7 Dry heat test 151
F.7.1 Test procedure 151
F.7.2 Test results 151
F.7.3 Verification of overload releases 151
F.8 Damp heat test 151
F.8.1 Test procedure 151
F.8.2 Verification of overload releases 152
F.9 Temperature variation cycles at a specified rate of change 152
F.9.1 Test conditions 152
F.9.2 Test procedure 152
F.9.3 Test results 152
F.9.4 Verification of overload releases 152
Annex G (normative) Power loss 167
G.1 General 167
G.2 Determination method 167
G.2.1 AC circuit-breakers of rated current exceeding 400 A 167
G.2.2 AC circuit-breakers of rated current not exceeding 400 A 168
G.2.3 DC circuit-breakers 168
G.3 Test conditions 168
G.4 Test method 169
G.4.1 General 169
G.4.2 Voltage drop measurements 169
G.4.3 Current measurement 169
Annex H (normative) Test sequence for circuit-breakers for IT systems 172
H.1 General 172
H.2 Individual pole short-circuit 172
H.3 Verification of dielectric withstand and leakage current 173
H.4 Verification of overload releases 173
H.5 Marking 173
Annex I Vacant 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 178
J.2.3 Radiated RF electromagnetic fields 179
J.2.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B) 179

J.2.5 Surges 179
J.2.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 180
J.3 Emission 180
J.3.1 General 180
J.3.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz) 181
J.3.3 Radiated RF disturbances (30 MHz to 6 000 MHz) 181
Annex K (informative) Glossary of symbols and graphical representation of characteristics 187
Annex L (normative) Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection (CBIs) 196
L.1 General 196
L.2 Terms and definitions 196
L.3 Classification 196
L.4 Characteristics 197
L.4.1 Rated current (I_n) 197
L.4.2 Rated conditional short-circuit current (I_{cc}) 197
L.4.3 Other characteristics 197
L.5 Product information 197
L.6 Constructional and performance requirements 198
L.7 Tests 198
L.7.1 General 198
L.7.2 Rated conditional short-circuit current tests 200
L.7.3 Routine tests 202
Annex M (normative) Modular residual current devices (without integral current breaking device) 203
M.1 General 203
M.1.1 Preamble 203
M.1.2 Object 203
M.2 Terms and definitions 203
M.2.1 Terms and definitions relating to the energization of an MRCD 203
M.2.2 Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD 204
M.3 Classification 204
M.3.1 Classification according to the configuration of the primary conductors 204
M.3.2 Classification according to the method of operation 204
M.3.3 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current 205
M.3.4 Classification according to time delay of the residual current function 205
M.3.5 Classification according to behaviour in presence of a DC component 205
M.4 Characteristics of MRCDs 205
M.4.1 General characteristics 205
M.4.2 Characteristics of MRCDs concerning their residual current function 206
M.4.3 Behaviour under short-circuit conditions 206
M.4.4 Preferred and limiting values 207
M.5 Product information 207
M.6 Normal service, mounting and transport conditions 209
M.7 Design and operating requirements 209
M.7.1 Design requirements 209
M.7.2 Operating requirements 209

M.8 Tests 212
M.8.1 General 212
M.8.2 Compliance with constructional requirements 213
M.8.3 Verification of the operating characteristics 213
M.8.4 Verification of dielectric properties 215
M.8.5 Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage 216
M.8.6 Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in the case of a single phase load 216
M.8.7 Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages 216
M.8.8 Verification of the behaviour in the case of an earth fault current comprising a DC component 217
M.8.9 Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensing means connection 221
M.8.10 Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs 221
M.8.11 Verification of mechanical and electrical endurance 222
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 222
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 223
M.8.14 Verification of the behaviour of MRCDs under short-circuit conditions 223
M.8.15 Verification of the effects of environmental conditions 225
M.8.16 Verification of electromagnetic compatibility 226
Annex N (normative) Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M 250
N.1 General 250
N.1.1 Overview 250
N.1.2 General test conditions 250
N.2 Immunity 250
N.2.1 General 250
N.2.2 Electrostatic discharges 251
N.2.3 Radiated RF electromagnetic fields 251
N.2.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B) 251
N.2.5 Surges 252
N.2.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 252
N.2.7 Voltage dips and interruptions 252
N.3 Emission 252
N.3.1 General 252
N.3.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz) 253
N.3.3 Radiated RF disturbances (30 MHz to 6 000 MHz) 253
Annex O (normative) Instantaneous trip circuit-breakers (ICBs) 254
O.1 General 254
O.2 Terms and definitions 254
O.3 Rated values 254
O.3.1 General 254
O.3.2 Rated current (I_n) 254
O.3.3 Rated short-circuit making capacity 254
O.3.4 Rated short-circuit breaking capacities 255
O.4 Product information 255

O.5 Constructional and performance requirements 255
O.6 Tests 256
O.6.1 Test sequence of the ICB alone 256
O.6.2 ICB associated with a specified protected device (i.e. motor-starter or overload relay) 256
Annex P (normative) DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications 257
P.1 Field of application 257
P.2 Terms and definitions 257
P.3 Classification 257
P.4 Characteristics of PV circuit-breakers 257
P.5 Product information 258
P.6 Normal service, mounting and transport conditions 258
P.7 Constructional and performance requirements 258
P.7.1 Constructional requirements 258
P.7.2 Performance requirements 258
P.7.3 Electromagnetic compatibility (EMC) 259
P.8 Tests 259
P.8.1 Kind of tests 259
P.8.2 Compliance with constructional requirements 259
P.8.3 Type tests 259
P.8.4 Routine tests 261
P.8.5 Special tests 261
Annex Q Vacant 262
Annex R (normative) Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic reclosing functions (CBARs) 263
R.1 General 263
R.1.1 Preamble 263
R.1.2 Field of application 263
R.2 Terms and definitions 264
R.3 Classification 265
R.3.1 According to the method of construction 265
R.3.2 According to the method of automatic reclosing 265
R.4 Characteristics 265
R.4.1 Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$) 265
R.4.2 Maximum number of consecutive reclosing operations 265
R.5 Marking and instructions 265
R.6 Normal service, mounting and transport conditions 266
R.7 Design and operating requirements 266
R.7.1 Design requirements 266
R.7.2 Operating requirements 267
R.8 Tests 268
R.8.1 General conditions 268
R.8.2 Verification of the non-reclosing after tripping under overcurrent conditions 268
R.8.3 Verification of the non-reclosing after intentional opening 268
R.8.4 Verification of the automatic reclosing function after tripping on earth fault 269
R.8.5 Verification of mechanical endurance 270
R.8.6 Verification of the isolation function 270

R.8.7 Verification of residual short-circuit making and breaking capacity 271
R.8.8 Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8 271
R.8.9 Test items for external type automatic reclosing devices 272
Bibliography 274

Figure 1 – Test arrangement (connecting cables not shown) for short-circuit tests 82
Figure 2 – Examples of application of the test force for the verification of the effectiveness of the indication of the main contact position (first criterion, actuator being left free) 83
Figure A.1 – Cable connections for conditional short-circuit breaking capacity tests in the case of a single pole under phase-to-neutral AC voltage (C1) 85
Figure B.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic (see B.8.2) 118
Figure B.2 – Test circuit for the verification of the limiting value of the non-operating current under overcurrent conditions (see B.8.5) 119
Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.10) 120
Figure B.4 – Current ring wave 0,5 µs/100 kHz 121
Figure B.5 – Example of a test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping 121
Figure B.6 – Surge current wave 8/20 µs 122
Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current 122
Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents 123
Figure B.9 – Test circuit for residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current 124
Figure B.10 – Test circuit for residual alternating currents superimposed by a smooth direct current 125
Figure B.11 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases 126
Figure B.12 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases 127
Figure B.13 – Test circuit for residual smooth direct current 128
Figure B.14 – Test circuit for composite residual currents and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz 129
Figure D.1 – General test arrangement 135
Figure D.2 – Mounting of terminals for the current cycling test 135
Figure F.1 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors in accordance with F.4.1 153
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 154
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 154
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 155
Figure F.5 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions in accordance with F.4.7.1 155
Figure F.6 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Two phase poles in series 156

Figure F.7 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three phase poles in series 156
Figure F.8 – Circuit for electrical fast transients/bursts (EFT/B) immunity test in accordance with F.4.4 – Three-phase connection 157
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 157
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 158
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 158
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 159
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 159
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 160
Figure F.15 – Temperature variation cycles at a specified rate of change in accordance with F.9.1 160
Figure F.16 – General test set-up for immunity tests 161
Figure F.17 – Test set-up for the verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields 162
Figure F.18 – Test set-up for the verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on power lines 163
Figure F.19 – Test set-up for verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on signal lines 163
Figure F.20 – General test set-up for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields (common mode) 164
Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration 164
Figure F.22 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three phase poles in series configuration 165
Figure F.23 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Three-phase configuration 166
Figure G.1 – Power loss measurement circuit for AC circuit-breakers 169
Figure G.2 – Power loss measurement circuit for AC circuit-breakers with rated current not exceeding 400 A and DC circuit-breakers 170
Figure G.3 – Measurement points for circuit-breakers with a single pole per phase 170
Figure G.4 – Measurement points for circuit-breakers with multiple poles per phase 171
Figure J.1 – EUT mounted in a metallic enclosure 182
Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions 183
Figure J.3 – Test set up for the verification of immunity to electrostatic discharges 184
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..... 227
Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with current breaking device)..... 228
Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without current breaking device)..... 229
Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions..... 230
Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance 231
Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current..... 232
Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current 233
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) 234
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)..... 235
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 236
Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current..... 237
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)..... 238
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) 239
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..... 240
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..... 241
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..... 242
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 243
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..... 244
Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions..... 245

Figure M.20 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions 246
Figure M.21 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal-type MRCDs under short-circuit conditions 247
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) 248
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) 248
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) 249
Figure R.1 – Test circuit for the verification of the automatic reclosing functions 273

Table 1 – Ratio n between short-circuit making capacity and short-circuit breaking capacities and related power factor for AC circuit-breakers 26
Table 2 – Minimum values of rated short-time withstand current 27
Table 3 – Preferred values of the rated control circuit supply voltage, if different from that of the main circuit 28
Table 4 – Product information 30
Table 5 – Characteristics of the opening operation of inverse time-delay overcurrent opening releases at the reference temperature 36
Table 6 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts 38
Table 7 – Number of operating cycles 40
Table 8 – Type tests 41
Table 9 – Alphabetical index of tests 43
Table 10 – Overall schema of test sequences 44
Table 11 – Applicability of test sequences according to the relationship between I_{cs}, I_{cu} and I_{cw} 46
Table 12 – Alternative test programmes for AC circuit-breakers 47
Table 13 – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 4-pole circuit-breakers according to the alternative programme 1 of 9.3.2.4 48
Table 14 – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 3-pole circuit-breakers according to the alternative programme 2 of 9.3.2.4 49
Table 15 – Number of samples for test 52
Table 16 – Values of power factors and time constants corresponding to test currents 54
Table 17 – Tests of test sequence I 58
Table 18 – Test circuit characteristics for overload performance 66
Table 19 – Tests of test sequence II 68
Table 20 – Tests of test sequence III 70
Table 21 – Tests of test sequence IV 71
Table 22 – Tests of test sequence V 72
Table 23 – Tests of test sequence VI 75
Table 24 – Tests of test sequence VIII 77
Table B.1 – Operating characteristic in the case of sinusoidal residual current for non-time-delay type 91

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 92
Table B.3 – Product information 94
Table B.4 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage 99
Table B.5 – Additional test sequences 101
Table B.6 – Tripping current range for CBRs in the case of an earth fault comprising a DC component 107
Table B.7 – Composite test current definition and starting current value 108
Table B.8 – Operating current range for composite residual current 109
Table B.9 – Operating limits for residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz 110
Table C.1 – Tests of Annex C 130
Table D.1 – List of tests for terminal connections with aluminium cables 133
Table D.2 – Conductor length for the current cycling test as per conductor cross-section 136
Table D.3 – Equalizer dimensions 136
Table D.4 – Starting test current for the current cycling test 139
Table D.5 – Example of stability factor calculation 140
Table D.6 – Test values for flexion and pull-out test for cables 140
Table D.7 – Test aluminium cables for test currents up to 800 A 141
Table D.8 – Test aluminium bars for test currents above 400 A and up to 3 150 A 142
Table E.1 – List of items subject to agreement between manufacturer and user 143
Table F.1 – Test parameters for current dips and interruptions 149
Table H.1 – Tests of Annex H 172
Table H.2 – Product information 173
Table J.1 – EMC – Immunity tests 176
Table J.2 – Reference data for immunity test specifications 178
Table J.3 – EMC – Emission tests 181
Table J.4 – Reference data for emission test specifications 181
Table K.1 – Glossary of symbols and graphical representation of characteristics 187
Table L.1 – Product information 198
Table L.2 – Rated conditional short-circuit tests when the OCPD is specified 201
Table L.3 – Rated conditional short-circuit tests when the OCPD is not specified 201
Table M.1 – Product information 208
Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source 211
Table M.3 – Test sequences 212
Table O.1 – Product information 255
Table P.1 – Rated impulse withstand levels for PV circuit-breakers 257
Table P.2 – Product information 258
Table P.3 – Number of operating cycles 259
Table R.1 – Product information 266
Table R.2 – Test sequences for external type automatic re-closing devices 272

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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. It is an International Standard.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2016 and its Amendment 1: 2019. This edition constitutes a technical revision.

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

a) suitability for isolation (see Clause 1);
b) removal of the classification according to the interrupting medium, according to the design, according to the suitability for isolation (see Clause 4);
c) adjustment of current settings with an external device connectable to the release (see 5.7.3);

d) requirements for circuits with protective separation (see 8.2.3.8);
e) additional tests for ground-fault overcurrent releases (see 9.3.4.2.5);
f) additional tests concerning dielectric properties in tripped position (see 9.3.4.3);
g) use of DC voltage for dielectric tests (see 9.3.4.6.2 and 9.4.6);
h) tests of individual pole breaking capacity under phase-to-neutral AC voltage (see 9.3.11);
i) improvement of measurement of power loss in Annex G;
j) changes in EMC tests (see Annex J);
k) introduction of CBI class W in Annex L.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
121A/608/FDIS	121A/621/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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 60947-1:2020.

The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this document, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1:2020.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 2: Circuit-breakers

1 Scope

This document 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 AC or 1 500 V DC; it also contains additional requirements for integrally fused circuit-breakers.

This document also applies to circuit-breakers with ratings at or below 1 000 V AC, additionally having one or more ratings above 1 000 V AC but not exceeding 1 500 V AC.

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

Circuit-breakers per this document are suitable for isolation.

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

Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors are contained in Annex D.

The additional requirements for circuit-breakers with electronic overcurrent 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 overcurrent 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 for instantaneous trip circuit-breakers are contained in Annex O.

The requirements and test methods for DC 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 overcurrent protection for household and similar installations, and designed for use by uninstructed persons, are contained in IEC 60898 series.

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 can be applicable.

NOTE 1 Circuit-breakers can have dedicated accessories.

NOTE 2 Circuit-breakers which are dealt with in this document can be provided with devices for automatic opening under predetermined conditions other than those of overcurrent and undervoltage as, for example, reversal of power or current. This document does not deal with the verification of operation under such pre-determined conditions.

The object of this document is to state:

a) the characteristics of circuit-breakers;
b) the requirements for circuit-breakers with reference to:
    1) operation and behaviour in normal service;
    2) operation and behaviour in case of overload, operation and behaviour in case of short-circuit, including co-ordination in service (selectivity and back-up protection), as well as the operation and behaviour in case of ground-fault;
    3) dielectric properties;
    4) requirements on electromagnetic compatibility, where applicable;
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 circuit-breakers.

NOTE 3 For cybersecurity requirements, see IEC TS 63208.

2 Normative references

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

IEC 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 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

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 61000-4-3:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

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 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2023, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase*

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

IEC 61545:1996, *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 11:2015/AMD2:2019

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 292
1 Domaine d'application 294
2 Références normatives 295
3 Termes et définitions 296
4 Classification 300
4.1 Selon la catégorie de sélectivité, A ou B (voir 5.4) 300
4.2 Selon le mode de commande du mécanisme de manœuvre: 300
4.3 Selon les possibilités d'entretien: 300
4.4 Selon la méthode d'installation: 300
4.5 Selon le degré de protection procuré par l'enveloppe (voir 8.1.12 de l'IEC 60947-1:2020) 300
5 Caractéristiques des disjoncteurs 301
5.1 Énumération des caractéristiques 301
5.2 Type du disjoncteur 301
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal 301
5.3.1 Généralités 301
5.3.2 Tensions assignées 301
5.3.3 Courants 302
5.3.4 Fréquence assignée 302
5.3.5 Service assigné 302
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit 302
5.4 Catégories de sélectivité 305
5.5 Circuits de commande 305
5.5.1 Circuits de commande électriques 305
5.5.2 Circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou électropneumatiques) 305
5.6 Circuits auxiliaires 305
5.7 Déclencheurs 306
5.7.1 Types 306
5.7.2 Caractéristiques 306
5.7.3 Courant de réglage des déclencheurs à maximum de courant 307
5.7.4 Réglage du temps de déclenchement des déclencheurs à maximum de courant 307
5.8 Fusibles incorporés (disjoncteurs à fusibles incorporés) 308
6 Informations sur le matériel 308
6.1 Nature des informations 308
6.2 Marquage 308
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien 310
7 Conditions normales de service, de montage et de transport 310
8 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement 310
8.1 Exigences relatives à la construction 310
8.1.1 Généralités 310
8.1.2 Disjoncteurs débrochables 311
8.1.3 Sectionnement 311
8.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite 311
8.1.5 Exigences pour la sécurité de l'opérateur 311
8.1.6 Liste des différences de construction 312

8.1.7 Exigences supplémentaires pour les disjoncteurs dotés d'un pôle neutre 312
8.1.8 Entrées et sorties numériques à l'usage des automates programmables (AP) 312
8.2 Exigences relatives au fonctionnement 313
8.2.1 Conditions de fonctionnement 313
8.2.2 Échauffement 315
8.2.3 Propriétés diélectriques 317
8.2.4 Aptitude à l'établissement et à la coupure à vide, en charge normale et en surcharge 318
8.2.5 Aptitude à l'établissement et à la coupure en condition de court-circuit 318
8.2.6 Exigences de sectionnement 319
8.2.7 Exigences particulières pour les disjoncteurs à fusibles incorporés 319
8.2.8 Coordination entre un disjoncteur et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits 319
8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM) 319
9 Essais 319
9.1 Nature des essais 319
9.1.1 Généralités 319
9.1.2 Essais de type 319
9.1.3 Essais individuels de série 320
9.1.4 Essais spéciaux 320
9.2 Conformité aux exigences de construction 320
9.3 Essais de type 320
9.3.1 Généralités 320
9.3.2 Séquences d'essai 322
9.3.3 Conditions générales d'essai 328
9.3.4 Séquence d'essai I: caractéristiques générales de fonctionnement 337
9.3.5 Séquence d'essai II: Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit 348
9.3.6 Séquence d'essai III: Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit 350
9.3.7 Séquence d'essai IV: Courant assigné de courte durée admissible 351
9.3.8 Séquence d'essai V: Fonctionnement des disjoncteurs à fusibles incorporés 353
9.3.9 Séquence d'essai VI: Séquence d'essai combinée 355
9.3.10 Séquence d'essai VII: Courant continu critique de charge 357
9.3.11 Séquence d'essai VIII: pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit sur un pôle séparément à la tension phase-neutre alternative 358
9.4 Essais individuels de série 359
9.4.1 Généralités 359
9.4.2 Essais de fonctionnement mécanique 360
9.4.3 Vérification de l'étalonnage des déclencheurs à maximum de courant 360
9.4.4 Vérification du fonctionnement des déclencheurs à minimum de tension et des déclencheurs shunt 361
9.4.5 Essais supplémentaires pour les DPR 361
9.4.6 Essais diélectriques 361
9.4.7 Essai pour la vérification des distances d'isolement inférieures à celles qui correspondent au Tableau 13, cas A de l'IEC 60947-1:2020 363
9.5 Essais spéciaux – Chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs 363
Annexe A (normative) Coordination entre un disjoncteur et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit 366
A.1 Généralités 366

A.2 Objet 366
A.3 Exigences générales de coordination d'un disjoncteur avec un autre DPCC 366
A.4 Type et caractéristiques du DPCC associé 366
A.5 Vérification de la sélectivité 366
A.6 Vérification de la protection d'accompagnement 366
Annexe B (normative) Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel (DPR) 368
B.1 Généralités 368
B.1.1 Préambule 368
B.1.2 Objet 368
B.2 Termes et définitions 369
B.2.1 Termes et définitions relatifs aux courants qui circulent entre les parties actives et la terre 369
B.2.2 Termes et définitions relatifs à l'alimentation d'un DPR 370
B.2.3 Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions des DPR 370
B.2.4 Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'alimentation 372
B.3 Classification 372
B.3.1 Classification selon le mode de fonctionnement de la fonction de courant différentiel résiduel 372
B.3.2 Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement 372
B.3.3 Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel 373
B.3.4 Classification selon le comportement en présence d'une composante continue 373
B.4 Caractéristiques des DPR pour leur fonction de courant différentiel résiduel 373
B.4.1 Valeurs assignées 373
B.4.2 Valeurs préférentielles et valeurs limites 373
B.4.3 Valeur du pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I_{\Delta m}$) 375
B.4.4 Caractéristiques de fonctionnement dans le cas d'un courant de défaut à la terre avec ou sans composante continue 375
B.5 Marquage 376
B.6 Conditions normales de service, de montage et de transport 378
B.7 Exigences relatives à la conception et au fonctionnement 378
B.7.1 Exigences relatives à la conception 378
B.7.2 Exigences relatives au fonctionnement 378
B.7.3 Compatibilité électromagnétique 382
B.8 Essais 382
B.8.1 Séquences d'essai 382
B.8.2 Vérification des caractéristiques de fonctionnement 385
B.8.3 Vérification des propriétés diélectriques 388
B.8.4 Vérification de la manœuvre de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée 388
B.8.5 Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité 389
B.8.6 Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc 389
B.8.7 Vérifications supplémentaires pour les DPR du type A et du type B 390

B.8.8 Vérifications supplémentaires pour les DPR du type B 392
B.8.9 Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon le B.3.1.2.1 397
B.8.10 Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon le B.3.1.2.2 398
B.8.11 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit 399
B.8.12 Vérification des effets des conditions d'environnement 400
B.8.13 Vérification de la compatibilité électromagnétique 400
B.8.14 Essais pour des variations ou des interruptions de tension et pour des creux de tension 402
Annexe C (normative) Séquence d'essai en court-circuit sur un pôle séparément 415
C.1 Généralités 415
C.2 Essai de pouvoir de coupure en court-circuit sur un pôle séparément 415
C.3 Vérification de la tenue diélectrique et du courant de fuite 415
C.4 Vérification des déclencheurs de surcharge 415
Annexe D (normative) Exigences supplémentaires relatives aux disjoncteurs destinés au raccordement de conducteurs en aluminium 416
D.1 Généralités 416
D.2 Termes et définitions 416
D.3 Classification 417
D.4 Caractéristiques 417
D.5 Informations sur le matériel 417
D.5.1 Nature des informations 417
D.5.2 Marquage 417
D.5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien 417
D.6 Conditions normales de service, de montage et de transport 418
D.7 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement 418
D.8 Essais 418
D.8.1 Généralités 418
D.8.2 Essai de cycle de courant 419
D.8.3 Essai climatique 423
D.8.4 Propriétés mécaniques des bornes 424
D.8.5 Essai d'insertion de conducteurs ronds en aluminium et non préparés de section maximale 424
Annexe E (informative) Points qui font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur 428
Annexe F (normative) Essais supplémentaires pour les disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités 429
F.1 Généralités 429
F.2 Liste des essais 429
F.2.1 Généralités 429
F.2.2 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM) 429
F.2.3 Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples 430
F.2.4 Essai de chaleur sèche 430
F.2.5 Essai de chaleur humide 430
F.2.6 Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié 430
F.3 Conditions générales d'essai 430
F.3.1 Généralités 430
F.3.2 Essais de compatibilité électromagnétique 430

F.4 Essais d'immunité 431
F.4.1 Courants harmoniques 431
F.4.2 Décharges électrostatiques 433
F.4.3 Champs électromagnétiques RF rayonnés 433
F.4.4 Transitoires électriques rapides en salves (TER/S) 433
F.4.5 Ondes de choc 433
F.4.6 Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun) 434
F.4.7 Creux de courant 434
F.5 Essais d'émission 435
F.5.1 Harmoniques 435
F.5.2 Fluctuations de tension 435
F.5.3 Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz) 435
F.5.4 Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 6 000 MHz) 435
F.6 Aptitude au fonctionnement à des fréquences multiples 436
F.6.1 Généralités 436
F.6.2 Conditions d'essai 436
F.6.3 Mode opératoire d'essai 436
F.6.4 Résultats d'essai 436
F.7 Essai de chaleur sèche 436
F.7.1 Mode opératoire d'essai 436
F.7.2 Résultats d'essai 437
F.7.3 Vérification des déclencheurs de surcharge 437
F.8 Essai de chaleur humide 437
F.8.1 Mode opératoire d'essai 437
F.8.2 Vérification des déclencheurs de surcharge 437
F.9 Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié 438
F.9.1 Conditions d'essai 438
F.9.2 Mode opératoire d'essai 438
F.9.3 Résultats d'essai 438
F.9.4 Vérification des déclencheurs de surcharge 438
Annexe G (normative) Perte de puissance 453
G.1 Généralités 453
G.2 Méthode de détermination 453
G.2.1 Disjoncteurs à courant alternatif de courant assigné supérieur à 400 A 453
G.2.2 Disjoncteurs à courant alternatif de courant assigné inférieur ou égal à 400 A 454
G.2.3 Disjoncteurs à courant continu 454
G.3 Conditions d'essai 454
G.4 Méthode d'essai 455
G.4.1 Généralités 455
G.4.2 Mesurages de la chute de tension 455
G.4.3 Mesurage du courant 455
Annexe H (normative) Séquence d'essai pour les disjoncteurs pour réseaux IT 458
H.1 Généralités 458
H.2 Court-circuit sur un pôle séparément 458
H.3 Vérification de la tenue diélectrique et du courant de fuite 459
H.4 Vérification des déclencheurs de surcharge 459

H.5 Marquage 459
Annexe I Vacant 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 464
J.2.3 Champs électromagnétiques RF rayonnés 465
J.2.4 Transitoires électriques rapides en salves (TER/S) 465
J.2.5 Ondes de choc 466
J.2.6 Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun) 466
J.3 Émission 466
J.3.1 Généralités 466
J.3.2 Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz) 467
J.3.3 Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 6 000 MHz) 468
Annexe K (informative) Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques 473
Annexe L (normative) Disjoncteurs qui ne satisfont pas aux exigences concernant la protection contre les surintensités (CBI) 482
L.1 Généralités 482
L.2 Termes et définitions 482
L.3 Classification 482
L.4 Caractéristiques 483
L.4.1 Courant assigné (I_n) 483
L.4.2 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{cc}) 483
L.4.3 Autres caractéristiques 483
L.5 Informations sur le matériel 483
L.6 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement 484
L.7 Essais 484
L.7.1 Généralités 484
L.7.2 Essais de courant de court-circuit conditionnel assigné 486
L.7.3 Essais individuels de série 488
Annexe M (normative) Appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD) (non intégrés à un appareil de coupure de courant) 489
M.1 Généralités 489
M.1.1 Préambule 489
M.1.2 Objet 489
M.2 Termes et définitions 489
M.2.1 Termes et définitions relatifs à l'alimentation d'un MRCD 490
M.2.2 Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions d'un MRCD 490
M.3 Classification 490
M.3.1 Classification selon la configuration des conducteurs primaires 490
M.3.2 Classification selon le mode de fonctionnement 491
M.3.3 Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement 491

M.3.4 Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel 491
M.3.5 Classification selon le comportement en présence d'une composante continue 491
M.4 Caractéristiques des MRCD 491
M.4.1 Caractéristiques générales 491
M.4.2 Caractéristiques des MRCD concernant leur fonction de courant différentiel résiduel 492
M.4.3 Comportement en condition de court-circuit 493
M.4.4 Valeurs préférentielles et valeurs limites 493
M.5 Informations sur le matériel 494
M.6 Conditions normales de service, de montage et de transport 495
M.7 Exigences relatives à la conception et au fonctionnement 496
M.7.1 Exigences relatives à la conception 496
M.7.2 Exigences relatives au fonctionnement 496
M.8 Essais 498
M.8.1 Généralités 498
M.8.2 Conformité aux exigences de construction 499
M.8.3 Vérification des caractéristiques de fonctionnement 500
M.8.4 Vérification des propriétés diélectriques 502
M.8.5 Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai aux limites de tension assignée 503
M.8.6 Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité, dans le cas d'une charge monophasée 503
M.8.7 Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc 503
M.8.8 Vérification du comportement dans le cas d'un courant de défaut à la terre qui comprend une composante continue 504
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 507
M.8.10 Vérification de l'échauffement des MRCD du type à bornes 508
M.8.11 Vérification de l'endurance mécanique et électrique 508
M.8.12 Vérification du comportement des MRCD classés conformément au M.3.2.2.1 en cas de défaillance de la source de tension 509
M.8.13 Vérification du comportement des MRCD classés conformément au M.3.2.2.2 en cas de défaillance de la source de tension 509
M.8.14 Vérification du comportement des MRCD dans des conditions de court-circuit 510
M.8.15 Vérification des effets des conditions d'environnement 512
M.8.16 Vérification de la compatibilité électromagnétique 512
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 537
N.1 Généralités 537
N.1.1 Vue d'ensemble 537
N.1.2 Conditions générales d'essai 537
N.2 Immunité 538
N.2.1 Généralités 538
N.2.2 Décharges électrostatiques 538
N.2.3 Champs électromagnétiques RF rayonnés 538
N.2.4 Transitoires électriques rapides en salves (TER/S) 539
N.2.5 Ondes de choc 539

N.2.6 Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun) 539
N.2.7 Creux de tension et interruptions 539
N.3 Émission 539
N.3.1 Généralités 539
N.3.2 Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz) 540
N.3.3 Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 6 000 MHz) 540
Annexe O (normative) Disjoncteurs à déclenchement instantané (ICB, *Instantaneous trip Circuit-Breakers*) 541
O.1 Généralités 541
O.2 Termes et définitions 541
O.3 Valeurs assignées 541
O.3.1 Généralités 541
O.3.2 Courant assigné (I_n) 541
O.3.3 Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit 541
O.3.4 Pouvoirs assignés de coupure en court-circuit 542
O.4 Informations sur le matériel 542
O.5 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement 542
O.6 Essais 543
O.6.1 Séquence d'essai de l'ICB seul 543
O.6.2 ICB associé avec un appareil de protection spécifié (par exemple un démarreur de moteur ou un relais à maximum de courant) 543
Annexe P (normative) Disjoncteurs à courant continu pour utilisation dans les applications photovoltaïques (PV) 544
P.1 Champ d'application 544
P.2 Termes et définitions 544
P.3 Classification 544
P.4 Caractéristiques des disjoncteurs PV 544
P.5 Informations sur le matériel 545
P.6 Conditions normales de service, de montage et de transport 545
P.7 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement 545
P.7.1 Exigences relatives à la construction 545
P.7.2 Exigences relatives au fonctionnement 545
P.7.3 Compatibilité électromagnétique (CEM) 546
P.8 Essais 546
P.8.1 Nature des essais 546
P.8.2 Conformité aux exigences de construction 546
P.8.3 Essais de type 546
P.8.4 Essais individuels de série 549
P.8.5 Essais spéciaux 549
Annexe Q Vacant 550
Annexe R (normative) Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel avec fonctions de refermeture automatique (CBAR) 551
R.1 Généralités 551
R.1.1 Préambule 551
R.1.2 Champ d'application 551
R.2 Termes et définitions 552
R.3 Classification 553

R.3.1 Selon la méthode de construction 553
R.3.2 Selon le mode de refermeture automatique 553
R.4 Caractéristiques 553
R.4.1 Courant assigné différentiel résiduel de refermeture automatique ($I_{\Delta ar}$) 554
R.4.2 Nombre maximal de manœuvres de refermeture successives 554
R.5 Marquage et instructions 554
R.6 Conditions normales de service, de montage et de transport 554
R.7 Exigences relatives à la conception et au fonctionnement 554
R.7.1 Exigences relatives à la conception 554
R.7.2 Exigences relatives au fonctionnement 555
R.8 Essais 556
R.8.1 Conditions générales 556
R.8.2 Vérification de la non-refermeture après déclenchement dans des conditions de surintensité 557
R.8.3 Vérification de la non-refermeture après ouverture intentionnelle 557
R.8.4 Vérification de la fonction de refermeture automatique après un déclenchement sur courant de défaut à la terre 557
R.8.5 Vérification de l'endurance mécanique 559
R.8.6 Vérification de la fonction de sectionnement 559
R.8.7 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit 560
R.8.8 Vérification de la fonction de refermeture automatique après les séquences d'essai de l'Article B.8 560
R.8.9 Essais des dispositifs de refermeture automatique de type externe 560
Bibliographie 563

Figure 1 – Installation d'essai (câbles de raccordement non représentés) pour essais de court-circuit 364
Figure 2 – Exemples d'applications de la force d'essai pour la vérification de l'efficacité de l'indication de la position des contacts principaux (premier critère, organe de commande étant laissé libre) 365
Figure A.1 – Connexions câblées pour les essais de pouvoir de coupure en court-circuit conditionnel dans le cas d'un seul pôle sous tension phase-neutre alternative (C1) 367
Figure B.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement (voir B.8.2) 403
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) 404
Figure B.3 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des DPR classés selon le B.3.1.2.2 (voir B.8.10) 405
Figure B.4 – Onde de courant 0,5 µs/100 kHz 406
Figure B.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs 406
Figure B.6 – Onde de courant de choc 8/20 µs 407
Figure B.7 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite 407
Figure B.8 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés 408
Figure B.9 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant continu lissé 409

Figure B.10 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels alternatifs auxquels est superposé un courant continu lissé 410
Figure B.11 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases 411
Figure B.12 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases 412
Figure B.13 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu lissé 413
Figure B.14 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels composites et les courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz 414
Figure D.1 – Disposition d'essai générale 420
Figure D.2 – Montage des bornes pour l'essai de cycle de courant 420
Figure F.1 – Représentation du courant d'essai produit par des thyristors dos à dos selon le F.4.1 439
Figure F.2 – Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon les 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 440
Figure F.3 – Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon les 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 440
Figure F.4 – Circuit d'essai pour les essais d'immunité et d'émission selon les 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 441
Figure F.5 – Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des interruptions de courant selon le F.4.7.1 441
Figure F.6 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon le F.4.4 – Deux pôles de phase en série 442
Figure F.7 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon le F.4.4 – Trois pôles de phase en série 442
Figure F.8 – Circuit pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) selon le F.4.4 – Raccordement triphasé 443
Figure F.9 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de choc sur le circuit principal (phase-terre) selon le F.4.5 – Deux pôles de phase en série 443
Figure F.10 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de choc sur le circuit principal (phase-terre) selon le F.4.5 – Trois pôles de phase en série 444
Figure F.11 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de choc sur le circuit principal (phase-terre) selon le F.4.5 – Raccordement triphasé 444
Figure F.12 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de courant de choc sur le circuit principal selon le F.4.5 – Deux pôles de phase en série 445
Figure F.13 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de courant de choc sur le circuit principal selon le F.4.5 – Trois pôles de phase en série 445
Figure F.14 – Circuit d'essai pour la vérification de l'influence des ondes de courant de choc sur le circuit principal selon le F.4.5 – Raccordement triphasé 446
Figure F.15 – Cycles de variation de température avec un taux de variation spécifié selon le F.9.1 446
Figure F.16 – Installation générale d'essai pour les essais d'immunité 447
Figure F.17 – Installation d'essai pour la vérification de l'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques 448
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 448
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 449
Figure F.20 – Installation générale d'essai pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (mode commun) 449

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 450
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 451
Figure F.23 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration triphasée 452
Figure G.1 – Circuit de mesurage de la perte de puissance pour les disjoncteurs à courant alternatif 455
Figure G.2 – Circuit de mesurage de la perte de puissance pour les disjoncteurs à courant alternatif de courant assigné inférieur ou égal à 400 A et les disjoncteurs à courant continu 456
Figure G.3 – Points de mesure pour les disjoncteurs avec un seul pôle par phase 456
Figure G.4 – Points de mesure pour les disjoncteurs avec plusieurs pôles par phase 457
Figure J.1 – EUT monté dans une enveloppe métallique 468
Figure J.2 – Installation d'essai pour le mesurage des émissions rayonnées aux fréquences radioélectriques 469
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 472
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 514
Figure M.2 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement en cas d'apparition subite d'un courant différentiel résiduel (avec appareil de coupure de courant) 515
Figure M.3 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement en cas d'apparition subite d'un courant différentiel résiduel (sans appareil de coupure de courant) 516
Figure M.4 – Circuits d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité 517
Figure M.5 – Circuits d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas de charge de la capacité du réseau 518
Figure M.6 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite 519

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 520

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) 521

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) 522

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 ... 523

Figure M.11 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement en cas de montée lente d'un courant différentiel résiduel continu lissé 524

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) 525

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) 526

Figure M.14 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases 527

Figure M.15 – Circuits d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases 528

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 529

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 530

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 531

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 532

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 533

Figure M.21 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement d'un MRCD du type à bornes dans des conditions de court-circuit 534

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) 535

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) 536

Figure R.1 – Circuit d'essai pour la vérification des fonctions de refermeture automatique 562

Tableau 1 – Rapport n entre les pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit et le facteur de puissance correspondant pour les disjoncteurs à courant alternatif 304

Tableau 2 – Valeurs minimales du courant assigné de courte durée admissible 305

Tableau 3 – Valeurs préférentielles de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande si elle est différente de celle du circuit principal 305
Tableau 4 – Informations sur le matériel 308
Tableau 5 – Caractéristiques d'ouverture des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant à temps inverse à la température de référence 315
Tableau 6 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles 316
Tableau 7 – Nombre de cycles de manœuvres 318
Tableau 8 – Essais de type 320
Tableau 9 – Index alphabétique des essais 321
Tableau 10 – Schéma d'ensemble des séquences d'essai 322
Tableau 11 – Applicabilité des séquences d'essai en fonction de la relation entre I_{cs}, I_{cu} et I_{cw} 324
Tableau 12 – Programmes d'essais alternatifs pour les disjoncteurs à courant alternatif 325
Tableau 13 – Applicabilité des essais ou des séquences d'essai aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tétrapolaires selon le programme alternatif 1 du 9.3.2.4 326
Tableau 14 – Applicabilité des essais ou des séquences d'essai aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tripolaires selon le programme alternatif 2 du 9.3.2.4 327
Tableau 15 – Nombre d'échantillons pour les essais 331
Tableau 16 – Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps en fonction des courants d'essai 333
Tableau 17 – Essais de la séquence d'essai I 338
Tableau 18 – Caractéristiques du circuit d'essai pour le fonctionnement en surcharge 346
Tableau 19 – Essais de la séquence d'essai II 348
Tableau 20 – Essais de la séquence d'essai III 350
Tableau 21 – Essais de la séquence d'essai IV 351
Tableau 22 – Essais de la séquence d'essai V 353
Tableau 23 – Essais de la séquence d'essai I 355
Tableau 24 – Essais de la séquence d'essai VIII 358
Tableau B.1 – Caractéristique de fonctionnement dans le cas d'un courant sinusoïdal différentiel résiduel pour le type non temporisé 374
Tableau B.2 – Caractéristiques de fonctionnement dans le cas de courants sinusoïdaux différentiels résiduels, pour le type temporisé avec un temps limite de non-réponse de 0,06 s 375
Tableau B.3 – Informations sur le matériel 377
Tableau B.4 – Exigences relatives aux DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation 382
Tableau B.5 – Séquences d'essai supplémentaires 385
Tableau B.6 – Plage de courants de déclenchement pour les DPR dans le cas d'un défaut à la terre qui comprend une composante continue 391
Tableau B.7 – Définition du courant composite d'essai et valeur du courant de départ 393
Tableau B.8 – Plage de courants de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composite 393
Tableau B.9 – Limites de fonctionnement pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz 394
Tableau C.1 – Essais de l'Annexe C 415
Tableau D.1 – Liste des essais pour les raccordements de câbles en aluminium dans les bornes 419

Tableau D.2 – Longueur de conducteur pour l'essai de cycle de courant en fonction de la section du conducteur 421
Tableau D.3 – Dimensions de l'égaliseur 421
Tableau D.4 – Courant d'essai de départ pour l'essai de cycle de courant 424
Tableau D.5 – Exemple de calcul du facteur de stabilité 425
Tableau D.6 – Valeurs d'essai pour l'essai de flexion et l'essai de traction des câbles 425
Tableau D.7 – Câbles d'essai en aluminium pour des courants d'essai inférieurs ou égaux à 800 A 426
Tableau D.8 – Barres d'essai en aluminium pour des courants d'essai supérieurs à 400 A[g] et inférieurs ou égaux à 3 150 A 427
Tableau E.1 – Liste des points qui font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur 428
Tableau F.1 – Paramètres d'essai pour les creux et interruptions de courant 435
Tableau H.1 – Essais de l'Annexe H 458
Tableau H.2 – Informations sur le matériel 459
Tableau J.1 – Essais d'immunité CEM 462
Tableau J.2 – Données de référence pour les spécifications d'essai d'immunité 464
Tableau J.3 – Essais d'émission CEM 467
Tableau J.4 – Données de référence pour les spécifications d'essai d'émission 467
Tableau K.1 – Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques 473
Tableau L.1 – Informations sur le matériel 484
Tableau L.2 – Essais de court-circuit conditionnel assigné lorsque le DPS est spécifié 487
Tableau L.3 – Essais de court-circuit conditionnel assigné lorsque le DPS n'est pas spécifié 487
Tableau M.1 – Informations sur le matériel 494
Tableau M.2 – Exigences pour les MRCD avec source de tension 497
Tableau M.3 – Séquences d'essais 499
Tableau O.1 – Informations sur le matériel 542
Tableau P.1 – Niveaux assignés de tenue aux chocs des disjoncteurs PV 545
Tableau P.2 – Informations sur le matériel 545
Tableau P.3 – Nombre de cycles de manœuvres 546
Tableau R.1 – Informations sur le matériel 554
Tableau R.2 – Séquences d'essai pour les dispositifs de refermeture automatique de type externe 561

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 2: Disjoncteurs

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique 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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2016 et son Amendement 1:2019. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) aptitude au sectionnement (voir Article 1) ;

b) suppression de la classification selon le milieu de coupure, selon la conception et selon l'aptitude au sectionnement (voir Article 4);

c) ajustement du courant de réglage avec un dispositif externe connectable au déclencheur (voir 5.7.3) ;

d) exigences pour les circuits avec séparation de protection (voir 8.2.3.8);

e) essais supplémentaires pour les déclencheur à maximum de courant de défaut à la terre (voir 9.3.4.2.5);

f) essais supplémentaires concernant les propriétés diélectriques en position de déclenchement (voir 9.3.4.3) ;

g) utilisation de la tension continue pour les essais diélectriques (voir 9.3.4.6.2 et 9.4.6);

h) essais du pouvoir de coupure sur un pôle séparément à la tension phase-neutre alternative (voir 9.3.11);

i) amélioration du mesurage de la perte de puissance à l'Annexe G;

j) changements dans les essais CEM (voir Annexe J) ;

k) introduction des CBI de classe W à l'Annexe L.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
121A/608/FDIS	121A/621/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60947-1:2020.

Les dispositions des règles générales traitées dans l'IEC 60947-1 s'appliquent au présent document lorsque celui-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1:2020.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 2: Disjoncteurs

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique 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; il contient aussi des exigences supplémentaires pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.

Le présent document s'applique également aux disjoncteurs dont les caractéristiques assignées sont inférieures ou égales à 1 000 V en courant alternatif, qui ont en outre une ou plusieurs caractéristiques assignées supérieures à 1 000 V en courant alternatif, sans toutefois dépasser 1 500 V en courant alternatif.

Il s'applique quels que puissent être les courants assignés, les méthodes de construction et l'emploi prévu des disjoncteurs.

Les disjoncteurs conformes au présent document sont aptes au sectionnement.

Les exigences pour les disjoncteurs qui sont également destinés à procurer une protection par courant différentiel résiduel font l'objet de l'Annexe B.

Les exigences supplémentaires pour les disjoncteurs destinés au raccordement de conducteurs en aluminium font l'objet de l'Annexe D.

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

Les exigences supplémentaires pour les 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 qui ne satisfont pas aux exigences relatives aux 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 pour les disjoncteurs à déclenchement instantané font l'objet de l'Annexe O.

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

Les exigences et les méthodes d'essai pour les disjoncteurs à protection incorporée 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 spécifiées dans l'IEC 60947-4-1, applicable aux contacteurs et aux démarreurs à basse tension.

Les exigences pour les disjoncteurs destinés à la protection contre les surintensités des installations domestiques et analogues et prévus pour être utilisés par des personnes non averties figurent dans la série 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 s'appliquer 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 1 Les disjoncteurs peuvent avoir des accessoires dédiés.

NOTE 2 Les disjoncteurs traités dans le présent document peuvent comporter des appareils destinés à déclencher une ouverture automatique dans des conditions prédéterminées autres que des conditions de surintensité et de chute de tension, telles que l'inversion de la puissance ou du courant, par exemple. Le présent document ne traite pas de la vérification du fonctionnement dans de telles conditions prédéterminées.

Le présent document a pour objet de spécifier:

a) les caractéristiques des disjoncteurs;
b) les exigences applicables aux disjoncteurs en ce qui concerne:
    1) leur fonctionnement et leur tenue en service normal;
    2) leur fonctionnement et leur tenue en cas de surcharge, le fonctionnement et le comportement en cas de court-circuit, y compris la coordination en service (sélectivité et protection d'accompagnement), ainsi que leur fonctionnement et leur tenue en cas de courant de défaut à la terre;
    3) leurs propriétés diélectriques;
    4) leurs exigences de compatibilité électromagnétique, le cas échéant;
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 disjoncteurs ou à fournir avec ceux-ci.

NOTE 3 Pour les exigences de cybersécurité, voir l'IEC TS 63208.

2 Références normatives

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

IEC 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, *Âmes des câbles isolés*

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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 61000-4-3:2020, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4:2012, *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 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2023, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-11:2020, *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 pour les appareils à courant d'entrée inférieur ou égal à 16 A par phase*

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

IEC 61545:1996, *Dispositifs de connexion – Dispositifs pour la connexion des câbles en aluminium dans des organes 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 11:2015/AMD2:2019

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