

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**High-voltage switchgear and controlgear –  
Part 100: Alternating-current circuit-breakers**

**Appareillage à haute tension –  
Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.130.10

ISBN 978-2-8322-9885-5

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

## CONTENTS

FOREWORD .....	11
1 Scope .....	13
2 Normative references .....	13
3 Terms and definitions .....	14
3.1 General terms and definitions .....	15
3.2 Assemblies .....	19
3.3 Parts of assemblies .....	19
3.4 Switching devices .....	19
3.5 Parts of circuit-breakers .....	21
3.6 Operational characteristics .....	25
3.7 Characteristic quantities .....	27
3.8 Index of definitions.....	43
4 Normal and special service conditions .....	47
5 Ratings.....	47
5.1 General.....	47
5.2 Rated voltage ( $U_r$ ) .....	48
5.3 Rated insulation level ( $U_d$ , $U_p$ , $U_s$ ) .....	48
5.4 Rated frequency ( $f_r$ ).....	48
5.5 Rated continuous current ( $I_r$ ) .....	48
5.6 Rated short-time withstand current ( $I_k$ ) .....	48
5.7 Rated peak withstand current ( $I_p$ ) .....	48
5.8 Rated duration of short-circuit ( $t_k$ ).....	48
5.9 Rated supply voltage of auxiliary and control circuits ( $U_a$ ) .....	48
5.10 Rated supply frequency of auxiliary and control circuits .....	48
5.11 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems .....	48
5.101 Rated short-circuit breaking current ( $I_{SC}$ ) .....	49
5.102 Rated first-pole-to-clear factor ( $k_{pp}$ ) for terminal fault .....	52
5.103 Rated short-circuit making current .....	52
5.104 Rated operating sequence .....	52
5.105 Rated out-of-phase making and breaking current .....	52
5.106 Rated capacitive currents.....	53
6 Design and construction .....	55
6.1 Requirements for liquids .....	55
6.2 Requirements for gases .....	55
6.3 Earthing .....	55
6.4 Auxiliary and control equipment and circuits .....	56
6.5 Dependent power operation .....	56
6.6 Stored energy operation.....	56
6.7 Independent unlatched operation (independent manual or power operation) .....	56
6.8 Manually operated actuators .....	56
6.9 Operation of releases.....	56
6.10 Pressure/level indication .....	57
6.11 Nameplates.....	58

6.12	Locking devices .....	60
6.13	Position indication.....	60
6.14	Degrees of protection provided by enclosures.....	60
6.15	Creepage distances for outdoor insulators .....	60
6.16	Gas and vacuum tightness .....	60
6.17	Tightness for liquid systems.....	60
6.18	Fire hazard (flammability) .....	60
6.19	Electromagnetic compatibility (EMC).....	60
6.20	X-ray emission .....	60
6.21	Corrosion .....	60
6.22	Filling levels for insulation, switching and/or operation.....	61
6.101	Requirements for simultaneity of poles during single closing and single opening operations .....	61
6.102	General requirement for operation .....	61
6.103	Pressure limits of fluids for operation .....	61
6.104	Vent outlets .....	62
6.105	Time quantities .....	62
6.106	Mechanical loads .....	62
6.107	Circuit-breaker classification .....	63
7	Type tests .....	65
7.1	General.....	65
7.2	Dielectric tests .....	67
7.3	Radio interference voltage (RIV) test .....	72
7.4	Resistance measurement.....	72
7.5	Continuous current tests .....	73
7.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests.....	74
7.7	Verification of the protection .....	74
7.8	Tightness tests .....	74
7.9	Electromagnetic compatibility tests (EMC) .....	74
7.10	Additional tests on auxiliary and control circuits .....	75
7.11	X-radiation test procedure for vacuum interrupters.....	75
7.101	Mechanical and environmental tests .....	75
7.102	Miscellaneous provisions for making and breaking tests .....	88
7.103	General considerations for making and breaking tests .....	106
7.104	Demonstration of arcing times.....	113
7.105	Short-circuit test quantities .....	132
7.106	Short-circuit test procedure .....	155
7.107	Terminal fault tests .....	157
7.108	Additional short-circuit tests .....	161
7.109	Short-line fault tests.....	164
7.110	Out-of-phase making and breaking tests .....	176
7.111	Capacitive current tests .....	178
7.112	Requirements for making and breaking tests on class E2 circuit-breakers having a rated voltage above 1 kV up to and including 52 kV .....	192
8	Routine tests .....	193
8.1	General.....	193
8.2	Dielectric test on the main circuit .....	194
8.3	Tests on auxiliary and control circuits .....	196

8.4	Measurement of the resistance of the main circuit.....	196
8.5	Tightness test .....	196
8.6	Design and visual checks.....	196
8.101	Mechanical operating tests .....	196
9	Guide to the selection of switchgear and controlgear (informative) .....	198
9.101	General.....	198
9.102	Selection of rated values for service conditions.....	200
9.103	Selection of rated values for fault conditions .....	202
9.104	Selection for electrical endurance in networks of rated voltage above 1 kV and up to and including 52 kV .....	206
9.105	Selection for switching of capacitive loads .....	206
10	Information to be given with enquiries, tenders and orders (informative).....	206
10.1	General.....	206
10.2	Information with enquiries and orders .....	206
10.3	Information to be given with tenders.....	207
11	Transport, storage, installation, operation instructions and maintenance.....	209
11.1	General.....	209
11.2	Conditions during transport, storage and installation.....	209
11.3	Installation .....	209
11.4	Operating instructions .....	215
11.5	Maintenance .....	215
11.101	Resistors and capacitors.....	216
12	Safety.....	216
13	Influence of the product on the environment .....	216
Annex A (normative) Calculation of TRVs for short-line faults from rated characteristics .....		217
A.1	Basic approach .....	217
A.2	Transient voltage on line side .....	220
A.3	Transient voltage on source side .....	220
A.4	Examples of calculations.....	224
Annex B (normative) Tolerances on test quantities during type tests.....		227
Annex C (normative) Records and reports of type tests.....		236
C.1	Information and results to be recorded .....	236
C.2	Information to be included in type test reports.....	236
Annex D (normative) Method of determination of the prospective TRV .....		240
D.1	General.....	240
D.2	Drawing the envelope .....	240
D.3	Determination of parameters .....	241
Annex E (normative) Methods of determining prospective TRV waves .....		244
E.1	General.....	244
E.2	General summary of the recommended methods.....	246
E.3	Detailed consideration of the recommended methods .....	247
E.4	Comparison of methods .....	258
Annex F (informative) Requirements for breaking of transformer-limited faults by circuit-breakers with rated voltage higher than 1 kV .....		262
F.1	General.....	262
F.2	Circuit-breakers with rated voltage less than 100 kV .....	263

F.3	Circuit-breakers with rated voltage from 100 kV to 800 kV .....	265
F.4	Circuit-breakers with rated voltage higher than 800 kV.....	265
Annex G (normative)	Use of mechanical characteristics and related requirements .....	266
Annex H (normative)	Requirements for making and breaking test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers .....	268
H.1	General.....	268
H.2	Reduced number of making and breaking units for testing purposes .....	268
H.3	Tests for single pole in one enclosure .....	269
H.4	Tests for three poles in one enclosure .....	272
Annex I (normative)	Requirements for circuit-breakers with opening resistors .....	274
I.1	General.....	274
I.2	Switching performance to be verified .....	274
I.3	Insertion time of the resistor.....	287
I.4	Current carrying performance .....	287
I.5	Dielectric performance .....	287
I.6	Mechanical performance .....	287
I.7	Requirements for the specification of opening resistors.....	287
I.8	Examples of recovery voltage waveshapes .....	287
Annex J (normative)	Verification of capacitive current breaking in presence of single or two-phase earth faults .....	294
J.1	General.....	294
J.2	Test voltage .....	294
J.3	Test current .....	294
J.4	Test-duty .....	295
J.5	Criteria to pass the tests .....	295
Bibliography	.....	296
Figure 1	– Typical oscillogram of a three-phase short-circuit make-break cycle.....	29
Figure 2	– Circuit-breaker without switching resistors – Opening and closing operations.....	30
Figure 3	– Circuit breaker without switching resistors – Close-open cycle .....	31
Figure 4	– Circuit-breaker without switching resistors – Reclosing (auto-reclosing).....	32
Figure 5	– Circuit-breaker with switching resistors – Opening and closing operations .....	33
Figure 6	– Circuit-breaker with switching resistors – Close-open cycle.....	34
Figure 7	– Circuit-breaker with switching resistors – Reclosing (auto-reclosing).....	35
Figure 8	– Determination of short-circuit making and breaking currents, and of percentage DC component.....	50
Figure 9	– Percentage DC component in relation to the time interval from the initiation of the short-circuit for the different time constants.....	51
Figure 10	– Example of wind velocity measurement .....	82
Figure 11	– Test sequence for low temperature test.....	84
Figure 12	– Test sequence for high temperature test .....	85
Figure 13	– Humidity test.....	87
Figure 14	– Example of reference mechanical characteristics (idealised curve) .....	91
Figure 15	– Reference mechanical characteristics of Figure 14 with the envelopes centred over the reference curve (+5 %, –5 %) .....	92

Figure 16 – Reference mechanical characteristics of Figure 14 with the envelope fully displaced upward from the reference curve (+10 %, –0 %)	93
Figure 17 – Reference mechanical characteristics of Figure 14 with the envelope fully displaced downward from the reference curve (+0 %, –10 %)	93
Figure 18 – Equivalent testing set-up for unit testing of circuit-breakers with more than one separate making and breaking units	95
Figure 19 – Earthing of test circuits for single-phase short-circuit tests, $k_{pp} = 1,5$	96
Figure 20 – Earthing of test circuits for single-phase short-circuit tests, $k_{pp} = 1,3$	97
Figure 21 – Test circuit for single-phase out-of-phase tests	97
Figure 22 – Test circuit for out-of-phase tests using two voltages separated by 120 electrical degrees	98
Figure 23 – Test circuit for out-of-phase tests with one terminal of the circuit-breaker earthed (subject to agreement of the manufacturer)	98
Figure 24 – Example of prospective test TRV with four-parameter envelope which satisfies the conditions to be met during type test – Case of specified TRV with four-parameter reference line	99
Figure 25 – Example of prospective test TRV with two-parameter envelope which satisfies the conditions to be met during type test: case of specified TRV with two-parameter reference line	100
Figure 26 – Example of prospective test TRV-waves and their combined envelope in two-part test	101
Figure 27 – Earthing of test circuits for three-phase short-circuit tests, $k_{pp} = 1,5$	108
Figure 28 – Earthing of test circuits for three-phase short-circuit tests, $k_{pp} = 1,3$	109
Figure 29 – Determination of power frequency recovery voltage	111
Figure 30 – Graphical representation of the time parameters for the demonstration of arcing times in three-phase tests of test-duty T100a	114
Figure 31 – Graphical representation of an example of the three valid symmetrical breaking operations for $k_{pp} = 1,5$	115
Figure 32 – Graphical representation of the three valid symmetrical breaking operations for $k_{pp} = 1,2$ or $1,3$	116
Figure 33 – Graphical representation of an example of the three valid asymmetrical breaking operations for $k_{pp} = 1,5$	120
Figure 34 – Graphical representation of an example of the three valid asymmetrical breaking operations for $k_{pp} = 1,2$ or $1,3$	121
Figure 35 – Example of a graphical representation of the three valid symmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions for $k_{pp} = 1,5$	125
Figure 36 – Example of a graphical representation of an example of the three valid symmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions for $k_{pp} = 1,2$ or $1,3$	126
Figure 37 – Example of a graphical representation of an example of the three valid asymmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase conditions for $k_{pp} = 1,5$	128
Figure 38 – Example of a graphical representation of an example of the three valid asymmetrical breaking operations for single-phase tests in substitution of three-phase for $k_{pp} = 1,2$ and $1,3$	129

Figure 39 – Graphical representation of the arcing window and the pole factor $k_p$ , determining the TRV of the individual pole, for systems with a $k_{pp}$ of 1,2.....	131
Figure 40 – Graphical representation of the arcing window and the pole factor $k_p$ , determining the TRV of the individual pole, for systems with a $k_{pp}$ of 1,3.....	131
Figure 41 – Graphical representation of the arcing window and the pole factor $k_p$ , determining the TRV of the individual pole, for systems with a $k_{pp}$ of 1,5.....	132
Figure 42 – Representation of a specified TRV by a 4-parameter reference line and a delay line.....	135
Figure 43 – Representation of a specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line.....	136
Figure 44 – Basic circuit for terminal fault with ITRV.....	136
Figure 45 – Representation of ITRV in relationship to TRV.....	137
Figure 46 – Example of line transient voltage with time delay with non-linear rate of rise....	151
Figure 47 – Necessity of additional single-phase tests and requirements for testing.....	162
Figure 48 – Basic circuit arrangement for short-line fault testing and prospective TRV-circuit-type a) according to 7.109.3: Source side and line side with time delay.....	167
Figure 49 – Basic circuit arrangement for short-line fault testing – circuit type b1) according to 7.109.3: Source side with ITRV and line side with time delay.....	168
Figure 50 – Basic circuit arrangement for short-line fault testing – circuit type b2) according to 7.109.3: Source side with time delay and line side without time delay.....	169
Figure 51 – Example of a line side transient voltage with time delay.....	170
Figure 52 – Flow chart for the choice of short-line fault test circuits.....	171
Figure 53 – Compensation of deficiency of the source side time delay by an increase of the excursion of the line side voltage.....	173
Figure 54 – Recovery voltage for capacitive current breaking tests.....	189
Figure 55 – Reclassification procedure for line and cable-charging current tests.....	191
Figure 56 – Reclassification procedure for capacitor bank current tests.....	192
Figure A.1 – Typical graph of line and source side TRV parameters – Line side and source side with time delay.....	219
Figure A.2 – Actual course of the source side TRV for short-line fault $L_{90}$ , $L_{75}$ and $L_{60}$ ....	222
Figure A.3 – Typical graph of line and source side TRV parameters – Line side and source side with time delay, source side with ITRV.....	223
Figure D.1 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 1).....	242
Figure D.2 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 2).....	242
Figure D.3 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 3) i).....	243
Figure D.4 – Representation by two parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 3) ii).....	243
Figure E.1 – Effect of depression on the peak value of the TRV.....	245
Figure E.2 – Breaking with arc-voltage present.....	247
Figure E.3 – TRV in case of ideal breaking.....	248
Figure E.4 – Breaking with pronounced premature current-zero.....	248
Figure E.5 – Relationship between the values of current and TRV occurring in test and those prospective to the system.....	249

Figure E.6 – Breaking with post-arc current .....	250
Figure E.7 – Schematic diagram of power-frequency current injection apparatus .....	251
Figure E.8 – Sequence of operation of power-frequency current injection apparatus .....	252
Figure E.9 – Schematic diagram of capacitance injection apparatus .....	254
Figure E.10 – Sequence of operation of capacitor-injection apparatus .....	255
Figure F.1 – First example of transformer-limited fault (also called transformer-fed fault)....	262
Figure F.2 – Second example of transformer-limited fault (also called transformer- secondary fault) .....	263
Figure H.1 – Test configuration considered in Table H.1, Table H.2 and Table H.3 .....	270
Figure I.1 – Typical system configuration for breaking by a circuit-breaker with opening resistors .....	274
Figure I.2 – Test circuit for test-duties T60 and T100 .....	276
Figure I.3 – Test circuit for test-duties T10, T30 and OP2 .....	277
Figure I.4 – Example of an underdamped TRV for T100s(b), $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ , $f_r = 50\ \text{Hz}$ .....	279
Figure I.5 – Example of an overdamped TRV for T10, $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ , $f_r =$ $50\ \text{Hz}$ .....	280
Figure I.6 – Example of a test circuit for short-line fault test-duty $L_{g0}$ .....	281
Figure I.7 – Example of real line simulation for short-line fault test-duty $L_{g0}$ based on $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ , $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ and $f_r = 50\ \text{Hz}$ .....	282
Figure I.8 – Typical recovery voltage waveshape of capacitive current breaking on a circuit-breaker equipped with opening resistors .....	284
Figure I.9 – Typical recovery voltage waveshape of T10 (based on $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ , $I_{SC} =$ $50\ \text{kA}$ and $f_r = 50\ \text{Hz}$ ) on the resistor switch of a circuit-breaker equipped with opening resistors .....	285
Figure I.10 – TRV waveshapes for high short-circuit current breaking operation .....	288
Figure I.11 – Currents in case of high short-circuit current breaking operation .....	289
Figure I.12 – TRV shapes for low short-circuit current breaking operation .....	290
Figure I.13 – Currents in case of low short-circuit current breaking operation .....	291
Figure I.14 – Voltage waveshapes for line-charging current breaking operation .....	292
Figure I.15 – Current waveshapes for line-charging current breaking operation .....	293
Table 1 – Preferred values of rated capacitive currents .....	54
Table 2 – Nameplate information .....	59
Table 3 – Examples of static horizontal and vertical forces for static terminal load .....	63
Table 4 – Number of mechanical operations .....	64
Table 5 – Type tests .....	66
Table 6 – Invalid tests .....	67
Table 7 – Test requirements for voltage tests as condition check for metal-enclosed circuit-breakers .....	70
Table 8 – Number of operating sequences .....	79
Table 9 – Standard values of ITRV – Rated voltages 100 kV and above .....	112



Table 10 – Last current loop parameters in three-phase tests and in single-phase tests in substitution for three-phase conditions in relation with short-circuit test-duty T100a – Tests for 50 Hz operation.....	117
Table 11 – Last current loop parameters in three-phase tests and in single-phase tests in substitution for three-phase conditions in relation with short-circuit test-duty T100a – Tests for 60 Hz operation.....	118
Table 12 – Prospective TRV parameters for single-phase tests in substitution for three-phase tests to demonstrate the breaking of the second-pole-to-clear for $k_{pp} = 1,3$ .....	122
Table 13 – Prospective TRV parameters for single-phase tests in substitution for three-phase tests to demonstrate the breaking of the third-pole-to-clear for $k_{pp} = 1,3$ .....	123
Table 14 – Standard multipliers for TRV values for second and third clearing poles .....	130
Table 15 – Arcing window for tests with symmetrical current.....	130
Table 16 – Values of prospective TRV for class S1 circuit-breakers rated for $k_{pp} = 1,5$ .....	138
Table 17 – Values of prospective TRV for class S1 circuit-breakers rated for $k_{pp} = 1,3$ .....	140
Table 18 – Values of prospective TRV for class S2 circuit-breakers rated for $k_{pp} = 1,5$ .....	142
Table 19 – Values of prospective TRV for class S2 circuit-breakers for rated for $k_{pp} = 1,3$ .	144
Table 20 – Values of prospective TRV for circuit-breakers rated for $k_{pp} = 1,2$ or $1,3$ – Rated voltages of 100 kV and above.....	147
Table 21 – Values of prospective TRV for circuit-breakers rated for $k_{pp} = 1,5$ – Rated voltages of 100 kV to 170 kV .....	149
Table 22 – Values of prospective TRV for out-of-phase tests on class S1 circuit-breakers for $k_{pp} = 2,5$ .....	152
Table 23 – Values of prospective TRV for out-of-phase tests on class S1 circuit-breakers for $k_{pp} = 2,0$ .....	153
Table 24 – Values of prospective TRV for out-of-phase tests on class S2 circuit-breakers for $k_{pp} = 2,5$ .....	153
Table 25 – Values of prospective TRV for out-of-phase tests on class S2 circuit-breakers for $k_{pp} = 2,0$ .....	154
Table 26 – Values of prospective TRV for out-of-phase tests on circuit-breakers rated for $k_{pp} = 2,5$ – Rated voltages of 100 kV to 170 kV.....	154
Table 27 – Values of prospective TRV for out-of-phase tests on circuit-breakers rated for $k_{pp} = 2,0$ – Rated voltages of 100 kV and above .....	155
Table 28 – Prospective TRV parameters for single-phase and double-earth fault tests.....	163
Table 29 – Values of line characteristics for short-line faults.....	165
Table 30 – Values of prospective TRV for the supply circuit of short-line fault tests .....	175
Table 31 – Test-duties to demonstrate the out-of-phase rating.....	177
Table 32 – Specified values of $u_1$ , $t_1$ , $u_C$ and $t_2$ .....	180
Table 33 – Common requirements for test-duties .....	182
Table 34 – Operating sequence for electrical endurance test on class E2 circuit-breakers for auto-reclosing duty.....	193
Table 35 – Application of voltage for dielectric test on the main circuit.....	194
Table 36 – Test voltage for partial discharge test.....	195
Table A.1 – Ratios of voltage-drop and source-side TRV .....	219
Table B.1 – Tolerances on test quantities for type tests .....	228

Table E.1 – Methods for determination of prospective TRV .....	259
Table F.1 – Required values of prospective TRV for T30, for circuit-breakers intended to be connected to a transformer with a connection of small capacitance – Rated voltage higher than 1 kV and less than 100 kV for non-effectively earthed neutral systems .....	264
Table F.2 – Required values of prospective TRV for circuit-breakers with rated voltages higher than 800 kV intended to be connected to a transformer with a connection of low capacitance .....	265
Table H.1 – Three-phase capacitive current breaking in service conditions: voltages on the source-side, load-side, and recovery voltages .....	270
Table H.2 – Corresponding capacitive current-breaking tests in accordance with 7.111.7 for single-phase laboratory tests. Values of voltages on the source-side, load-side, and recovery voltages .....	271
Table H.3 – Capacitive current breaking in actual service conditions: maximum typical voltage values.....	273
Table I.1 – Results of the TRV calculation for terminal faults and out-of-phase .....	278
Table I.2 – Results of the TRV calculation for test-duty L <sub>90</sub> .....	282
Table I.3 – Results of the TRV calculations for test-duty T10 .....	285

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –****Part 100: Alternating-current circuit-breakers**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 62271-100 has been prepared by subcommittee 17A: Switching devices, of IEC technical committee 17: High-voltage switchgear and controlgear.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2008, Amendment 1:2012 and Amendment 2:2017. This edition constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- the document has been updated to IEC 62271-1:2017;
- Amendments 1 and 2 have been included;
- the definitions have been updated, terms not used have been removed;
- Subclauses 7.102 through 7.108 have been restructured.

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

FDIS	Report on voting
17A/1299/FDIS	17A/1305/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](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

This document is to be read in conjunction with IEC 62271-1, second edition, published in 2017, to which it refers and which is applicable unless otherwise specified. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 62271-1. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101.

A list of all parts of IEC 62271 series, under the general title *High-voltage switchgear and controlgear* can be found on the IEC website.

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](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

The contents of the corrigendum 1 (2021-12) only applies to the French version.

The contents of the corrigendum 2 (2022-07) have been included in this copy.

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

# HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

## Part 100: Alternating-current circuit-breakers

### 1 Scope

This part of IEC 62271 is applicable to three-phase AC circuit-breakers designed for indoor or outdoor installation and for operation at frequencies of 50 Hz and/or 60 Hz on systems having voltages above 1 000 V. This document includes only direct testing methods for making-breaking tests. For synthetic testing methods refer to IEC 62271-101.

NOTE In a direct testing method one source is used to supply the voltage and current during the making and breaking tests.

This part of IEC 62271 is not applicable to:

- circuit-breakers with a closing mechanism for dependent manual operation;
- circuit-breakers intended for use on motive power units of electrical traction equipment; these are covered by IEC 60077 (all parts) [1]<sup>1</sup>;
- generator circuit-breakers installed between generator and step-up transformer; these are covered by the IEC 62271-37-013 [2];
- self-tripping circuit-breakers with tripping devices that cannot be made inoperative during testing. Tests on automatic circuit reclosers are covered by IEC 62271-111 [3];
- tests to prove the performance under abnormal conditions that are not described in this document are subject to agreement between manufacturer and user. Such abnormal conditions are, for example, cases where the voltage is higher than the rated voltage of the circuit-breaker, conditions which can occur due to sudden loss of load on long lines or cables.

### 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 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-151:2001/AMD1:2013

IEC 60050-151:2001/AMD2:2014

IEC 60050-151:2001/AMD3:2019

IEC 60050-151:2001/AMD4:2020

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

---

<sup>1</sup> Numbers in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-442:1998/AMD1:2015

IEC 60050-442:1998/AMD2:2015

IEC 60050-442:1998/AMD3:2019

IEC 60050-461:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 461: Electric cables*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050-601:1985/AMD1:1998

IEC 60050-601:1985/AMD2:2020

IEC 60050-614:2016, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 614: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60059, *IEC standard current ratings*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60255-151:2009, *Measuring relays and protection equipment – Part 151: Functional requirements for over/under current protection*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 62271-1:2017, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear*

IEC 62271-101, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 101: Synthetic testing*

IEC 62271-102:2018, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 62271-200:20—<sup>2</sup>, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-203, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

---

<sup>2</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC RFDIS 62271-200:2021.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	310
1 Domaine d'application .....	312
2 Références normatives .....	312
3 Termes et définitions .....	313
3.1 Termes et définitions généraux .....	314
3.2 Ensembles .....	318
3.3 Parties d'ensembles .....	318
3.4 Appareils de connexion .....	318
3.5 Parties de disjoncteurs .....	320
3.6 Caractéristiques de fonctionnement .....	324
3.7 Grandeurs caractéristiques .....	326
3.8 Index des définitions .....	342
4 Conditions normales et spéciales de service .....	346
5 Caractéristiques assignées .....	346
5.1 Généralités .....	346
5.2 Tension assignée ( $U_r$ ) .....	346
5.3 Niveau d'isolement assigné ( $U_d$ , $U_p$ , $U_s$ ) .....	346
5.4 Fréquence assignée ( $f_r$ ) .....	346
5.5 Courant permanent assigné ( $I_r$ ) .....	346
5.6 Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ ) .....	347
5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée ( $I_p$ ) .....	347
5.8 Durée de court-circuit assignée ( $t_k$ ) .....	347
5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande ( $U_a$ ) .....	347
5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande .....	347
5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue .....	347
5.101 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit ( $I_{sc}$ ) .....	347
5.102 Facteur de premier pôle assigné ( $k_{pp}$ ) pour le défaut aux bornes .....	350
5.103 Pouvoir d'établissement assigné en court-circuit .....	350
5.104 Séquence de manœuvres assignée .....	350
5.105 Pouvoir d'établissement et pouvoir de coupure assignés de discordance de phases .....	351
5.106 Courants capacitifs assignés .....	351
6 Conception et construction .....	353
6.1 Exigences pour les liquides .....	353
6.2 Exigences pour les gaz .....	353
6.3 Raccordement à la terre .....	354
6.4 Équipements et circuits auxiliaires et de commande .....	354
6.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure .....	354
6.6 Manœuvre à accumulation d'énergie .....	354
6.7 Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure) .....	354

6.8	Organes de commande à manœuvre manuelle .....	355
6.9	Fonctionnement des déclencheurs .....	355
6.10	Indication de la pression / du niveau .....	356
6.11	Plaques signalétiques .....	356
6.12	Dispositifs de verrouillage .....	358
6.13	Indicateur de position.....	358
6.14	Degrés de protection procurés par les enveloppes .....	358
6.15	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur .....	358
6.16	Étanchéité au gaz et au vide .....	358
6.17	Étanchéité des systèmes de liquide .....	358
6.18	Risque de feu (inflammabilité).....	358
6.19	Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	358
6.20	Émission de rayons X .....	358
6.21	Corrosion .....	358
6.22	Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre .....	358
6.101	Exigences concernant la simultanéité des pôles pendant des manœuvres simples de fermeture et d'ouverture .....	359
6.102	Exigence générale de fonctionnement.....	359
6.103	Limites de pression des fluides pour la manœuvre .....	359
6.104	Orifices d'évacuation.....	360
6.105	Durées .....	360
6.107	Classification des disjoncteurs .....	361
7	Essais de type .....	363
7.1	Généralités .....	363
7.2	Essais diélectriques .....	366
7.3	Essai de tension de perturbation radioélectrique .....	370
7.4	Mesurage de la résistance .....	370
7.5	Essais au courant permanent.....	371
7.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible .....	372
7.7	Vérification de la protection .....	372
7.8	Essais d'étanchéité .....	373
7.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	373
7.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande.....	373
7.11	Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide .....	374
7.101	Essais mécaniques et climatiques.....	374
7.102	Dispositions diverses pour les essais d'établissement et de coupure .....	387
7.103	Considérations générales pour les essais d'établissement et de coupure.....	406
7.104	Démonstration des durées d'arc.....	413
7.105	Grandeurs pour les essais de court-circuit .....	432
7.106	Procédure d'essais de court-circuit .....	456
7.107	Essais de défaut aux bornes .....	458
7.108	Essais de court-circuit complémentaires .....	463
7.109	Essais de défaut proche en ligne .....	466
7.110	Essais d'établissement et de coupure de discordance de phases.....	478
7.111	Essais au courant capacitif .....	480
7.112	Exigences concernant les essais d'établissement et de coupure effectués sur des disjoncteurs de classe E2 ayant une tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 52 kV .....	496



8	Essais individuels de série .....	497
8.1	Généralités .....	497
8.2	Essai diélectrique du circuit principal .....	498
8.3	Essais des circuits auxiliaires et de commande .....	500
8.4	Mesurage de la résistance du circuit principal .....	500
8.5	Essai d'étanchéité .....	500
8.6	Contrôles visuels et de conception .....	500
8.101	Essais de fonctionnement mécanique .....	500
9	Guide pour le choix des appareillages (informatif) .....	502
9.101	Généralités .....	502
9.102	Choix des valeurs assignées pour les conditions de service .....	504
9.103	Choix des valeurs assignées pour les conditions de défaut .....	506
9.104	Choix de l'endurance électrique pour les réseaux de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus .....	510
9.105	Choix de la manœuvre des charges capacitatives .....	510
10	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes (informatif) .....	510
10.1	Généralités .....	510
10.2	Renseignements dans les appels d'offres et les commandes .....	511
10.3	Renseignements pour les soumissions .....	512
11	Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance .....	514
11.1	Généralités .....	514
11.2	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation .....	514
11.3	Installation .....	514
11.4	Instructions de fonctionnement .....	521
11.5	Maintenance .....	521
11.101	Résistances et condensateurs .....	521
12	Sécurité .....	521
13	Influence du produit sur l'environnement .....	521
	Annexe A (normative) Calcul des tensions transitoires de rétablissement (TTR) pour les défauts proches en ligne à partir des caractéristiques assignées .....	522
A.1	Approche fondamentale .....	522
A.2	Tension transitoire côté ligne .....	525
A.3	Tension transitoire côté alimentation .....	525
A.4	Exemples de calculs .....	529
	Annexe B (normative) Tolérances sur les grandeurs d'essai pendant les essais de type .....	532
	Annexe C (normative) Enregistrements et rapports d'essais de type .....	542
C.1	Renseignements et résultats à enregistrer .....	542
C.2	Renseignements à inclure dans les rapports d'essais de type .....	542
	Annexe D (normative) Méthode de détermination de la TTR présumée .....	546
D.1	Généralités .....	546
D.2	Tracé de l'enveloppe .....	546
D.3	Détermination des paramètres .....	547
	Annexe E (normative) Méthodes de détermination des ondes de TTR présumée .....	550
E.1	Généralités .....	550
E.2	Synthèse générale des méthodes recommandées .....	552

E.3	Étude détaillée des méthodes recommandées .....	553
E.4	Comparaison des méthodes .....	564
Annexe F (informative) Exigences pour la coupure de défauts limités par un transformateur pour des disjoncteurs de tension assignée supérieure à 1 kV.....		
F.1	Généralités .....	568
F.2	Disjoncteurs de tension assignée inférieure à 100 kV .....	569
F.3	Disjoncteurs de tension assignée comprise entre 100 kV et 800 kV .....	571
F.4	Disjoncteurs de tension assignée supérieure à 800 kV.....	571
Annexe G (normative) Utilisation des caractéristiques mécaniques et exigences associées .....		
		572
Annexe H (normative) Exigences pour les procédures d'essai d'établissement et de coupure pour les disjoncteurs sous enveloppe métallique et à cuve mise à la terre.....		
		574
H.1	Généralités .....	574
H.2	Nombre réduit d'éléments d'établissement et de coupure destinés aux essais .....	574
H.3	Essais sur un pôle unique dans une seule enveloppe .....	575
H.4	Essais de trois pôles dans une seule enveloppe .....	578
Annexe I (normative) Exigences concernant les disjoncteurs avec résistances d'ouverture .....		
		580
I.1	Généralités .....	580
I.2	Performance d'établissement et de coupure à vérifier .....	580
I.3	Durée d'insertion de la résistance .....	593
I.4	Capacité de tenue au courant .....	593
I.5	Performance diélectrique .....	593
I.6	Performance mécanique .....	593
I.7	Exigences pour la spécification des résistances d'ouverture .....	594
I.8	Exemples de formes d'onde de tension de rétablissement .....	594
Annexe J (normative) Vérification de la coupure de courants capacitifs en présence de défauts monophasés ou biphasés à la terre .....		
		601
J.1	Généralités .....	601
J.2	Tension d'essai.....	601
J.3	Courant d'essai.....	602
J.4	Séquence d'essais.....	602
J.5	Conditions de réussite aux essais .....	602
Bibliographie.....		603
Figure 1 – Oscillogramme type d'un cycle d'établissement-coupure en court-circuit triphasé .....		
		328
Figure 2 – Disjoncteur sans résistances intercalaires – Manœuvres de fermeture-ouverture .....		
		329
Figure 3 – Disjoncteur sans résistances intercalaires – Cycle de fermeture-ouverture .....		
		330
Figure 4 – Disjoncteur sans résistances intercalaires – Refermeture (refermeture automatique).....		
		331
Figure 5 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Manœuvres de fermeture-ouverture .....		
		332
Figure 6 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Cycle de fermeture-ouverture .....		
		333

Figure 7 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Refermeture (refermeture automatique).....	334
Figure 8 – Détermination des pouvoirs d'établissement et de coupure assignés en court-circuit et du pourcentage de la composante apériodique .....	348
Figure 9 – Pourcentage de la composante apériodique en fonction de l'intervalle de temps à partir du début du court-circuit pour les différentes constantes de temps .....	350
Figure 10 – Exemple de mesure de la vitesse du vent.....	381
Figure 11 – Séquence d'essais pour l'essai à basse température .....	383
Figure 12 – Séquence d'essais pour l'essai à haute température .....	385
Figure 13 – Essai d'humidité.....	387
Figure 14 – Exemple de caractéristiques mécaniques de référence (courbe théorique).....	391
Figure 15 – Caractéristiques mécaniques de référence de la Figure 14 avec centrage des enveloppes au-dessus de la courbe de référence (+5 %, -5 %).....	392
Figure 16 – Caractéristiques mécaniques de référence de la Figure 14 avec déplacement total de l'enveloppe vers le haut par rapport à la courbe de référence (+10 %, -0 %) .....	393
Figure 17 – Caractéristiques mécaniques de référence de la Figure 14 avec déplacement total de l'enveloppe vers le bas par rapport à la courbe de référence (+0 %, -10 %) .....	393
Figure 18 – Montage d'essai équivalent pour les essais sur éléments séparés de disjoncteurs avec deux éléments d'établissement et de coupure ou plus distincts.....	395
Figure 19 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais monophasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,5$ .....	396
Figure 20 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais monophasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,3$ .....	397
Figure 21 – Circuit d'essai pour les essais monophasés de discordance de phases .....	397
Figure 22 – Circuit d'essai avec deux tensions décalées de 120 degrés électriques pour les essais de discordance de phases .....	398
Figure 23 – Circuit d'essai avec une borne du disjoncteur à la terre pour les essais de discordance de phases (sous réserve de l'accord du fabricant).....	398
Figure 24 – Exemple d'une TTR d'essai présumée comportant une enveloppe à quatre paramètres et répondant aux conditions imposées pour l'essai de type – Cas de la TTR spécifiée comportant un tracé de référence à quatre paramètres .....	399
Figure 25 – Exemple d'une TTR d'essai présumée comportant une enveloppe à deux paramètres et répondant aux conditions imposées pour l'essai de type – Cas de la TTR spécifiée comportant un tracé de référence à deux paramètres .....	400
Figure 26 – Exemple d'ondes de TTR d'essai présumée et de l'enveloppe de l'ensemble pour un essai en deux parties .....	401
Figure 27 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais triphasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,5$ .....	408
Figure 28 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais triphasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,3$ .....	409
Figure 29 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquence industrielle .....	411
Figure 30 – Représentation graphique des paramètres de temps pour la démonstration des durées d'arc pendant les essais triphasés de la séquence d'essais T100a .....	414
Figure 31 – Représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupures valables de courants symétriques pour $k_{pp} = 1,5$ .....	415
Figure 32 – Représentation graphique des trois manœuvres de coupure valables de courants symétriques pour $k_{pp} = 1,2$ ou $1,3$ .....	416

Figure 33 – Représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupure valables de courants asymétriques pour $k_{pp} = 1,5$ .....	420
Figure 34 – Représentation graphique d'un exemple des trois coupures valables de courants asymétriques pour $k_{pp} = 1,2$ ou $1,3$ .....	421
Figure 35 – Exemple de représentation graphique des trois manœuvres de coupure valables de courants symétriques lors d'essais monophasés effectués en remplacement des conditions triphasées pour $k_{pp} = 1,5$ .....	425
Figure 36 – Exemple de représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupure valables de courants symétriques lors d'essais monophasés effectués en remplacement des conditions triphasées pour $k_{pp} = 1,2$ ou $1,3$ .....	426
Figure 37 – Exemple de représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupure valables de courants asymétriques lors d'essais monophasés effectués en remplacement des conditions triphasées pour $k_{pp} = 1,5$ .....	428
Figure 38 – Exemple de représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupure valables de courants asymétriques lors d'essais monophasés effectués en remplacement des conditions triphasées pour $k_{pp} = 1,2$ et $1,3$ .....	429
Figure 39 – Représentation graphique de la fenêtre de coupure et du facteur de pôle $k_p$ , qui détermine la TTR de chaque pôle, pour des réseaux avec $k_{pp}$ égal à $1,2$ .....	431
Figure 40 – Représentation graphique de la fenêtre de coupure et du facteur de pôle $k_p$ , qui détermine la TTR de chaque pôle, pour des réseaux avec $k_{pp}$ égal à $1,3$ .....	431
Figure 41 – Représentation graphique de la fenêtre de coupure et du facteur de pôle $k_p$ , qui détermine la TTR de chaque pôle, pour des réseaux avec $k_{pp}$ égal à $1,5$ .....	432
Figure 42 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à quatre paramètres et par une ligne de retard .....	435
Figure 43 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et par une ligne de retard .....	436
Figure 44 – Circuit de base pour le défaut aux bornes avec TTRI .....	436
Figure 45 – Représentation de la TTRI par rapport à la TTR .....	437
Figure 46 – Exemple de tension transitoire de phase avec temps de retard et vitesse d'accroissement non linéaire .....	452
Figure 47 – Nécessité d'essais monophasés complémentaires et exigences d'essais .....	464
Figure 48 – Circuit de base pour les essais de défaut proche en ligne et TTR présumée du circuit de type a) selon 7.109.3: Côté alimentation et côté ligne avec temps de retard .....	469
Figure 49 – Circuit de base pour les essais de défaut proche en ligne – circuit de type b1) selon 7.109.3: Côté alimentation avec TTRI et côté ligne avec temps de retard ....	470
Figure 50 – Circuit de base pour les essais de défaut proche en ligne – circuit de type b2) selon 7.109.3: Côté alimentation avec temps de retard et côté ligne sans temps de retard .....	471
Figure 51 – Exemple de tension transitoire côté ligne avec temps de retard .....	472
Figure 52 – Organigramme décisionnel pour le choix des circuits d'essai de défaut proche en ligne .....	473
Figure 53 – Compensation d'un défaut du temps de retard côté alimentation par une augmentation de l'amplitude de la tension côté ligne .....	475
Figure 54 – Tension de rétablissement pour les essais de coupure de courants capacitifs .....	493
Figure 55 – Procédure de reclassification pour les essais aux courants de lignes à vide et de câbles à vide .....	495

Figure 56 – Procédure de reclassification pour les essais aux courants de batteries de condensateurs .....	496
Figure A.1 – Graphique typique des paramètres de TTR côté ligne et côté alimentation – Côté ligne et côté alimentation avec temps de retard .....	524
Figure A.2 – Courbe réelle de la TTR côté alimentation pour le défaut proche en ligne L <sub>90</sub> , L <sub>75</sub> et L <sub>60</sub> .....	527
Figure A.3 – Graphique typique des paramètres de TTR côté ligne et côté alimentation – Côté ligne et côté alimentation avec temps de retard, côté alimentation avec TTRI.....	528
Figure D.1 – Représentation à quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D2. c) 1) .....	548
Figure D.2 – Représentation à quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D.2. c) 2) .....	548
Figure D.3 – Représentation à quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D.2. c) 3) i) .....	549
Figure D.4 – Représentation à deux paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D.2. c) 3) ii) .....	549
Figure E.1 – Influence de la réduction de la tension sur la valeur de crête de la TTR.....	551
Figure E.2 – Coupure avec présence d'une tension d'arc.....	553
Figure E.3 – TTR pour une coupure théorique .....	554
Figure E.4 – Coupure avec arrachement prononcé du courant .....	554
Figure E.5 – Relation entre les valeurs du courant et de la TTR apparaissant lors de l'essai, et les valeurs présumées du réseau.....	555
Figure E.6 – Coupure avec courant post-arc .....	556
Figure E.7 – Schéma de l'appareil d'injection de courant à fréquence industrielle .....	557
Figure E.8 – Séquence de manœuvres de l'appareil d'injection de courant à fréquence industrielle .....	558
Figure E.9 – Schéma de l'appareillage d'injection par capacitance .....	560
Figure E.10 – Séquence de manœuvres de l'appareil d'injection par condensateur.....	561
Figure F.1 – Premier exemple de défaut limité par un transformateur (aussi appelé défaut alimenté par un transformateur) .....	568
Figure F.2 – Second exemple de défaut limité par un transformateur (aussi appelé défaut au secondaire d'un transformateur).....	569
Figure H.1 – Configuration d'essai prise en considération dans le Tableau H.1, le Tableau H.2 et le Tableau H.3 .....	576
Figure I.1 – Configuration de système type pour coupure par un disjoncteur avec résistances d'ouverture .....	580
Figure I.2 – Circuit d'essai pour les séquences d'essais T60 et T100.....	582
Figure I.3 – Circuit d'essai pour les séquences d'essais T10, T30 et OP2.....	583
Figure I.4 – Exemple de TTR sous-amortie pour T100s(b), $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ , $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ , $f_r = 50\ \text{Hz}$ .....	585
Figure I.5 – Exemple de TTR suramortie pour T10, $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ , $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ , $f_r = 50\ \text{Hz}$ .....	586
Figure I.6 – Exemple de circuit d'essai pour la séquence d'essais de défaut proche en ligne L <sub>90</sub> .....	587
Figure I.7 – Exemple de simulation par lignes réelles pour la séquence d'essais de défaut proche en ligne L <sub>90</sub> fondée sur $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$ , $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ et $f_r = 50\ \text{Hz}$ .....	588

Figure I.8 – Forme d'onde type de tension de rétablissement pour coupure de courants capacitifs sur un disjoncteur équipé de résistances d'ouverture .....	590
Figure I.9 – Forme d'onde type de tension de rétablissement de la séquence T10 (fondée sur $U_r = 1\ 100$ kV, $I_{SC} = 50$ kA et $f_r = 50$ Hz) sur le contact de résistance d'un disjoncteur équipé de résistances d'ouverture.....	591
Figure I.10 – Formes d'onde de la TTR pour manœuvre de coupure de courant de court-circuit élevé .....	595
Figure I.11 – Courants en cas de manœuvre de coupure de courant de court-circuit élevé .....	596
Figure I.12 – Formes d'onde de la TTR pour manœuvre de coupure de courant de court-circuit faible .....	597
Figure I.13 – Courants en cas de manœuvre de coupure de courant de court-circuit faible .....	598
Figure I.14 – Formes d'onde de la tension pour manœuvre de coupure de courant de lignes à vide .....	599
Figure I.15 – Formes d'onde du courant pour manœuvre de coupure de courant de lignes à vide .....	600
Tableau 1 – Valeurs préférentielles des courants capacitifs assignés .....	352
Tableau 2 – Informations sur la plaque signalétique.....	356
Tableau 3 – Exemples d'efforts statiques horizontaux et verticaux sur les bornes .....	361
Tableau 4 – Nombre de manœuvres mécaniques.....	362
Tableau 5 – Essais de type.....	364
Tableau 6 – Essais non valables.....	365
Tableau 7 – Exigences d'essai pour les essais de tension comme essai de vérification d'état pour les disjoncteurs sous enveloppe métallique .....	369
Tableau 8 – Nombre de séquences de manœuvres.....	378
Tableau 9 – Valeurs normales de la TTRI – Tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV.....	412
Tableau 10 – Paramètres de la dernière alternance de courant pour des essais triphasés et monophasés effectués en remplacement des conditions triphasées pour la séquence d'essais de court-circuit T100a – Essais pour une manœuvre à 50 Hz .....	417
Tableau 11 – Paramètres de la dernière alternance de courant pour des essais triphasés et monophasés effectués en remplacement des conditions triphasées pour la séquence d'essais de court-circuit T100a – Essais pour une manœuvre à 60 Hz .....	418
Tableau 12 – Paramètres présumés de la TTR pour les essais monophasés effectués en remplacement des essais triphasés pour démontrer la coupure du deuxième pôle qui coupe pour $k_{pp} = 1,3$ .....	422
Tableau 13 – Paramètres présumés de la TTR pour les essais monophasés effectués en remplacement des essais triphasés pour démontrer la coupure du troisième pôle qui coupe pour $k_{pp} = 1,3$ .....	423
Tableau 14 – Facteurs multiplicateurs à appliquer aux valeurs de TTR pour les deuxième et troisième pôles qui coupent .....	430
Tableau 15 – Fenêtre de coupure pour les essais avec courant symétrique .....	430
Tableau 16 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S1 pour $k_{pp} = 1,5$ assigné.....	438
Tableau 17 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S1 pour $k_{pp} = 1,3$ assigné.....	440

Tableau 18 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S2 pour $k_{pp}$ = 1,5 assigné .....	442
Tableau 19 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S2 pour $k_{pp}$ = 1,3 assigné .....	444
Tableau 20 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs avec $k_{pp}$ = 1,2 ou 1,3 assigné – Tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV .....	447
Tableau 21 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs avec $k_{pp}$ = 1,5 assigné – Tensions assignées comprises entre 100 kV et 170 kV .....	449
Tableau 22 – Valeurs de la TTR présumée pour les essais de discordance de phases sur les disjoncteurs de classe S1 avec $k_{pp}$ = 2,5 .....	453
Tableau 23 – Valeurs de la TTR présumée pour les essais de discordance de phases sur les disjoncteurs de classe S1 avec $k_{pp}$ = 2,0 .....	454
Tableau 24 – Valeurs de la TTR présumée pour les essais de discordance de phases sur les disjoncteurs de classe S2 avec $k_{pp}$ = 2,5 .....	454
Tableau 25 – Valeurs de la TTR présumée pour les essais de discordance de phases sur les disjoncteurs de classe S2 avec $k_{pp}$ = 2,0 .....	455
Tableau 26 – Valeurs de la TTR présumée pour les essais de discordance de phases sur les disjoncteurs avec $k_{pp}$ = 2,5 assigné – Tensions assignées comprises entre 100 kV et 170 kV .....	455
Tableau 27 – Valeurs de la TTR présumée pour les essais de discordance de phases sur les disjoncteurs avec $k_{pp}$ = 2,0 assigné – Tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV .....	456
Tableau 28 – Paramètres présumés de TTR pour les essais de défaut monophasé et de double défaut à la terre .....	465
Tableau 29 – Valeurs des caractéristiques de ligne pour les défauts proches en ligne .....	467
Tableau 30 – Valeurs de la TTR présumée du circuit d'alimentation utilisé lors des essais de défaut proche en ligne .....	477
Tableau 31 – Séquences d'essais à effectuer pour vérifier les caractéristiques assignées de discordance de phases .....	479
Tableau 32 – Valeurs spécifiées de $u_1$ , $t_1$ , $u_C$ et $t_2$ .....	482
Tableau 33 – Exigences communes pour les séquences d'essais .....	485
Tableau 34 – Séquence de manœuvre pour l'essai d'endurance électrique des disjoncteurs de classe E2 prévus pour la refermeture automatique .....	497
Tableau 35 – Application de la tension lors de l'essai diélectrique sur le circuit principal .....	498
Tableau 36 – Tension d'essai pour l'essai de décharges partielles .....	499
Tableau A.1 – Rapports de la chute de tension et de la TTR côté alimentation .....	524
Tableau B.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type .....	533
Tableau E.1 – Méthodes pour la détermination de la TTR présumée .....	565
Tableau F.1 – Valeurs exigées de la TTR présumée pour la séquence T30, dans le cas de disjoncteurs prévus pour être connectés à un transformateur par une liaison de faible capacitance – Tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure à 100 kV pour des réseaux à neutre relié à la terre par une haute impédance .....	570
Tableau F.2 – Valeurs exigées de la TTR présumée pour des disjoncteurs ayant des tensions assignées supérieures à 800 kV et prévus pour être connectés à un transformateur par une liaison de faible capacitance .....	571
Tableau H.1 – Coupure de courants capacitifs triphasés dans des conditions de service: tensions côté alimentation et côté charge et tensions de rétablissement .....	576

Tableau H.2 – Essais de coupure de courants capacitifs correspondants, selon 7.111.7 pour les essais monophasés en laboratoire. Valeurs des tensions côté alimentation et côté charge, et tensions de rétablissement .....	577
Tableau H.3 – Coupure de courants capacitifs dans des conditions réelles de service: valeurs de tension typiques maximales .....	579
Tableau I.1 – Résultats du calcul de la TTR pour les défauts aux bornes et discordance de phases .....	584
Tableau I.2 – Résultats du calcul de la TTR pour la séquence d'essais L <sub>g0</sub> .....	588
Tableau I.3 – Résultats des calculs de la TTR pour la séquence d'essais T10 .....	591



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

#### Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif

##### 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62271-100 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2008 ainsi que l'Amendement 1:2012 et l'Amendement 2:2017. Cette édition constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le document a été mis à jour par rapport à l'IEC 62271-1:2017;
- les amendements 1 et 2 ont été inclus;
- les définitions ont été actualisées et les termes non utilisés ont été supprimés;
- les paragraphes 7.102 à 7.108 ont été restructurés.

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

FDIS	Report on voting
17A/1299/FDIS	17A/1305/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 cette norme n'a pas été soumise au vote.

Le présent 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](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

Sauf spécification contraire, cette norme doit être lue conjointement avec l'IEC 62271-1, seconde édition, parue en 2017, à laquelle elle fait référence et qui est applicable. Pour faciliter le repérage des exigences correspondantes, cette norme utilise une numérotation identique des articles et des paragraphes à celle de l'IEC 62271-1. Les modifications de ces articles et de ces paragraphes ont des références identiques. Les paragraphes supplémentaires sont numérotés à partir de 101.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62271, publiées sous le titre général *Appareillage à haute tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

Le contenu des corrigenda 1 (2021-12) et 2 (2022-07) a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

## APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

### Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62271 est applicable aux disjoncteurs triphasés à courant alternatif conçus pour l'installation à l'intérieur ou à l'extérieur, et pour fonctionner à des fréquences de 50 Hz et/ou 60 Hz sur des réseaux de tensions supérieures à 1 000 V. Le présent document inclut uniquement les méthodes d'essai direct pour les essais d'établissement et de coupure. Pour les méthodes d'essai synthétique, voir l'IEC 62271-101.

NOTE Une méthode d'essai direct utilise une source d'alimentation qui fournit la tension et du courant pendant les essais d'établissement et de coupure.

La présente partie de l'IEC 62271 ne s'applique pas aux:

- disjoncteurs comportant un mécanisme de fermeture à manœuvre dépendante manuelle;
- disjoncteurs destinés aux unités motrices des équipements de traction électrique. Ceux-ci sont couverts par l'IEC 60077 (toutes les parties) [1]<sup>1</sup>;
- disjoncteurs d'alternateur installés entre l'alternateur et le transformateur élévateur. Ceux-ci sont couverts par l'IEC 62271-37-013 [2];
- disjoncteurs à déclenchement autonome avec des dispositifs de déclenchement qui ne peuvent pas être rendus inopérants pendant les essais. Les essais effectués sur les disjoncteurs à réenclenchement de circuit automatique sont couverts par l'IEC 62271-111 [3];
- essais destinés à vérifier le fonctionnement des disjoncteurs dans des conditions anormales non décrites dans le présent document, qui font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. De telles conditions anormales sont, par exemple, celles qui se produisent lorsque la tension est supérieure à la tension assignée du disjoncteur, ce qui peut arriver lors de la perte soudaine de la charge sur des lignes longues ou sur des câbles.

#### 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 60050-151:2001, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-151:2001/AMD1:2013

IEC 60050-151:2001/AMD2:2014

IEC 60050-151:2001/AMD3:2019

IEC 60050-151:2001/AMD4:2020

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

---

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

IEC 60050-442:1998, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 442: Accessoires électriques*

IEC 60050-442:1998/AMD1:2015

IEC 60050-442:1998/AMD2:2015

IEC 60050-442:1998/AMD3:2019

IEC 60050-461:2008, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 461: Câbles électriques*

IEC 60050-601:1985, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

IEC 60050-601: 1985/AMD1:1998

IEC 60050-601:1985/AMD2:2020

IEC 60050-614:2016, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 614: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

IEC 60059, *Caractéristiques des courants normaux de l'IEC*

IEC 60060-1 *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60255-151:2009, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 151: Exigences fonctionnelles pour les protections à minimum et maximum de courant*

IEC 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

IEC 62271-1:2017: *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif*

IEC 62271-101, *Appareillage à haute tension – Partie 101: Essais synthétiques*

IEC 62271-102:2018, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

IEC 62271-200:20—<sup>2</sup>, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

IEC 62271-203, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

---

<sup>2</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC RFDIS 62271-200:2021.