



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	175
7.111	Capacitive current tests	177
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	191
8	Routine tests	192
8.1	General.....	192
8.2	Dielectric test on the main circuit	193
8.3	Tests on auxiliary and control circuits	195

8.4	Measurement of the resistance of the main circuit.....	195
8.5	Tightness test	195
8.6	Design and visual checks	195
8.101	Mechanical operating tests	195
9	Guide to the selection of switchgear and controlgear (informative)	197
9.101	General.....	197
9.102	Selection of rated values for service conditions.....	199
9.103	Selection of rated values for fault conditions	201
9.104	Selection for electrical endurance in networks of rated voltage above 1 kV and up to and including 52 kV	205
9.105	Selection for switching of capacitive loads	205
10	Information to be given with enquiries, tenders and orders (informative).....	205
10.1	General.....	205
10.2	Information with enquiries and orders	205
10.3	Information to be given with tenders.....	206
11	Transport, storage, installation, operation instructions and maintenance.....	208
11.1	General.....	208
11.2	Conditions during transport, storage and installation.....	208
11.3	Installation	208
11.4	Operating instructions	214
11.5	Maintenance	214
11.101	Resistors and capacitors.....	215
12	Safety.....	215
13	Influence of the product on the environment	215
Annex A (normative) Calculation of TRVs for short-line faults from rated characteristics		216
A.1	Basic approach	216
A.2	Transient voltage on line side	219
A.3	Transient voltage on source side	219
A.4	Examples of calculations.....	223
Annex B (normative) Tolerances on test quantities during type tests.....		226
Annex C (normative) Records and reports of type tests.....		235
C.1	Information and results to be recorded	235
C.2	Information to be included in type test reports.....	235
Annex D (normative) Method of determination of the prospective TRV		239
D.1	General.....	239
D.2	Drawing the envelope	239
D.3	Determination of parameters	240
Annex E (normative) Methods of determining prospective TRV waves		243
E.1	General.....	243
E.2	General summary of the recommended methods.....	245
E.3	Detailed consideration of the recommended methods	246
E.4	Comparison of methods	257
Annex F (informative) Requirements for breaking of transformer-limited faults by circuit-breakers with rated voltage higher than 1 kV		261
F.1	General.....	261
F.2	Circuit-breakers with rated voltage less than 100 kV	262

F.3	Circuit-breakers with rated voltage from 100 kV to 800 kV	264
F.4	Circuit-breakers with rated voltage higher than 800 kV.....	264
Annex G (normative)	Use of mechanical characteristics and related requirements	265
Annex H (normative)	Requirements for making and breaking test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers	266
H.1	General.....	266
H.2	Reduced number of making and breaking units for testing purposes	266
H.3	Tests for single pole in one enclosure	267
H.4	Tests for three poles in one enclosure	270
Annex I (normative)	Requirements for circuit-breakers with opening resistors	272
I.1	General.....	272
I.2	Switching performance to be verified	272
I.3	Insertion time of the resistor.....	285
I.4	Current carrying performance	285
I.5	Dielectric performance	285
I.6	Mechanical performance	285
I.7	Requirements for the specification of opening resistors.....	285
I.8	Examples of recovery voltage waveshapes	285
Annex J (normative)	Verification of capacitive current breaking in presence of single or two-phase earth faults	292
J.1	General.....	292
J.2	Test voltage	292
J.3	Test current	292
J.4	Test-duty	293
J.5	Criteria to pass the tests	293
Bibliography	294
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	166
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	167
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	168
Figure 51 – Example of a line side transient voltage with time delay	169
Figure 52 – Flow chart for the choice of short-line fault test circuits	170
Figure 53 – Compensation of deficiency of the source side time delay by an increase of the excursion of the line side voltage	172
Figure 54 – Recovery voltage for capacitive current breaking tests	188
Figure 55 – Reclassification procedure for line and cable-charging current tests.....	190
Figure 56 – Reclassification procedure for capacitor bank current tests	191
Figure A.1 – Typical graph of line and source side TRV parameters – Line side and source side with time delay	218
Figure A.2 – Actual course of the source side TRV for short-line fault L_{90} , L_{75} and L_{60}	221
Figure A.3 – Typical graph of line and source side TRV parameters – Line side and source side with time delay, source side with ITRV	222
Figure D.1 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 1)	241
Figure D.2 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 2)	241
Figure D.3 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 3) i)	242
Figure D.4 – Representation by two parameters of a prospective TRV of a circuit – Case D.2 c) 3) ii)	242
Figure E.1 – Effect of depression on the peak value of the TRV	244
Figure E.2 – Breaking with arc-voltage present	246
Figure E.3 – TRV in case of ideal breaking	247
Figure E.4 – Breaking with pronounced premature current-zero	247
Figure E.5 – Relationship between the values of current and TRV occurring in test and those prospective to the system.....	248

Figure E.6 – Breaking with post-arc current	249
Figure E.7 – Schematic diagram of power-frequency current injection apparatus	250
Figure E.8 – Sequence of operation of power-frequency current injection apparatus	251
Figure E.9 – Schematic diagram of capacitance injection apparatus	253
Figure E.10 – Sequence of operation of capacitor-injection apparatus	254
Figure F.1 – First example of transformer-limited fault (also called transformer-fed fault)....	261
Figure F.2 – Second example of transformer-limited fault (also called transformer-secondary fault)	262
Figure H.1 – Test configuration considered in Table H.1, Table H.2 and Table H.3	268
Figure I.1 – Typical system configuration for breaking by a circuit-breaker with opening resistors	272
Figure I.2 – Test circuit for test-duties T60 and T100	274
Figure I.3 – Test circuit for test-duties T10, T30 and OP2	275
Figure I.4 – Example of an underdamped TRV for T100s(b), $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{\text{SC}} = 50\ \text{kA}$, $f_r = 50\ \text{Hz}$	277
Figure I.5 – Example of an overdamped TRV for T10, $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{\text{SC}} = 50\ \text{kA}$, $f_r = 50\ \text{Hz}$	278
Figure I.6 – Example of a test circuit for short-line fault test-duty L_{g0}	279
Figure I.7 – Example of real line simulation for short-line fault test-duty L_{g0} based on $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{\text{SC}} = 50\ \text{kA}$ and $f_r = 50\ \text{Hz}$	280
Figure I.8 – Typical recovery voltage waveshape of capacitive current breaking on a circuit-breaker equipped with opening resistors.....	282
Figure I.9 – Typical recovery voltage waveshape of T10 (based on $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{\text{SC}} = 50\ \text{kA}$ and $f_r = 50\ \text{Hz}$) on the resistor switch of a circuit-breaker equipped with opening resistors.....	283
Figure I.10 – TRV waveshapes for high short-circuit current breaking operation	286
Figure I.11 – Currents in case of high short-circuit current breaking operation	287
Figure I.12 – TRV shapes for low short-circuit current breaking operation	288
Figure I.13 – Currents in case of low short-circuit current breaking operation.....	289
Figure I.14 – Voltage waveshapes for line-charging current breaking operation	290
Figure I.15 – Current waveshapes for line-charging current breaking operation	291
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	174
Table 31 – Test-duties to demonstrate the out-of-phase rating.....	176
Table 32 – Specified values of u_1 , t_1 , u_c and t_2	179
Table 33 – Common requirements for test-duties	181
Table 34 – Operating sequence for electrical endurance test on class E2 circuit-breakers for auto-reclosing duty.....	192
Table 35 – Application of voltage for dielectric test on the main circuit.....	193
Table 36 – Test voltage for partial discharge test.....	194
Table A.1 – Ratios of voltage-drop and source-side TRV	218
Table B.1 – Tolerances on test quantities for type tests	227

Table E.1 – Methods for determination of prospective TRV	258
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	263
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	264
Table H.1 – Three-phase capacitive current breaking in service conditions: voltages on the source-side, load-side, and recovery voltages	268
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	269
Table H.3 – Capacitive current breaking in actual service conditions: maximum typical voltage values.....	271
Table I.1 – Results of the TRV calculation for terminal faults and out-of-phase	276
Table I.2 – Results of the TRV calculation for test-duty L ₉₀	280
Table I.3 – Results of the TRV calculations for test-duty T10	283

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. The main document types developed by IEC are described in greater detail at 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 in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

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

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]¹;
- 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

¹ 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—², *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*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	306
1 Domaine d'application	308
2 Références normatives	308
3 Termes et définitions	309
3.1 Termes et définitions généraux	310
3.2 Ensembles	314
3.3 Parties d'ensembles	314
3.4 Appareils de connexion	314
3.5 Parties de disjoncteurs	316
3.6 Caractéristiques de fonctionnement	320
3.7 Grandeurs caractéristiques	322
3.8 Index des définitions	338
4 Conditions normales et spéciales de service	342
5 Caractéristiques assignées	342
5.1 Généralités	342
5.2 Tension assignée (U_r)	342
5.3 Niveau d'isolement assigné (U_d , U_p , U_s)	342
5.4 Fréquence assignée (f_r)	342
5.5 Courant permanent assigné (I_r)	343
5.6 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	343
5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p)	343
5.8 Durée de court-circuit assignée (t_k)	343
5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	343
5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande	343
5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue	343
5.101 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit (I_{sc})	343
5.102 Facteur de premier pôle assigné (k_{pp}) pour le défaut aux bornes	346
5.103 Pouvoir d'établissement assigné en court-circuit	346
5.104 Séquence de manœuvres assignée	346
5.105 Pouvoir d'établissement et pouvoir de coupure assignés de discordance de phases	347
5.106 Courants capacitifs assignés	347
6 Conception et construction	349
6.1 Exigences pour les liquides	349
6.2 Exigences pour les gaz	349
6.3 Raccordement à la terre	350
6.4 Équipements et circuits auxiliaires et de commande	350
6.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure	350
6.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	350
6.7 Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure)	350
6.8 Organes de commande à manœuvre manuelle	351

6.9	Fonctionnement des déclencheurs	351
6.10	Indication de la pression / du niveau	352
6.11	Plaques signalétiques	352
6.12	Dispositifs de verrouillage	354
6.13	Indicateur de position.....	354
6.14	Degrés de protection procurés par les enveloppes	354
6.15	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	354
6.16	Étanchéité au gaz et au vide	354
6.17	Étanchéité des systèmes de liquide	354
6.18	Risque de feu (inflammabilité).....	354
6.19	Compatibilité électromagnétique (CEM)	354
6.20	Émission de rayons X	354
6.21	Corrosion	354
6.22	Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre	354
6.101	Exigences concernant la simultanéité des pôles pendant des manœuvres simples de fermeture et d'ouverture	355
6.102	Exigence générale de fonctionnement.....	355
6.103	Limites de pression des fluides pour la manœuvre	355
6.104	Orifices d'évacuation.....	356
6.105	Durées.....	356
6.107	Classification des disjoncteurs	357
7	Essais de type	359
7.1	Généralités	359
7.2	Essais diélectriques	362
7.3	Essai de tension de perturbation radioélectrique	366
7.4	Mesurage de la résistance	366
7.5	Essais au courant permanent.....	367
7.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible	368
7.7	Vérification de la protection	368
7.8	Essais d'étanchéité	369
7.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	369
7.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande.....	369
7.11	Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	370
7.101	Essais mécaniques et climatiques.....	370
7.102	Dispositions diverses pour les essais d'établissement et de coupure	383
7.103	Considérations générales pour les essais d'établissement et de coupure	402
7.104	Démonstration des durées d'arc.....	409
7.105	Grandeurs pour les essais de court-circuit	428
7.106	Procédure d'essais de court-circuit	452
7.107	Essais de défaut aux bornes	454
7.108	Essais de court-circuit complémentaires	459
7.109	Essais de défaut proche en ligne	462
7.110	Essais d'établissement et de coupure de discordance de phases.....	474
7.111	Essais au courant capacitif	476
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	492
8	Essais individuels de série	493

8.1	Généralités	493
8.2	Essai diélectrique du circuit principal	494
8.3	Essais des circuits auxiliaires et de commande.....	496
8.4	Mesurage de la résistance du circuit principal.....	496
8.5	Essai d'étanchéité.....	496
8.6	Contrôles visuels et de conception.....	496
8.101	Essais de fonctionnement mécanique	496
9	Guide pour le choix des appareillages (informatif)	498
9.101	Généralités	498
9.102	Choix des valeurs assignées pour les conditions de service.....	500
9.103	Choix des valeurs assignées pour les conditions de défaut.....	502
9.104	Choix de l'endurance électrique pour les réseaux de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus	506
9.105	Choix de la manœuvre des charges capacitives.....	506
10	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes (informatif)	506
10.1	Généralités	506
10.2	Renseignements dans les appels d'offres et les commandes	507
10.3	Renseignements pour les soumissions	508
11	Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance	510
11.1	Généralités	510
11.2	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation.....	510
11.3	Installation	510
11.4	Instructions de fonctionnement	517
11.5	Maintenance	517
11.101	Résistances et condensateurs	517
12	Sécurité.....	517
13	Influence du produit sur l'environnement	517
Annexe A (normative) Calcul des tensions transitoires de rétablissement (TTR) pour les défauts proches en ligne à partir des caractéristiques assignées.....		518
A.1	Approche fondamentale	518
A.2	Tension transitoire côté ligne	521
A.3	Tension transitoire côté alimentation.....	521
A.4	Exemples de calculs	525
Annexe B (normative) Tolérances sur les grandeurs d'essai pendant les essais de type		528
Annexe C (normative) Enregistrements et rapports d'essais de type		537
C.1	Renseignements et résultats à enregistrer	537
C.2	Renseignements à inclure dans les rapports d'essais de type	537
Annexe D (normative) Méthode de détermination de la TTR présumée		541
D.1	Généralités	541
D.2	Tracé de l'enveloppe.....	541
D.3	Détermination des paramètres	542
Annexe E (normative) Méthodes de détermination des ondes de TTR présumée		545
E.1	Généralités	545
E.2	Synthèse générale des méthodes recommandées.....	547
E.3	Étude détaillée des méthodes recommandées	548

E.4	Comparaison des méthodes.....	559
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	563
F.2	Disjoncteurs de tension assignée inférieure à 100 kV	564
F.3	Disjoncteurs de tension assignée comprise entre 100 kV et 800 kV	566
F.4	Disjoncteurs de tension assignée supérieure à 800 kV.....	566
Annexe G (normative) Utilisation des caractéristiques mécaniques et exigences associées		
		567
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.....		
H.1	Généralités	569
H.2	Nombre réduit d'éléments d'établissement et de coupure destinés aux essais	569
H.3	Essais sur un pôle unique dans une seule enveloppe	570
H.4	Essais de trois pôles dans une seule enveloppe	573
Annexe I (normative) Exigences concernant les disjoncteurs avec résistances d'ouverture		
		575
I.1	Généralités	575
I.2	Performance d'établissement et de coupure à vérifier	575
I.3	Durée d'insertion de la résistance	588
I.4	Capacité de tenue au courant	588
I.5	Performance diélectrique	588
I.6	Performance mécanique	588
I.7	Exigences pour la spécification des résistances d'ouverture	589
I.8	Exemples de formes d'onde de tension de rétablissement	589
Annexe J (normative) Vérification de la coupure de courants capacitifs en présence de défauts monophasés ou biphasés à la terre		
		596
J.1	Généralités	596
J.2	Tension d'essai.....	596
J.3	Courant d'essai.....	597
J.4	Séquence d'essais.....	597
J.5	Conditions de réussite aux essais.....	597
Bibliographie.....		
		598
Figure 1 – Oscillogramme type d'un cycle d'établissement-coupure en court-circuit triphasé		
		324
Figure 2 – Disjoncteur sans résistances intercalaires – Manœuvres de fermeture-ouverture		
		325
Figure 3 – Disjoncteur sans résistances intercalaires – Cycle de fermeture-ouverture		
		326
Figure 4 – Disjoncteur sans résistances intercalaires – Refermeture (refermeture automatique).....		
		327
Figure 5 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Manœuvres de fermeture-ouverture		
		328
Figure 6 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Cycle de fermeture-ouverture		
		329

Figure 7 – Disjoncteur avec résistances intercalaires – Refermeture (refermeture automatique).....	330
Figure 8 – Détermination des pouvoirs d'établissement et de coupure assignés en court-circuit et du pourcentage de la composante apériodique	344
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	346
Figure 10 – Exemple de mesure de la vitesse du vent.....	377
Figure 11 – Séquence d'essais pour l'essai à basse température	379
Figure 12 – Séquence d'essais pour l'essai à haute température	381
Figure 13 – Essai d'humidité.....	383
Figure 14 – Exemple de caractéristiques mécaniques de référence (courbe théorique).....	387
Figure 15 – Caractéristiques mécaniques de référence de la Figure 14 avec centrage des enveloppes au-dessus de la courbe de référence (+5 %, -5 %).....	388
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 %)	389
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 %)	389
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.....	391
Figure 19 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais monophasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,5$	392
Figure 20 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais monophasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,3$	393
Figure 21 – Circuit d'essai pour les essais monophasés de discordance de phases	393
Figure 22 – Circuit d'essai avec deux tensions décalées de 120 degrés électriques pour les essais de discordance de phases	394
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).....	394
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	395
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	396
Figure 26 – Exemple d'ondes de TTR d'essai présumée et de l'enveloppe de l'ensemble pour un essai en deux parties	397
Figure 27 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais triphasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,5$	404
Figure 28 – Mise à la terre des circuits d'essai pour des essais triphasés de court-circuit, $k_{pp} = 1,3$	405
Figure 29 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquence industrielle	407
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	410
Figure 31 – Représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupures valables de courants symétriques pour $k_{pp} = 1,5$	411
Figure 32 – Représentation graphique des trois manœuvres de coupure valables de courants symétriques pour $k_{pp} = 1,2$ ou $1,3$	412

Figure 33 – Représentation graphique d'un exemple des trois manœuvres de coupure valables de courants asymétriques pour $k_{pp} = 1,5$	416
Figure 34 – Représentation graphique d'un exemple des trois coupures valables de courants asymétriques pour $k_{pp} = 1,2$ ou $1,3$	417
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 $k_{pp} = 1,5$	421
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 $1,3$	422
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 $k_{pp} = 1,5$	424
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 $1,3$	425
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 $1,2$	427
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 $1,3$	427
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 $1,5$	428
Figure 42 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à quatre paramètres et par une ligne de retard	431
Figure 43 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et par une ligne de retard	432
Figure 44 – Circuit de base pour le défaut aux bornes avec TTRI	432
Figure 45 – Représentation de la TTRI par rapport à la TTR	433
Figure 46 – Exemple de tension transitoire de phase avec temps de retard et vitesse d'accroissement non linéaire	448
Figure 47 – Nécessité d'essais monophasés complémentaires et exigences d'essais	460
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	465
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	466
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	467
Figure 51 – Exemple de tension transitoire côté ligne avec temps de retard	468
Figure 52 – Organigramme décisionnel pour le choix des circuits d'essai de défaut proche en ligne	469
Figure 53 – Compensation d'un défaut du temps de retard côté alimentation par une augmentation de l'amplitude de la tension côté ligne	471
Figure 54 – Tension de rétablissement pour les essais de coupure de courants capacitifs	489
Figure 55 – Procédure de reclassification pour les essais aux courants de lignes à vide et de câbles à vide	491

Figure 56 – Procédure de reclassification pour les essais aux courants de batteries de condensateurs	492
Figure A.1 – Graphique typique des paramètres de TTR côté ligne et côté alimentation – Côté ligne et côté alimentation avec temps de retard	520
Figure A.2 – Courbe réelle de la TTR côté alimentation pour le défaut proche en ligne L ₉₀ , L ₇₅ et L ₆₀	523
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.....	524
Figure D.1 – Représentation à quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D2. c) 1)	543
Figure D.2 – Représentation à quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D.2. c) 2)	543
Figure D.3 – Représentation à quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D.2. c) 3) i)	544
Figure D.4 – Représentation à deux paramètres d'une TTR présumée d'un circuit – Cas D.2. c) 3) ii)	544
Figure E.1 – Influence de la réduction de la tension sur la valeur de crête de la TTR.....	546
Figure E.2 – Coupure avec présence d'une tension d'arc.....	548
Figure E.3 – TTR pour une coupure théorique	549
Figure E.4 – Coupure avec arrachement prononcé du courant.....	549
Figure E.5 – Relation entre les valeurs du courant et de la TTR apparaissant lors de l'essai, et les valeurs présumées du réseau.....	550
Figure E.6 – Coupure avec courant post-arc	551
Figure E.7 – Schéma de l'appareil d'injection de courant à fréquence industrielle	552
Figure E.8 – Séquence de manœuvres de l'appareil d'injection de courant à fréquence industrielle	553
Figure E.9 – Schéma de l'appareillage d'injection par capacitance	555
Figure E.10 – Séquence de manœuvres de l'appareil d'injection par condensateur.....	556
Figure F.1 – Premier exemple de défaut limité par un transformateur (aussi appelé défaut alimenté par un transformateur)	563
Figure F.2 – Second exemple de défaut limité par un transformateur (aussi appelé défaut au secondaire d'un transformateur).....	564
Figure H.1 – Configuration d'essai prise en considération dans le Tableau H.1, le Tableau H.2 et le Tableau H.3	571
Figure I.1 – Configuration de système type pour coupure par un disjoncteur avec résistances d'ouverture	575
Figure I.2 – Circuit d'essai pour les séquences d'essais T60 et T100.....	577
Figure I.3 – Circuit d'essai pour les séquences d'essais T10, T30 et OP2.....	578
Figure I.4 – Exemple de TTR sous-amortie pour T100s(b), $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{SC} = 50\ \text{kA}$, $f_r = 50\ \text{Hz}$	580
Figure I.5 – Exemple de TTR suramortie pour T10, $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{SC} = 50\ \text{kA}$, $f_r = 50\ \text{Hz}$	581
Figure I.6 – Exemple de circuit d'essai pour la séquence d'essais de défaut proche en ligne L ₉₀	582
Figure I.7 – Exemple de simulation par lignes réelles pour la séquence d'essais de défaut proche en ligne L ₉₀ fondée sur $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ et $f_r = 50\ \text{Hz}$	583

Figure I.8 – Forme d'onde type de tension de rétablissement pour coupure de courants capacitifs sur un disjoncteur équipé de résistances d'ouverture	585
Figure I.9 – Forme d'onde type de tension de rétablissement de la séquence T10 (fondée sur $U_r = 1\ 100\ \text{kV}$, $I_{SC} = 50\ \text{kA}$ et $f_r = 50\ \text{Hz}$) sur le contact de résistance d'un disjoncteur équipé de résistances d'ouverture.....	586
Figure I.10 – Formes d'onde de la TTR pour manœuvre de coupure de courant de court-circuit élevé	590
Figure I.11 – Courants en cas de manœuvre de coupure de courant de court-circuit élevé	591
Figure I.12 – Formes d'onde de la TTR pour manœuvre de coupure de courant de court-circuit faible	592
Figure I.13 – Courants en cas de manœuvre de coupure de courant de court-circuit faible	593
Figure I.14 – Formes d'onde de la tension pour manœuvre de coupure de courant de lignes à vide	594
Figure I.15 – Formes d'onde du courant pour manœuvre de coupure de courant de lignes à vide	595
Tableau 1 – Valeurs préférentielles des courants capacitifs assignés	348
Tableau 2 – Informations sur la plaque signalétique.....	352
Tableau 3 – Exemples d'efforts statiques horizontaux et verticaux sur les bornes	357
Tableau 4 – Nombre de manœuvres mécaniques.....	358
Tableau 5 – Essais de type.....	360
Tableau 6 – Essais non valables.....	361
Tableau 7 – Exigences d'essai pour les essais de tension comme essai de vérification d'état pour les disjoncteurs sous enveloppe métallique	365
Tableau 8 – Nombre de séquences de manœuvres.....	374
Tableau 9 – Valeurs normales de la TTRI – Tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV.....	408
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	413
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	414
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 $k_{pp} = 1,3$	418
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 $k_{pp} = 1,3$	419
Tableau 14 – Facteurs multiplicateurs à appliquer aux valeurs de TTR pour les deuxième et troisième pôles qui coupent	426
Tableau 15 – Fenêtre de coupure pour les essais avec courant symétrique	426
Tableau 16 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S1 pour $k_{pp} = 1,5$ assigné.....	434
Tableau 17 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S1 pour $k_{pp} = 1,3$ assigné.....	436

Tableau 18 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S2 pour k_{pp} = 1,5 assigné	438
Tableau 19 – Valeurs de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S2 pour k_{pp} = 1,3 assigné	440
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	443
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	445
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	449
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	450
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	450
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	451
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	451
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	452
Tableau 28 – Paramètres présumés de TTR pour les essais de défaut monophasé et de double défaut à la terre	461
Tableau 29 – Valeurs des caractéristiques de ligne pour les défauts proches en ligne	463
Tableau 30 – Valeurs de la TTR présumée du circuit d'alimentation utilisé lors des essais de défaut proche en ligne	473
Tableau 31 – Séquences d'essais à effectuer pour vérifier les caractéristiques assignées de discordance de phases	475
Tableau 32 – Valeurs spécifiées de u_1 , t_1 , u_C et t_2	478
Tableau 33 – Exigences communes pour les séquences d'essais	481
Tableau 34 – Séquence de manœuvre pour l'essai d'endurance électrique des disjoncteurs de classe E2 prévus pour la refermeture automatique	493
Tableau 35 – Application de la tension lors de l'essai diélectrique sur le circuit principal	494
Tableau 36 – Tension d'essai pour l'essai de décharges partielles	495
Tableau A.1 – Rapports de la chute de tension et de la TTR côté alimentation	520
Tableau B.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type	529
Tableau E.1 – Méthodes pour la détermination de la TTR présumée	560
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	565
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	566
Tableau H.1 – Coupure de courants capacitifs triphasés dans des conditions de service: tensions côté alimentation et côté charge et tensions de rétablissement	571

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	572
Tableau H.3 – Coupure de courants capacitifs dans des conditions réelles de service: valeurs de tension typiques maximales	574
Tableau I.1 – Résultats du calcul de la TTR pour les défauts aux bornes et discordance de phases	579
Tableau I.2 – Résultats du calcul de la TTR pour la séquence d'essais L _{g0}	583
Tableau I.3 – Résultats des calculs de la TTR pour la séquence d'essais T10	586

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. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous 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.

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]¹;
- 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

¹ 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—², *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*

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