



IEEE

IEC 62271-111

Edition 3.0 2019-02

INTERNATIONAL STANDARD

IEEE Std C37.60™

NORME INTERNATIONALE



**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 111: Automatic circuit reclosers for alternating current systems up to and
including 38 kV**

**Appareillage à haute tension –
Partie 111: Disjoncteurs à réenclenchement de circuit automatique pour
systèmes en courant alternatif jusqu'à 38 kV compris**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.10

ISBN 978-2-8322-4991-8

**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.....	14
2 Normative references	14
3 Terms and definitions	15
3.1 General terms.....	15
3.2 Assemblies of switchgear and controlgear	18
3.3 Parts of assemblies	18
3.4 Switching devices	18
3.5 Parts of switchgear and controlgear	18
3.6 Operation.....	18
3.7 Characteristic quantities	18
3.8 Index of definitions.....	20
4 Normal and special service conditions	20
4.1 Normal service conditions	20
4.1.1 General	20
4.1.2 Indoor switchgear and controlgear	20
4.1.3 Outdoor switchgear and controlgear	20
4.2 Special service conditions.....	21
4.2.1 General	21
4.2.2 Altitude	21
4.2.3 Exposure to pollution	21
4.2.4 Temperature and humidity	21
4.2.5 Exposure to abnormal vibrations, shock or tilting	22
4.2.6 Wind speed	22
4.2.7 Other parameters	22
5 Ratings.....	22
5.1 General.....	22
5.2 Rated voltage (U_R)	23
5.3 Rated insulation level.....	23
5.4 Rated frequency (f_R).....	25
5.5 Rated continuous current (I_R)	25
5.6 Rated short-time withstand current (I_k)	25
5.7 Rated peak withstand current (I_p)	25
5.8 Rated duration of short-circuit (t_k).....	26
5.9 Rated supply voltage of auxiliary and control circuits (U_a)	26
5.9.1 General	26
5.9.2 Rated supply voltage (U_a)	26
5.10 Rated supply frequency of auxiliary and control circuits	27
5.11 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems	27
5.101 Rated minimum tripping current ($I_{>min}$)	27
5.102 Rated short-circuit breaking current (I_{SC})	27
5.103 Rated short-circuit making current	28
5.104 Rated operating sequence	28
5.105 Rated first-pole-to-clear factor	28
5.106 Rated line- (I_l) and cable-charging (I_C) interrupting currents.....	28
6 Design and construction	29

6.1	Requirements for liquids in switchgear and controlgear.....	29
6.2	Requirements for gases in switchgear and controlgear	29
6.3	Earthing of switchgear and controlgear	29
6.4	Auxiliary and control equipment	30
6.4.1	General	30
6.4.2	Protection against electric shock	30
6.4.3	Components installed in enclosures.....	30
6.5	Dependent power operation	31
6.6	Stored energy operation.....	31
6.6.1	General	31
6.6.2	Energy storage in gas receivers or hydraulic accumulators	32
6.6.3	Energy stored in springs (or weights).....	32
6.6.4	Manual charging	32
6.6.5	Motor charging	32
6.6.6	Energy storage in capacitors	32
6.7	Independent unlatched operation (independent manual or power operation)	32
6.8	Manually operated actuators	33
6.9	Operation of releases.....	33
6.9.1	General	33
6.9.2	Shunt closing release	33
6.9.3	Shunt opening release.....	33
6.9.4	Capacitor operation of shunt releases.....	33
6.9.5	Under-voltage release	33
6.10	Pressure/level indication	33
6.11	Nameplates	33
6.12	Locking devices	35
6.13	Position indication.....	35
6.14	Degrees of protection provided by enclosures.....	35
6.14.1	General	35
6.14.2	Protection of persons against access to hazardous parts and protection of the equipment against ingress of solid foreign objects (IP coding)	35
6.14.3	Protection against ingress of water (IP coding)	36
6.14.4	Protection of equipment against mechanical impact under normal service conditions (IK coding).....	36
6.15	Creepage distances for outdoor insulators	36
6.16	Gas and vacuum tightness	36
6.17	Tightness for liquid systems.....	36
6.18	Fire hazard (flammability)	36
6.19	Electromagnetic compatibility (EMC).....	36
6.20	X-ray emission	36
6.21	Corrosion	36
6.22	Filling levels for insulation, switching and/or operation	36
6.101	Tank construction: submersible or dry vault reclosers	37
6.101.1	Tank material and finish	37
6.101.2	Water entrapment.....	37
6.101.3	Tank support	37
6.101.4	Lifting lugs.....	37
6.102	Counters	37
6.103	Conductor terminal sizes.....	37

7	Type tests	37
7.1	General.....	37
7.1.1	Overview	37
7.1.2	Information for identification of test objects.....	38
7.1.3	Information to be included in type-test reports	38
7.1.101	Test conditions	38
7.2	Dielectric tests	39
7.2.1	General	39
7.2.2	Ambient air conditions during tests	39
7.2.3	Wet test procedure	39
7.2.4	Arrangement of the equipment.....	40
7.2.5	Criteria to pass the test	40
7.2.6	Application of the test voltage and test conditions.....	40
7.2.7	Tests of switchgear and controlgear of $U_r \leq 245$ kV	40
7.2.8	Test of switchgear and controlgear of $U_r > 245$ kV.....	41
7.2.9	Artificial pollution tests for outdoor insulators.....	41
7.3	Radio interference voltage (RIV) test	41
7.4	Resistance measurement.....	41
7.4.1	Measurement of the resistance of auxiliary contacts class 1 and class 2	41
7.4.2	Measurement of the resistance of auxiliary contacts class 3	42
7.4.3	Electrical continuity of earthed metallic parts test	42
7.4.4	Resistance measurement of contacts and connections in the main circuit as a condition check	42
7.5	Continuous current tests	42
7.5.1	Condition of the test object.....	42
7.5.2	Arrangement of the equipment.....	42
7.5.3	Test current and duration.....	42
7.5.4	Temperature measurement during test	42
7.5.5	Resistance of the main circuit.....	43
7.5.6	Criteria to pass test	43
7.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	43
7.7	Verification of the protection	44
7.8	Tightness tests	44
7.9	Electromagnetic compatibility tests (EMC)	44
7.10	Additional tests on auxiliary and control circuits	44
7.11	X-radiation test procedure for vacuum interrupters.....	44
7.101	Line-charging current and cable-charging current interruption tests	44
7.101.1	General	44
7.101.2	Characteristics of supply circuits	44
7.101.3	Earthing (grounding) of the supply circuit.....	45
7.101.4	Characteristics of the capacitive circuit to be switched.....	45
7.101.5	Waveform of the current	46
7.101.6	Test voltage.....	46
7.101.7	Test current.....	46
7.101.8	Test-duties	46
7.101.9	Criteria to pass the test	48
7.102	Making current capability	48
7.102.1	Test procedure	48

7.102.2	Criteria for passing making current tests.....	49
7.103	Rated short-circuit breaking current tests.....	49
7.103.1	General	49
7.103.2	Interrupting performance	50
7.103.3	Verification of short-circuit breaking current.....	51
7.103.4	Standard operating duty test with rated $k_{pp} = 1,5$; automatic operation.....	52
7.103.5	Tests for rated $k_{pp} = 1,3$ (effectively earthed neutral systems)	55
7.103.6	Transient recovery voltage (TRV) related to rated short-circuit breaking current.....	56
7.103.7	Criteria to pass the operating duty test	65
7.104	Low current tests	65
7.104.1	Applicability	65
7.104.2	Test current.....	66
7.104.3	Test circuit.....	66
7.104.4	Low current test-duty	66
7.104.5	Criteria to pass the low current tests.....	66
7.105	Minimum tripping current tests	66
7.105.1	General	66
7.105.2	Test circuit.....	66
7.105.3	Test procedures.....	66
7.106	Partial discharge (corona) tests	66
7.106.1	General	66
7.106.2	Test voltages and limits	67
7.106.3	Conditioning of test object	67
7.106.4	Test equipment and procedure	67
7.106.5	Partial discharge test report.....	68
7.107	Surge current test; series-trip reclosers	68
7.107.1	General	68
7.107.2	Test conditions	68
7.107.3	Test procedure	68
7.107.4	Condition after test	68
7.108	Time-current tests.....	68
7.108.1	General test conditions	68
7.108.2	Test procedure	69
7.108.3	Clearing time-current curve test results	69
7.109	Mechanical duty test.....	70
7.109.1	General	70
7.109.2	Common provisions for each mechanical test series	70
7.109.3	Mechanical test at ambient temperature	71
7.109.4	Mechanical tests at low and high temperature	71
7.110	Ice loading test	72
7.110.1	General	72
7.110.2	Applicability.....	73
7.110.3	Ice formations.....	73
7.110.4	Test program	73
7.110.5	Acceptance criteria	74
7.111	Control electronic elements surge withstand capability (SWC) tests.....	75
7.111.1	Oscillatory and fast transient surge tests	75

7.111.2	Simulated surge arrester operation test	75
7.112	Condition of recloser after each test of 7.101, 7.103 and 7.104	77
7.112.1	General requirements	77
7.112.2	Specific requirement for vacuum interrupters in SF ₆ insulated equipment	78
7.113	Thermal runaway test	79
8	Routine tests	79
8.1	General.....	79
8.2	Dielectric test on the main circuit	80
8.3	Tests on auxiliary and control circuits	80
8.4	Measurement of the resistance of the main circuit.....	80
8.5	Tightness test	80
8.101	Reclosing and overcurrent trip calibration	80
8.102	Partial discharge test	81
8.103	Mechanical operations tests.....	81
9	Guide to the selection of reclosers.....	81
9.1	General.....	81
9.2	Selection of rated values.....	81
9.3	Cable-interface considerations.....	81
9.4	Continuous or temporary overload due to changed service conditions.....	81
9.5	Environmental aspects.....	82
9.5.1	Clearances affected by service conditions	82
9.5.2	High humidity.....	82
9.5.3	Solar radiation	82
10	Information to be given with enquiries, tenders and orders	82
10.1	General.....	82
10.2	Information with enquiries and orders	82
10.3	Information with tenders.....	83
11	Transport, storage, installation, operating instructions and maintenance	83
11.1	General.....	83
11.2	Conditions during transport, storage and installation	84
11.3	Installation	84
11.3.1	General	84
11.3.2	Unpacking and lifting	84
11.3.3	Assembly.....	84
11.3.4	Mounting	84
11.3.5	Connections	84
11.3.6	Information about gas systems for controlled and closed pressure systems	85
11.3.7	Final installation inspection.....	85
11.4	Operating instructions	85
11.5	Maintenance	85
11.5.1	General	85
11.5.2	Information about fluids to be included in maintenance manual.....	85
11.5.3	Recommendations for the manufacturer.....	86
11.5.4	Recommendations for the user	87
11.5.5	Failure report.....	87
11.101	Field tests on units in-service, including DC withstand tests on cables	88

12	Safety.....	89
13	Influence of the product on the environment	90
101	Internal arc fault classification	90
	Annex A (informative) X/R ratios	91
	A.1 General.....	91
	A.2 Time constant τ and X/R ratio.....	91
	A.3 Asymmetrical fault current.....	91
	Annex B (informative) Simulated surge arrester operation test.....	93
	B.1 General.....	93
	B.2 Simulated surge arrester operation testing.....	93
	Annex C (normative) Method of drawing the envelope of the prospective transient recovery voltage of a circuit and determining the representative parameters.....	97
	C.1 General.....	97
	C.2 Drawing the envelope	97
	C.3 Determination of parameters.....	97
	Annex D (informative) Background basis of recloser transient recovery voltage (TRV) values.....	99
	D.1 General.....	99
	D.2 Two parameter TRV.....	99
	D.3 u_C (TRV peak).....	100
	D.4 Rate of rise of recovery voltage (RRRV)	101
	D.5 t_3 (time to reach u_C at the specified RRRV).....	102
	D.6 Multipliers for TRV values at currents less than the rated short-circuit current ...	102
	Annex E (normative) Tolerances for test values	104
	E.1 General.....	104
	E.2 Type test tolerances	104
	Annex F (informative) Definition for the automatic circuit recloser	107
	F.1 Definition of a recloser	107
	F.2 Background	107
	F.3 Recloser classifications	108
	F.4 Recloser operating characteristics	108
	F.5 TRV considerations.....	108
	F.5.1 General	108
	F.5.2 First-pole-to-clear factor (k_{pp})	109
	F.5.3 Rate of rise of recovery voltage (RRRV)	110
	Annex G (informative) Basis of derivation of duty factors and standard operating duties	111
	G.1 General.....	111
	G.2 Standard operating duty.....	111
	Annex H (normative) Ratings for oil interrupting reclosers and hydraulically controlled reclosers.....	114
	H.1 General.....	114
	H.2 Rating structure for hydraulically controlled series-trip and oil interrupting reclosers.....	114
	H.2.1 General	114
	H.2.2 Rated maximum voltage	114
	H.2.3 Rated continuous (normal) current (I_r).....	114

H.2.4	Rated minimum tripping current for hydraulically controlled series-trip reclosers	115
H.2.5	Rated short-circuit breaking current for hydraulically controlled series-trip reclosers and oil interrupting reclosers	115
H.2.6	Rated symmetrical making current	115
H.2.7	Rated operating sequence	115
H.3	Special test considerations for hydraulically controlled series-trip reclosers – Measurement of resistance of main circuit	116
Annex I (informative) Standard methods for determining the values of a sinusoidal current wave and a power-frequency recovery voltage		120
I.1	General.....	120
I.2	Currents.....	120
I.2.1	Significance of r.m.s. values used in the standards on AC high-voltage reclosers	120
I.2.2	Classification of current wave	120
I.2.3	RMS value of a symmetrical sinusoidal wave at a particular instant	120
I.2.4	Measurement of the r.m.s. value of a current during a short circuit of several cycles duration	121
I.3	Power-frequency recovery voltage	121
Annex J (normative) Altitude correction factors		123
J.1	General.....	123
J.2	Altitude correction factors	123
Annex K (informative) Comparison of definitions related to the unit operation		125
K.1	General.....	125
K.2	Broader reclose operation.....	125
Annex L (informative) Corrosion protection		128
L.1	General.....	128
L.2	Reference documents	128
L.3	Other considerations.....	128
Bibliography.....		129
Figure 1 – Unit operation		17
Figure 2 – Test circuits for cable-charging or line-charging switching tests (see 7.101.5).....		48
Figure 3 – Three-phase short-circuit representation		50
Figure 4 – Representation of the specified TRV as a two-parameter line and a delay line		57
Figure 5 – Surge test circuit.....		77
Figure B.1 – Surge test circuit.....		95
Figure B.2 – Typical surge voltage and current waves		96
Figure C.1 – Representation by two parameters of a prospective transient recovery voltage of a test circuit.....		98
Figure D.1 – A TRV waveform as a 1-cosine function of time		99
Figure D.2 – Representation of the specified TRV as a two-parameter line and a delay line		100
Figure D.3 – Representation of the specified TRV as a two-parameter line and a delay line compared to a 1-cosine TRV waveform		100
Figure G.1 – Recloser duty factors.....		113
Figure I.1 – Measurement of the r.m.s. value of a symmetrical wave.....		121
Figure I.2 – Determination of the power-frequency pole unit recovery voltage		122

Figure J.1 – Altitude correction factors.....	124
Figure K.1 – Illustration of auto-reclose operation.....	127
Table 1 – Ratings for automatic circuit reclosers and cutout mounted reclosers.....	23
Table 2 – Rated maximum voltages and rated voltage withstand values for reclosers applied on overhead line distribution circuits.....	24
Table 3 – Rated maximum voltages and rated voltage withstand values for reclosers applied on cable connected distribution circuits.....	25
Table 4 – Direct current voltage.....	26
Table 5 – Alternating current voltages.....	27
Table 6 – Preferred line- and cable-charging interrupting current ratings.....	29
Table 7 – Nameplate markings.....	34
Table 8 – Size of bare copper leads.....	43
Table 9 – Size of bare aluminium leads.....	43
Table 10 – Switching test duties.....	47
Table 11 – Performance characteristics – Standard operating duty.....	54
Table 12 – Listing of tables of TRV values.....	58
Table 13 – Standard values of prospective transient recovery voltage for three-phase reclosers with rated short-circuit breaking currents > 4 000 A in overhead line connected circuits, $k_{pp} = 1,5$ – Representation by two parameters.....	59
Table 14 – Standard values of prospective transient recovery voltage for single-phase reclosers with short-circuit breaking currents > 4 000 A in overhead line connected circuit – Representation by two parameters.....	60
Table 15 – Standard values of prospective transient recovery voltage for three-phase reclosers with short-circuit breaking currents > 4 000 A in cable connected systems, $k_{pp} = 1,5$ – Representation by two parameters.....	61
Table 16 – Standard values of prospective transient recovery voltage for single-phase reclosers with short-circuit breaking currents > 4 000 A in cable connected systems – Representation by two parameters.....	62
Table 17 – Standard values of prospective transient recovery voltage for three-phase reclosers with short-circuit breaking currents $\leq 4 000$ A in both overhead and cable connected systems, $k_{pp} = 1,5$ – Representation by two parameters.....	63
Table 18 – Standard values of prospective transient recovery voltage representation by two parameters for single-phase reclosers with short-circuit breaking currents $\leq 4 000$ A in both overhead and cable connected systems.....	64
Table 19 – Standard values of prospective transient recovery voltage representation by two parameters for three-phase reclosers with $k_{pp} = 1,3$	65
Table 20 – Standard multipliers for TRV values for second and third clearing poles.....	65
Table 21 – Characteristic modifications for testing in accordance with IEC 60255-26:2013.....	75
Table A.1 – X/R ratios: peak factors and r.m.s. factors.....	92
Table D.1 – TRV peak multiplier.....	101
Table D.2 – TRV multipliers for line-connected reclosers.....	102
Table D.3 – TRV multipliers for cable-connected reclosers.....	103
Table E.1 – Tolerances on test quantities for type tests.....	105
Table G.1 – Apportionment of operating duty.....	111
Table G.2 – Example of apportionment of operating duty factor.....	112

Table G.3 – Example – Operating duty per interruption	112
Table G.4 – Example – Unit operations at test current levels	112
Table G.5 – Example – Duty factor	113
Table H.1 – Preferred continuous (normal) current ratings for hydraulically controlled series-trip and oil interrupting reclosers	115
Table H.2 – Preferred values for symmetrical interrupting current ratings of hydraulically controlled series-trip reclosers	117
Table H.3 – Preferred values for rated short-circuit breaking current, and performance characteristics of single-phase oil interrupting reclosers	118
Table H.4 – Preferred values for rated short-circuit breaking current, and performance characteristics of three-phase oil interrupting reclosers	119
Table K.1 – Comparison of terms	126

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 111: Automatic circuit reclosers for alternating current systems up to and including 38 kV

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.

IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. *IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> for more information).*

IEC collaborates closely with IEEE in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations. This Dual Logo International Standard was jointly developed by the IEC and IEEE under the terms of that agreement.

- 2) The formal decisions 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. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board.
- 3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE Publications is accurate, IEC or IEEE 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 (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are 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 IEEE or their directors, employees, servants or agents including individual experts and members of technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board, 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/IEEE Publication or any other IEC or IEEE 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 implementation of this IEC/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

International Standard IEC 62271-111/IEEE Std C37.60 has been jointly revised by the Switchgear Committee of the IEEE Power and Energy Society, in cooperation with subcommittee 17A: Switching devices, of IEC technical committee 17: High-voltage switchgear and controlgear, under the IEC/IEEE Dual Logo Agreement.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2012, and constitutes a technical revision. The main changes with respect to the previous edition are as follows:

- a) Deletion of the fault interrupter from the title, scope and body of the standard including the original Annex G. IEEE will develop a separate standard for this type of equipment used primarily in North America to be designated as IEEE C37.62;
- b) Adoption of IEC 62271-1:2017 as a normative reference replacing both IEEE C37.100.1-2007 and IEC 62271-1:2007;
- c) Adoption of the “standard test method” for the conduction of wet tests for both IEEE and IEC voltage ratings, reference 7.2.7.2 and Tables 2 and 3;
- d) Line and cable charging tests in 7.101.6: added test voltage level requirements;
- e) Added test specifications in 7.103.3 and 7.103.5 for effectively earthed neutral systems (first-pole-to-clear factor $k_{pp} = 1,3$) making this an optional rating. The k_{pp} parameters are used in lieu of the system terms;
- f) Added low current tests in 7.104 as a replacement of the critical current tests;
- g) Adopted the revised allowable temperature rise table of IEC 62271-1:2017 with an increase in the allowable temperature rise for certain points in non-oxidizing gases (NOG);
- h) Time-current test requirements in 7.108: several changes including increased number of test current levels and tests at each level. Specified minimum number of curves to be tested;
- i) Mechanical duty tests in 7.109: added requirements for testing at high and low temperature;
- j) Replaced normative references IEC 60255-22-1 and IEC 60255-22-4 with IEC 60255-26 in 7.111.1;
- k) Added pass/fail criteria for fault interruption tests with restrikes in 7.112.1;
- l) Added Clauses 9, 10, 11, 12 and 13 similar to those in IEC 62271-1 but tailored to the recloser;
- m) Deleted Annex A: Information and technical requirements to be given with enquiries, tenders and orders.

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

FDIS	Report on voting
17A/1202/FDIS	17A/1207/RVD

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

International standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 62271-1:2017, to which it refers and which is applicable unless otherwise specified in this standard. 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.

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

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

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 document using a colour printer.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 111: Automatic circuit reclosers for alternating current systems up to and including 38 kV

1 Scope

This part of IEC 62271 applies to all overhead, pad-mounted, dry vault and submersible single or multi-pole alternating current automatic circuit reclosers for rated maximum voltages above 1 000 V and up to and including 38 kV.

Devices that require a dependent manual operation are not covered by this document.

In order to simplify this document where possible, the term recloser (or reclosers) has been substituted for automatic circuit recloser(s) or cutout mounted recloser(s) or both.

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.

NOTE In this dual logo standard, normative references are made to both IEEE and IEC standards. In each case, the specifications in two referenced standards have been judged by the Maintenance Team to be technically equal even though the exact wording may be different. Differences in the wording are considered to be editorial only. Where the two standards are not technically equal, the differences are resolved in the text.¹

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151:Electrical and magnetic devices* (available at: <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses* (available at: <http://www.electropedia.org>)

IEC 60071-2:2018, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guidelines*

IEC 60255-26:2013, *Measuring relays and protection equipment – Part 26: Electromagnetic compatibility requirements*

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

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its re-use*

IEC 61000-4-18, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-18: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory wave immunity test*

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

¹ Notes in text, tables, and figures of a standard are given for information only and do not contain requirements needed to implement the standard.

IEC 62271-111 © IEC 2019
IEEE Std C37.60-2018

– 15 –

IEC 62271-4, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride (SF₆) and its mixtures*

IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

IEEE Std 4™, *IEEE Standard Techniques for High-Voltage Testing*

IEEE Std C37.90.1™-2012, *IEEE Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus*

IEEE Std C37.301™, *IEEE Standard for High-Voltage Switchgear (Above 1 000 V) Test Techniques – Partial Discharge Measurements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	142
1 Domaine d'application	145
2 Références normatives	145
3 Termes et définitions	146
3.1 Termes généraux	146
3.2 Ensembles d'appareillages	149
3.3 Parties d'ensembles	149
3.4 Appareils de connexion	149
3.5 Parties d'appareillage	149
3.6 Manœuvre	149
3.7 Grandeurs caractéristiques	150
3.8 Index des définitions	151
4 Conditions normales et spéciales de service	152
4.1 Conditions normales de service	152
4.1.1 Généralités	152
4.1.2 Appareillage pour l'intérieur	152
4.1.3 Appareillage pour l'extérieur	152
4.2 Conditions spéciales de service	152
4.2.1 Généralités	152
4.2.2 Altitude	152
4.2.3 Exposition à la pollution	153
4.2.4 Température et humidité	153
4.2.5 Exposition aux vibrations, chocs ou basculements anormaux	153
4.2.6 Vitesse du vent	153
4.2.7 Autres paramètres	153
5 Caractéristiques assignées	153
5.1 Généralités	153
5.2 Tension assignée (U_r)	154
5.3 Niveau d'isolement assigné	155
5.4 Fréquence assignée (f_r)	156
5.5 Courant permanent assigné (I_r)	156
5.6 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	156
5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p)	157
5.8 Durée de court-circuit assignée (t_k)	157
5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	157
5.9.1 Généralités	157
5.9.2 Tension d'alimentation assignée (U_a)	157
5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande	158
5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue	158
5.101 Courant minimal de déclenchement assigné ($I_{>min}$)	158
5.102 Courant coupé assigné en court-circuit (I_{SC})	158
5.103 Courant établi assigné en court-circuit	159

5.104	Séquence assignée de manœuvres	159
5.105	Facteur assigné de premier pôle	159
5.106	Courants d'interruption assignés de ligne à vide (I_l) et de câble à vide (I_C)	160
6	Conception et construction	160
6.1	Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage	160
6.2	Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage	161
6.3	Mise à la terre de l'appareillage	161
6.4	Équipements et circuits auxiliaires et de commande	161
6.4.1	Généralités	161
6.4.2	Protection contre les chocs électriques	161
6.4.3	Composants installés dans les enveloppes	162
6.5	Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure	162
6.6	Manœuvre à accumulation d'énergie	162
6.6.1	Généralités	162
6.6.2	Accumulation d'énergie dans des réservoirs de gaz ou dans des accumulateurs hydrauliques	163
6.6.3	Accumulation d'énergie à l'aide de ressorts (ou de poids)	163
6.6.4	Accumulation d'énergie par une manœuvre manuelle	164
6.6.5	Accumulation d'énergie par servomoteur	164
6.6.6	Accumulation d'énergie dans des condensateurs	164
6.7	Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure)	164
6.8	Organes de commande à manœuvre manuelle	164
6.9	Fonctionnement des déclencheurs	164
6.9.1	Généralités	164
6.9.2	Déclencheur shunt de fermeture	164
6.9.3	Déclencheur shunt d'ouverture	165
6.9.4	Fonctionnement des déclencheurs shunt à l'aide de condensateurs	165
6.9.5	Déclencheur à minimum de tension	165
6.10	Indication de la pression/du niveau	165
6.11	Plaques signalétiques	165
6.12	Dispositifs de verrouillage	167
6.13	Indicateur de position	167
6.14	Degrés de protection procurés par les enveloppes	167
6.14.1	Généralités	167
6.14.2	Protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses et protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers (codification IP)	167
6.14.3	Protection contre la pénétration d'eau (codification IP)	168
6.14.4	Protection du matériel contre les impacts mécaniques dans les conditions normales de service (codification IK)	168
6.15	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	168
6.16	Étanchéité au gaz et au vide	168
6.17	Étanchéité des systèmes de liquide	168
6.18	Risque de feu (inflammabilité)	168
6.19	Compatibilité électromagnétique (CEM)	168

6.20	Émission de rayons X	168
6.21	Corrosion	168
6.22	Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre	169
6.101	Construction du réservoir: disjoncteurs à réenclenchement submersibles ou à chambre sèche	169
6.101.1	Matériau du réservoir et fini	169
6.101.2	Piégeage de l'eau	169
6.101.3	Support du réservoir	169
6.101.4	Oreilles de levage	169
6.102	Compteurs	169
6.103	Dimensions de bornes de conducteur	169
7	Essais de type	169
7.1	Généralités	169
7.1.1	Principes fondamentaux	169
7.1.2	Informations pour l'identification des objets d'essai	170
7.1.3	Informations à inclure dans les rapports d'essais de type	170
7.1.101	Conditions d'essai	171
7.2	Essais diélectriques	172
7.2.1	Généralités	172
7.2.2	Conditions de l'air ambiant pendant les essais	172
7.2.3	Modalités des essais sous pluie	172
7.2.4	Disposition de l'appareil	172
7.2.5	Conditions de réussite des essais	172
7.2.6	Application de la tension d'essai et conditions d'essai	173
7.2.7	Essais de l'appareillage de $U_r \leq 245$ kV	173
7.2.8	Essais de l'appareillage de $U_r > 245$ kV	174
7.2.9	Essais de pollution artificielle pour les isolateurs d'extérieur	174
7.3	Essai de tension de perturbation radioélectrique (RIV)	174
7.4	Mesurage de la résistance	174
7.4.1	Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classes 1 et 2	174
7.4.2	Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classe 3	174
7.4.3	Essai de continuité électrique des parties métalliques reliées à la terre	174
7.4.4	Mesurage de la résistance des contacts et des connexions dans le circuit principal sous forme de vérification d'état	174
7.5	Essais au courant permanent	174
7.5.1	État de l'objet d'essai	174
7.5.2	Disposition de l'appareil	174
7.5.3	Valeurs du courant d'essai et de sa durée	175
7.5.4	Mesurage de la température pendant l'essai	175
7.5.5	Résistance du circuit principal	176
7.5.6	Conditions de réussite des essais	176
7.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible	176
7.7	Vérification de la protection	176
7.8	Essais d'étanchéité	176
7.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	177
7.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande	177

7.11	Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	177
7.101	Essais de coupure de courant de ligne à vide et de courant de câble à vide	177
7.101.1	Généralités	177
7.101.2	Caractéristiques des circuits d'alimentation	177
7.101.3	Mise à la terre du circuit d'alimentation	178
7.101.4	Caractéristiques du circuit capacitif à commuter	178
7.101.5	Forme d'onde du courant	179
7.101.6	Tension d'essai	179
7.101.7	Courant d'essai	179
7.101.8	Séquences d'essais	179
7.101.9	Conditions de réussite des essais	181
7.102	Pouvoir de fermeture	181
7.102.1	Procédure d'essai	181
7.102.2	Critères de réussite des essais de courant établi	182
7.103	Essais de courant coupé assigné en court-circuit	182
7.103.1	Généralités	182
7.103.2	Performances de coupure	183
7.103.3	Vérification du courant coupé en court-circuit	184
7.103.4	Essai de fonctionnement normalisé avec $k_{pp} = 1,5$; manœuvre automatique	185
7.103.5	Essais pour $k_{pp} = 1,3$ assigné (réseaux à neutre effectivement à la terre)	188
7.103.6	Tension transitoire de rétablissement (TTR) liée au courant coupé assigné en court-circuit	189
7.103.7	Conditions de réussite de la séquence d'essais	198
7.104	Essais à faible courant	198
7.104.1	Applicabilité	198
7.104.2	Courant d'essai	199
7.104.3	Circuit d'essai	199
7.104.4	Séquence d'essais à faible courant	199
7.104.5	Conditions de réussite des essais à faible courant	199
7.105	Essais de courant minimal de déclenchement	199
7.105.1	Généralités	199
7.105.2	Circuit d'essai	199
7.105.3	Procédures d'essai	199
7.106	Essais de décharges partielles (effet de couronne)	200
7.106.1	Généralités	200
7.106.2	Tensions d'essai et limites	200
7.106.3	Conditionnement de l'objet d'essai	200
7.106.4	Équipement et procédure d'essai	200
7.106.5	Rapport d'essai de décharges partielles	201
7.107	Essai de courant de surcharge; disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série	201
7.107.1	Généralités	201
7.107.2	Conditions d'essai	201
7.107.3	Procédure d'essai	201
7.107.4	État après l'essai	202

7.108	Essais temps-courant.....	202
7.108.1	Conditions générales d'essai	202
7.108.2	Procédure d'essai	202
7.108.3	Résultats d'essai de la courbe de durée d'élimination d'un défaut/courant	203
7.109	Séquence d'essais mécaniques	203
7.109.1	Généralités	203
7.109.2	Dispositions communes pour chaque série d'essais mécaniques	204
7.109.3	Essai mécanique à température ambiante	205
7.109.4	Essais mécaniques à température basse et élevée	205
7.110	Essai de couche de glace	206
7.110.1	Généralités	206
7.110.2	Applicabilité	207
7.110.3	Formation de glace	207
7.110.4	Programme d'essai	207
7.110.5	Critères d'acceptation	208
7.111	Essais de capacité de tenue aux chocs (SWC) des éléments électroniques de commande	209
7.111.1	Essais de chocs oscillatoires et transitoires	209
7.111.2	Essai de fonctionnement simulé du parafoudre	209
7.112	État du disjoncteur à réenclenchement après chaque essai de 7.101, 7.103 et 7.104	212
7.112.1	Exigences générales	212
7.112.2	Exigences spécifiques relatives aux ampoules à vide dans des équipements isolés au SF ₆	213
7.113	Essai d'emballage thermique.....	214
8	Essais individuels de série	214
8.1	Généralités	214
8.2	Essai diélectrique du circuit principal	215
8.3	Essais des circuits auxiliaires et de commande.....	215
8.4	Mesurage de la résistance du circuit principal.....	215
8.5	Essai d'étanchéité.....	215
8.101	Étalonnage de la refermeture et du fonctionnement à surintensité	215
8.102	Essais de décharges partielles.....	216
8.103	Essais de fonctionnements mécaniques.....	216
9	Guide pour le choix des disjoncteurs à réenclenchement.....	216
9.1	Généralités	216
9.2	Choix des valeurs assignées.....	216
9.3	Considérations sur les interfaces avec les câbles	217
9.4	Surcharge continue ou temporaire due à une modification des conditions de service	217
9.5	Aspects d'environnement	217
9.5.1	Distances d'isolement affectées par les conditions de service	217
9.5.2	Humidité élevée.....	217
9.5.3	Rayonnement solaire	217
10	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	217

10.1	Généralités	217
10.2	Renseignements dans les appels d'offres et les commandes	218
10.3	Renseignements pour les soumissions.....	218
11	Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance	219
11.1	Généralités	219
11.2	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation	219
11.3	Installation	219
11.3.1	Généralités	219
11.3.2	Déballage et manutention	219
11.3.3	Assemblage.....	220
11.3.4	Montage	220
11.3.5	Raccordements.....	220
11.3.6	Informations relatives aux systèmes de gaz pour les systèmes à pression entretenue et à pression autonome.....	220
11.3.7	Inspection finale de l'installation	220
11.4	Instructions de fonctionnement	221
11.5	Maintenance	221
11.5.1	Généralités	221
11.5.2	Informations sur les fluides et gaz à inclure dans le manuel de maintenance	221
11.5.3	Recommandations pour le constructeur	221
11.5.4	Recommandations pour l'utilisateur	222
11.5.5	Rapport de défaillance.....	223
11.101	Essais sur site des unités en service, y compris les essais de tenue en courant continu réalisés sur les câbles.....	224
12	Sécurité.....	225
13	Influence du produit sur l'environnement	226
101	Classification des défauts d'arc interne.....	226
Annexe A	(informative) Rapports X/R	227
A.1	Généralités	227
A.2	Constante de temps τ et rapport X/R	227
A.3	Courant de défaut asymétrique	227
Annexe B	(informative) Essai de fonctionnement simulé du parafoudre.....	230
B.1	Généralités	230
B.2	Essai de fonctionnement simulé du parafoudre	230
Annexe C	(normative) Méthode de tracé de l'enveloppe de la tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit et détermination des paramètres représentatifs.....	234
C.1	Généralités	234
C.2	Tracé de l'enveloppe.....	234
C.3	Détermination des paramètres	234
Annexe D	(informative) Contexte des valeurs de tension transitoire de rétablissement (TTR) des disjoncteurs à réenclenchement	236
D.1	Généralités	236
D.2	TTR à deux paramètres	236
D.3	u_C (crête de la TTR).....	238
D.4	Vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement ($VATR$).....	239
D.5	t_3 (temps mis pour atteindre u_C à la $VATR$ spécifiée).....	239

D.6	Multiplicateurs des valeurs de TTR à des courants inférieurs au courant de court-circuit assigné.....	239
Annexe E (normative)	Tolérances pour les valeurs d'essai.....	241
E.1	Généralités	241
E.2	Tolérances d'essai de type.....	241
Annexe F (informative)	Définition du disjoncteur à réenclenchement de circuit automatique.....	244
F.1	Définition d'un disjoncteur de réenclenchement	244
F.2	Contexte	244
F.3	Classifications des disjoncteurs à réenclenchement.....	245
F.4	Caractéristiques de fonctionnement des disjoncteurs à réenclenchement	245
F.5	Considérations relatives à la TTR	246
F.5.1	Généralités	246
F.5.2	Facteur de premier pôle (k_{pp}).....	246
F.5.3	Vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement (V_{ATR})	247
Annexe G (informative)	Base de déduction des facteurs de fonctionnement et des fonctionnements normalisés.....	248
G.1	Généralités	248
G.2	Fonctionnement normalisé	248
Annexe H (normative)	Caractéristiques assignées des disjoncteurs à réenclenchement à l'huile et à commande hydraulique	251
H.1	Généralités	251
H.2	Caractéristiques assignées des disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série à commande hydraulique et des disjoncteurs à réenclenchement à l'huile	251
H.2.1	Généralités	251
H.2.2	Tension maximale assignée.....	251
H.2.3	Courant (normal) permanent assigné (I_r)	251
H.2.4	Courant minimal de déclenchement assigné des disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série à commande hydraulique	252
H.2.5	Courant coupé assigné en court-circuit des disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série à commande hydraulique et des disjoncteurs à réenclenchement à l'huile	252
H.2.6	Courant établi symétrique assigné	252
H.2.7	Séquence assignée de manœuvres	252
H.3	Considérations d'essai particulières pour les disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série à commande hydraulique – Mesurage de la résistance du circuit principal.....	253
Annexe I (informative)	Méthodes normalisées de détermination des valeurs d'une onde de courant sinusoïdale et d'une tension de rétablissement à fréquence industrielle	257
I.1	Généralités	257
I.2	Courants	257
I.2.1	Signification des valeurs efficaces utilisées dans les normes relatives aux disjoncteurs à réenclenchement à haute tension à courant alternatif	257
I.2.2	Classification de l'onde de courant	257
I.2.3	Valeur efficace d'une onde sinusoïdale symétrique à un instant particulier	257
I.2.4	Mesurage de la valeur efficace d'un courant pendant un court-circuit sur plusieurs cycles	258

I.3	Tension de rétablissement à fréquence industrielle	258
Annexe J (normative)	Facteurs de correction d'altitude	260
J.1	Généralités	260
J.2	Facteurs de correction d'altitude	260
Annexe K (informative)	Comparaison des définitions liées aux manœuvres d'unité	262
K.1	Généralités	262
K.2	Manœuvre de réenclenchement plus large	262
Annexe L (informative)	Protection contre la corrosion	265
L.1	Généralités	265
L.2	Documents de référence	265
L.3	Autres considérations	265
Bibliographie	266
Figure 1	– Manœuvre d'unité	149
Figure 2	– Circuits d'essai pour les essais de commutation de câble à vide et de ligne à vide (voir 7.101.5)	181
Figure 3	– Représentation de court-circuit triphasé	183
Figure 4	– Représentation de la TTR spécifiée sous la forme d'une droite à deux paramètres et d'une droite définissant le retard	190
Figure 5	– Circuit d'essai de choc	212
Figure B.1	– Circuit d'essai de choc	232
Figure B.2	– Ondes de tension et de courant classiques	233
Figure C.1	– Représentation par deux paramètres d'une tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit d'essai	235
Figure D.1	– Forme d'onde de TTR en fonction cosinusoïdale 1 du temps	236
Figure D.2	– Représentation de la TTR spécifiée sous la forme d'une droite à deux paramètres et d'une droite définissant le retard	237
Figure D.3	– Représentation de la TTR spécifiée sous la forme d'une droite à deux paramètres et d'une droite définissant le retard comparée à une forme d'onde TTR cosinusoïdale 1	237
Figure G.1	– Facteurs de fonctionnement du disjoncteur à réenclenchement	250
Figure I.1	– Mesurage de la valeur efficace d'une onde symétrique	258
Figure I.2	– Détermination de la tension de rétablissement d'unité polaire à fréquence industrielle	259
Figure J.1	– Facteurs de correction d'altitude	261
Figure K.1	– Représentation d'une manœuvre de réenclenchement automatique	264
Tableau 1	– Caractéristiques assignées des disjoncteurs à réenclenchement de circuit automatique et des disjoncteurs à réenclenchement montés sur coupe-circuit	154
Tableau 2	– Tensions maximales assignées et valeurs assignées de tenue de tension des disjoncteurs à réenclenchement, appliquées sur des circuits de distribution de lignes aériennes	155
Tableau 3	– Tensions maximales assignées et valeurs assignées de tenue de tension des disjoncteurs à réenclenchement, appliquées sur des circuits de distribution avec câble raccordé	156

Tableau 4 – Tension en courant continu	157
Tableau 5 – Tensions en courant alternatif	158
Tableau 6 – Valeurs assignées de courant d'interruption préférentielles de ligne et de câble à vide	160
Tableau 7 – Marquages de la plaque signalétique.....	166
Tableau 8 – Dimension des câbles en cuivre nu ^a	176
Tableau 9 – Dimension des câbles en aluminium nu ^a	176
Tableau 10 – Séquences d'essais de commutation	180
Tableau 11 – Caractéristiques de performances – Fonctionnement normalisé.....	187
Tableau 12 – Liste des tableaux de valeurs de TTR.....	191
Tableau 13 – Valeurs normalisées de la tension transitoire de rétablissement présumée pour des disjoncteurs à réenclenchement triphasés avec courants de coupure assignés en court-circuit de > 4 000 A dans des circuits raccordés par ligne aérienne, $k_{pp} = 1,5$ – Représentation par deux paramètres.....	192
Tableau 14 – Valeurs normalisées de la tension transitoire de rétablissement présumée pour des disjoncteurs à réenclenchement monophasés avec courants de coupure en court-circuit de > 4 000 A dans un circuit raccordé par ligne aérienne – Représentation par deux paramètres	193
Tableau 15 – Valeurs normalisées de la tension transitoire de rétablissement présumée pour des disjoncteurs à réenclenchement triphasés avec courants de coupure en court-circuit de > 4 000 A dans des réseaux raccordés par câble, $k_{pp} = 1,5$ – Représentation par deux paramètres	194
Tableau 16 – Valeurs normalisées de la tension transitoire de rétablissement présumée pour des disjoncteurs à réenclenchement monophasés avec courants de coupure en court-circuit de > 4 000 A dans un réseau raccordé par câble – Représentation par deux paramètres	195
Tableau 17 – Valeurs normalisées de la tension transitoire de rétablissement présumée pour des disjoncteurs à réenclenchement triphasés avec courants de coupure en court-circuit de $\leq 4 000$ A dans des réseaux raccordés par ligne aérienne et par câble, $k_{pp} = 1,5$ – Représentation par deux paramètres.....	196
Tableau 18 – Valeurs normalisées de la représentation de la tension transitoire de rétablissement présumée par deux paramètres pour des disjoncteurs à réenclenchement monophasés avec courants de coupure en court-circuit de $\leq 4 000$ A dans des réseaux raccordés par ligne aérienne et par câble.....	197
Tableau 19 – Valeurs normalisées de la représentation de la tension transitoire de rétablissement présumée par deux paramètres pour les disjoncteurs à réenclenchement triphasés avec $k_{pp} = 1,3$	198
Tableau 20 – Multiplicateurs normalisés pour les valeurs de TTR des deuxième et troisième pôles à couper.....	198
Tableau 21 – Modifications caractéristiques pour les essais conformément à l'IEC 60255-26:2013	209
Tableau A.1 – Rapports X/R : facteurs de crête et facteurs efficaces.....	229
Tableau D.1 – Multiplicateur de crête de TTR	238
Tableau D.2 – Multiplicateurs de TTR pour les disjoncteurs à réenclenchement raccordés par ligne	240
Tableau D.3 – Multiplicateurs de TTR pour les disjoncteurs à réenclenchement raccordés par câble	240
Tableau E.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type.....	242

Tableau G.1 – Répartition du fonctionnement	248
Tableau G.2 – Exemple de répartition du facteur de fonctionnement.....	249
Tableau G.3 – Exemple – Fonctionnement par interruption	249
Tableau G.4 – Exemple – Manœuvres d'unité aux niveaux de courant d'essai	249
Tableau G.5 – Exemple – Facteur de fonctionnement	250
Tableau H.1 – Caractéristiques assignées préférentielles du courant (normal) permanent des disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série à commande hydraulique et des disjoncteurs à réenclenchement à l'huile	252
Tableau H.2 – Valeurs préférentielles du pouvoir de coupure en court-circuit des disjoncteurs à réenclenchement à déclenchement en série à commande hydraulique	254
Tableau H.3 – Valeurs préférentielles du courant coupé assigné en court-circuit et caractéristiques de performances des disjoncteurs à l'huile monophasés	255
Tableau H.4 – Valeurs préférentielles du courant coupé assigné en court-circuit et caractéristiques de performances des disjoncteurs à l'huile triphasés	256
Tableau K.1 – Comparaison des termes.....	263

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 111: Disjoncteurs à réenclenchement de circuit automatique pour systèmes en courant alternatif jusqu'à 38 kV compris

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux.

Les normes de l'IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE, ainsi que par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA). Ces normes sont l'aboutissement d'un consensus, soumis à l'approbation de l'Institut national américain de normalisation, qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne teste pas et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation, à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> pour de plus amples informations).

L'IEC travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations. Cette norme internationale double logo a été élaborée conjointement par l'IEC et l'IEEE, conformément aux dispositions de cet accord.

- 2) Les décisions officielles 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. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA).
- 3) Les Publications IEC/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications IEC/IEEE; l'IEC ou l'IEEE ne peuvent pas être tenus responsables 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 (y compris les Publications IEC/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications IEC/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent 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 et l'IEEE ne sont responsables 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 ou à l'IEEE, 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, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA), 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 IEC/IEEE ou toute autre publication de l'IEC ou de l'IEEE, 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 fait que la mise en application de cette Publication IEC/IEEE peut requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni l'IEC ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'impliquent la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

La Norme internationale IEC 62271-111/IEEE Std C37.60 a été révisée par le Comité appareillage de l'IEEE Power and Energy Society, en collaboration avec le sous-comité 17A: Appareils de connexion, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage haute tension, dans le cadre de l'accord double logo IEC/IEEE.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2012 et constitue une révision technique. Par rapport à l'édition précédente, les modifications majeures sont les suivantes:

- a) Suppression de l'interrupteur de défaut du titre, du domaine d'application et du corps de la norme, y compris l'Annexe G. L'IEEE va développer une norme séparée pour ce type d'équipement utilisé essentiellement en Amérique du Nord (IEEE C37.62);
- b) Adoption de l'IEC 62271-1:2017 en tant que référence normative remplaçant l'IEEE C37.100.1-2007 et l'IEC 62271-1:2007;
- c) Adoption de la "méthode d'essai normalisée" pour la réalisation des essais sous pluie correspondant aux caractéristiques assignées de tension de l'IEEE et de l'IEC, référence 7.2.7.2, Tableau 2 et Tableau 3;
- d) Essais de charge de ligne et de câble de 7.101.6: exigences ajoutées en matière de niveau de tension d'essai;
- e) Spécifications d'essai ajoutées en 7.103.3 et 7.103.5 pour les réseaux à neutre effectivement à la terre (facteur de premier pôle $k_{pp} = 1,3$) rendant cette caractéristique assignée facultative. Les paramètres k_{pp} sont utilisés en lieu et place des termes du système;
- f) Essais de courant faible ajoutés en 7.104 en remplacement des essais de courant critique;
- g) Adoption du tableau révisé d'échauffement admissible de l'IEC 62271-1:2017, avec une augmentation de l'échauffement admissible pour certains points des gaz non oxydants (NOG);
- h) Exigences d'essai temps-courant de 7.108: plusieurs modifications, y compris l'augmentation du nombre de niveaux de courant d'essai et des essais à chaque niveau. Nombre minimal de courbes spécifié à soumettre à l'essai;
- i) Séquence d'essais mécaniques de 7.109: exigences ajoutées pour les essais à haute et basse températures;
- j) Références normatives IEC 60255-22-1 et IEC 60255-22-4 remplacées par l'IEC 60255-26 en 7.111.1;
- k) Critères de réussite/d'échec ajoutés pour les essais d'interruption par défaut avec réamorçages de 7.112.1;
- l) Ajout de l'Article 9, de l'Article 10, de l'Article 11, de l'Article 12 et de l'Article 13 similaires à ceux de l'IEC 62271-1, mais adaptés au disjoncteur à réenclenchement.
- m) Suppression de l'Annexe A: Renseignements et exigences techniques à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants de l'IEC:

FDIS	Rapport de vote
17A/1202/FDIS	17A/1207/RVD

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

Les normes internationales sont rédigées selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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.

La présente norme doit être lue conjointement avec l'IEC 62271-1:2017, à laquelle elle fait référence et qui est applicable sauf spécifications contraires dans la présente norme. Pour simplifier l'indication des exigences correspondantes, la même numérotation des articles et des paragraphes que celle de l'IEC 62271-1 est utilisée. Les amendements à ces articles et paragraphes sont donnés dans les mêmes références, les paragraphes supplémentaires étant alors numérotés à partir de 101.

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

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

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 111: Disjoncteurs à réenclenchement de circuit automatique pour systèmes en courant alternatif jusqu'à 38 kV compris

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62271 s'applique à tous les disjoncteurs à réenclenchement de circuit automatique aériens, montés sur socle, en chambre sèche et à courant alternatif unipolaire ou multipolaire submersibles, dont les tensions assignées maximales sont supérieures à 1 000 V jusqu'à 38 kV inclus.

Les dispositifs qui exigent une opération dépendante manuelle ne sont pas couverts par le présent document.

Afin de simplifier le présent document dans la mesure du possible, le terme "disjoncteur(s) à réenclenchement de circuit automatique" et/ou "disjoncteur(s) à réenclenchement monté sur coupe-circuit" a été remplacé par "disjoncteur à réenclenchement" (ou "disjoncteurs à réenclenchement").

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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).

NOTE Dans cette norme à double logo, les références normatives sont établies avec les normes IEEE et IEC. Dans chaque cas, les spécifications dans les deux normes référencées ont été jugées par les membres de l'équipe de maintenance comme étant équivalentes d'un point de vue technique, même si la formulation exacte peut être différente. Les différences de formulation sont considérées comme n'étant que rédactionnelles. Si les deux normes ne sont pas égales d'un point de vue technique, les différences sont résolues dans le texte.¹

IEC 60050-151, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-441, *Vocabulaire Electrotechnique International. Chapitre 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60071-2:2018, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Lignes directrices en matière d'application*

IEC 60255-26:2013, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 26: Exigences de compatibilité électromagnétique*

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

IEC 60480, *Lignes directrices relatives au contrôle et au traitement de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique et spécification en vue de sa réutilisation*

¹ Les notes dans le texte, les tableaux et les figures d'une norme sont données à titre informatif uniquement et ne contiennent pas les exigences nécessaires à la mise en œuvre de la norme.

IEC 61000-4-18, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie*

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

IEC 62271-4, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF_6) et des mélanges contenant du SF_6*

IEC 62271-100, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

IEEE Std 4™, *IEEE Standard Techniques for High-Voltage Testing*

IEEE Std C37.90.1™-2012, *IEEE Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus*

IEEE Std C37.301™, *IEEE Standard for High-Voltage Switchgear (Above 1 000 V) Test Techniques – Partial Discharge Measurements*