

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 104: Alternating current switches for rated voltages higher than 52 kV**

**Appareillage à haute tension –
Partie 104: Interrupteurs à courant alternatif pour tensions assignées
supérieures à 52 kV**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-104:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 104: Alternating current switches for rated voltages higher than 52 kV**

**Appareillage à haute tension –
Partie 104: Interrupteurs à courant alternatif pour tensions assignées
supérieures à 52 kV**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.10; 29.130.99

ISBN 978-2-8322-8609-8

**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	5
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
3.1 General terms and definitions	8
3.2 Assemblies	8
3.3 Parts of assemblies	9
3.4 Switching devices	9
3.5 Parts of switches	10
3.6 Operational characteristics of switches	10
3.7 Characteristic quantities	10
4 Normal and special service conditions	12
5 Ratings	12
5.1 General	12
5.2 Rated voltage (U_r)	12
5.3 Rated insulation level (U_d , U_p , U_s)	12
5.4 Rated frequency (f_r)	12
5.5 Rated continuous current (I_r)	12
5.6 Rated short-time withstand current (I_k)	12
5.7 Rated peak withstand current (I_p)	13
5.8 Rated duration of short-circuit (t_k)	13
5.9 Rated supply voltage of auxiliary and control circuits (U_a)	13
5.10 Rated supply frequency of auxiliary and control circuits	13
5.11 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems	13
5.101 Rated earth fault breaking current	13
5.102 Rated short-circuit making current	13
5.103 Rated mainly active load-breaking current	13
5.104 Rated closed-loop breaking current	13
5.105 Rated capacitive switching currents	13
5.106 Inductive load switching	14
5.107 Rated static mechanical terminal load	15
5.108 Coordination of rated values for a general purpose switch	15
5.109 Coordination of rated values for limited purpose and special purpose switches	15
6 Design and construction	16
6.1 Requirements for liquids in high-voltage switches	16
6.2 Requirements for gases in high-voltage switches	16
6.3 Earthing of high-voltage switches	16
6.4 Auxiliary and control equipment and circuits	16
6.5 Dependent power operation	16
6.6 Stored energy operation	16
6.7 Independent unlatched operation (independent manual or power operation)	16
6.8 Manually operated actuators	16
6.9 Operation of releases	16
6.10 Pressure/level indication	16
6.11 Nameplates	16

6.12	Locking devices	17
6.13	Position indication.....	18
6.14	Degree of protection provided by enclosures	18
6.15	Creepage distances for outdoor insulators	18
6.16	Gas and vacuum tightness	18
6.17	Tightness for liquid systems.....	18
6.18	Fire hazard (flammability)	18
6.19	Electromagnetic compatibility (EMC).....	18
6.20	X-ray emission	18
6.21	Corrosion	18
6.22	Filling levels for insulation, switching and/or operation	18
6.101	Closing mechanism.....	18
6.102	Mechanical strength.....	18
6.103	Position of the movable contact system and its indicating or signalling device	18
7	Type tests	19
7.1	General.....	19
7.2	Dielectric tests	20
7.3	Radio interference voltage (RIV) tests.....	21
7.4	Resistance measurement.....	21
7.5	Continuous current tests	21
7.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	21
7.7	Verification of the protection	21
7.8	Tightness tests	21
7.9	Electromagnetic compatibility tests (EMC)	21
7.10	Additional tests on auxiliary and control circuits	21
7.11	X-radiation test for vacuum interrupters	21
7.101	Mechanical operation tests	22
7.102	Miscellaneous provision for making and breaking tests	24
7.103	Test circuits for making and breaking tests	26
7.104	Test quantities	36
7.105	Capacitive current tests	40
7.106	Inductive load switching (test duties TD_{notr} and TD_{shunt})	43
7.107	Tests for general purpose switches.....	43
7.108	Tests for limited purpose switches	44
7.109	Tests for special purpose switches.....	44
7.110	Type test reports.....	45
8	Routine tests	46
8.1	General.....	46
8.2	Dielectric tests on the main circuit.....	46
8.3	Tests on auxiliary and control circuits	46
8.4	Measurement of the resistance of the main circuit.....	46
8.5	Tightness test	46
8.6	Design and visual checks.....	46
8.101	Mechanical operating tests	46
9	Guide to the selection of high-voltage switches (informative)	47
9.1	General.....	47
9.2	Selection of rated values.....	47
9.3	Cable-interface considerations.....	47
9.4	Continuous or temporary overload due to changed service conditions.....	47

9.5	Environmental aspects	47
9.101	General.....	47
9.102	Conditions affecting application	47
9.103	Insulation coordination	47
10	Information to be given with enquiries, tenders and orders (informative)	48
11	Transport, storage, installation, operating instructions and maintenance.....	48
12	Safety	48
13	Influence of the product on the environment	48
	Annex A (normative) Tolerances on test quantities during tests	49
	Bibliography.....	52
	Figure 1 – Single-phase test circuit for mainly active load current switching for test duties TD_{load1} and TD_{load2}	27
	Figure 2 – Single-phase test circuit for transmission line closed-loop and parallel transformer current switching test, for test duties TD_{loop} and TD_{pptr}	27
	Figure 3 – Three-phase test circuit for mainly active load current switching, for test duties TD_{load1} and TD_{load2}	28
	Figure 4 – Supply and load side transient for mainly active load current switching tests (see Table 4)	29
	Figure 5 – Three-phase test circuit for transmission line closed-loop and parallel transformer current switching test for test duties TD_{loop} and TD_{pptr}	30
	Figure 6 – Illustration of the transient associated with transmission line closed-loop current breaking tests (see Table 5).....	32
	Figure 7 – Three-phase test circuit for short circuit making current test for test duty TD_{ma}	35
	Figure 8 – Single-phase test circuit for short circuit making current test for test duty TD_{ma}	35
	Table 1 – Preferred values of line- and cable-charging breaking currents for a general purpose switch.....	15
	Table 2 – Nameplate information	17
	Table 3 – Type tests	20
	Table 4 – Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests	29
	Table 5 – TRV parameters for transmission line closed-loop current breaking tests	31
	Table 6 – Test duties for single-phase tests on three-pole switches having a non-simultaneity between poles of 0,25 cycle or less	32
	Table 7 – Test duties for single-phase tests on three-pole switches having more than 0,25 cycle non-simultaneity and switches operated pole after pole.....	33
	Table 8 – TRV parameters for parallel transformer current breaking tests	34
	Table 9 – Test duties for three-phase tests on three-pole switches	37
	Table A.1 – Tolerances on test quantities during type tests (1 of 3)	49

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 104: Alternating current switches
for rated voltages higher than 52 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. 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 62271-104 has been prepared by subcommittee 17A: Switching devices, of IEC technical committee 17: High-voltage switchgear and controlgear.

This third edition replaces and cancels the second edition published in 2015. It constitutes a technical revision.

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

- new numbering, following IEC 62271-1:2017.

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

FDIS	Report on voting
17A/1273/FDIS	17A/1278/RVD

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

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 62271-1:2017, IEC 62271-100:— 1, IEC 62271-102:2018 and IEC 62271-110:2017. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 62271-1. Modifications to these clauses and subclauses are given under the same numbering, whilst additional subclauses are numbered from 101.

A list of all parts in the IEC 62271 series, published 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 "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC CCDV 62271-100:2020.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 104: Alternating current switches for rated voltages higher than 52 kV

1 Scope

This part of IEC 62271 is applicable to three-pole alternating current switches for rated voltages higher than 52 kV, having making and breaking current ratings, for indoor and outdoor installations, and for rated frequencies up to and including 60 Hz.

This document is also applicable to the operating devices of these switches and to their auxiliary equipment.

NOTE 1 Switches for gas insulated switchgear are covered by this document.

NOTE 2 Switches having a disconnecting function and called switch-disconnectors are also covered by IEC 62271-102.

NOTE 3 Earthing switches are not covered by this document. Earthing switches forming an integral part of a switch are covered by IEC 62271-102.

The main object of this document is to establish requirements for switches used in transmission and distribution systems. General purpose switches for this application are designed to comply with the following service applications:

- carrying rated continuous current;
- carrying short-circuit currents for a specified time;
- switching of mainly active loads;
- switching of no-load transformers;
- switching of the charging current of unloaded cables, overhead lines or busbars;
- switching of closed-loop circuits;
- making short-circuit currents.

A further object of this document is to establish requirements for limited purpose and special purpose switches used in transmission and distribution systems.

Limited purpose switches comply with one or more of the service applications indicated above.

Special purpose switches may comply with one or more of the service applications indicated above and, in addition, are suitable for one or more of the following applications:

- switching single capacitor banks;
- switching back-to-back capacitor banks;
- switching shunt reactors including secondary or tertiary reactors switched from the primary side of the transformer;
- applications requiring an increased number of operating cycles;
- switching under earth fault conditions in non-effectively earthed neutral systems.

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 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60071 (all parts), *Insulation co-ordination*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

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 62271-100:—², *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating current circuit-breakers*

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 62271-110:2017, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 110: Inductive load switching*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Clause 3 of IEC 62271-1:2017, IEC 60050-441 and IEC 60071-1, and the following apply.

NOTE Some definitions of IEC 60050-441 and IEC 60071-1 are recalled here for easier use.

Additional terms and definitions are classified so as to be aligned with the classification used in IEC 60050-441.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 General terms and definitions

Subclause 3.1 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

3.2 Assemblies

Subclause 3.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC CCDV 62271-100:2020.

3.3 Parts of assemblies

Subclause 3.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

3.4 Switching devices

Subclause 3.4 of IEC 62271-1:2017 is applicable, with the following additions.

3.4.101

switch

switching device capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions, which may include specified operating overload conditions and also carrying for a specified time currents under specified abnormal circuit conditions, such as those of short circuit

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-14-10, modified – deletion of the word "mechanical" in the term and in the definition, and deletion of the note.]

3.4.102

switch-disconnector

switch which, in the open position, satisfies the isolating requirements specified for a disconnector

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-14-12]

3.4.103

general purpose switch

switch capable of performing, with currents up to its rated breaking currents, all making and breaking operations which may normally occur; capable of carrying and making short-circuit currents

Note 1 to entry: Refer to 5.108 for specific ratings of a general purpose switch.

3.4.104

limited purpose switch

switch which complies with one or more, but not with all, service applications of a general purpose switch

3.4.105

special purpose switch

switch suitable for switching requirements other than those specified for a general purpose switch

Note 1 to entry: Examples of such requirements are capacitor bank switching, shunt reactor switching, switching under earth fault conditions, and a capability of an increased number of operating cycles.

3.4.106

class C1 switch

special purpose switch with low probability of restriking during capacitive current breaking as demonstrated by specific type tests

3.4.107

class C2 switch

special purpose switch with very low probability of restriking during capacitive current breaking as demonstrated by specific type tests

3.4.108

single capacitor bank switch

special purpose switch intended for switching of a single capacitor bank with charging currents up to its rated single capacitor bank breaking current

3.4.109

back-to-back capacitor bank switch

special purpose switch intended for breaking capacitor bank-charging currents, with one or more capacitor banks connected to the bus or supply side of the switch, up to its rated back-to-back capacitor bank breaking current

3.4.110

shunt reactor switch

special purpose switch intended for switching a shunt reactor, including secondary or tertiary reactors switched from the primary side of the transformer

3.5 Parts of switches

Subclause 3.5 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

3.6 Operational characteristics of switches

Subclause 3.6 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

3.7 Characteristic quantities

Subclause 3.7 of IEC 62271-1:2017 is applicable, with the following additions.

3.7.101

breaking capacity (of a switching device or a fuse)

value of prospective current that a switching device or a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

Note 1 to entry: The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant publications.

Note 2 to entry: For switching devices, the breaking capacity may be termed according to the kind of current included in the prescribed conditions, e.g. line-charging breaking capacity, cable-charging breaking capacity, single capacitor bank breaking capacity, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-17-08]

3.7.102

mainly active load breaking capacity

breaking capacity when opening a mainly active load circuit in which the load can be represented by resistors and reactors in parallel

3.7.103

no-load transformer breaking capacity

breaking capacity when opening a no-load transformer circuit

3.7.104

closed-loop breaking capacity

breaking capacity when opening a closed transmission line loop circuit, or a transformer in parallel with one or more transformers, i.e. a circuit in which both sides of the switch remain energized after breaking, and in which the voltage appearing across the terminals is substantially less than the system voltage

3.7.105**cable-charging breaking capacity**

breaking capacity when opening a cable circuit at no load

3.7.106**line-charging breaking capacity**

breaking capacity when opening an overhead line circuit at no load

3.7.107**busbar charging breaking capacity**

breaking capacity when opening a busbar circuit at no load

3.7.108**single capacitor bank breaking capacity**

breaking capacity when opening a single capacitor bank circuit connected to a supply that does not include another capacitor bank adjacent to the bank being switched

3.7.109**back-to-back capacitor bank breaking capacity**

breaking capacity when opening a capacitor bank circuit connected to a supply that includes one or more capacitor banks adjacent to the bank being switched

3.7.110**capacitor bank inrush making current**

high frequency and high magnitude current occurring when closing a capacitor bank circuit onto a supply including one or more capacitor banks adjacent to the bank being switched

Note 1 to entry: The frequency and magnitude of the inrush current depend upon the values of capacitance and the values of the inductance between the capacitor banks.

3.7.111**shunt reactor breaking capacity**

breaking capacity when opening a shunt reactor circuit, including secondary or tertiary reactors switched from the primary side of the transformer

3.7.112**earth-fault breaking capacity**

breaking capacity in the faulty phase of a non-effectively earthed neutral system when clearing an earth fault on an unloaded cable or overhead line on the load side of the switch

3.7.113**line- and cable-charging breaking capacity under earth fault conditions**

breaking capacity in the sound phases of an effectively earthed neutral or non-effectively earthed neutral system when switching off an overhead line or an unloaded cable, with an earth fault on the supply side of the switch

3.7.114**breaking current** (of a switching device or a fuse)

current in a pole of a switching device or in a fuse at the instant of initiation of the arc during a breaking process

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-17-07]

3.7.115**making current****peak making current**

peak value of the first major loop of the current in a pole of a switch during the transient period following the initiation of current during a making operation

Note 1 to entry: The peak value may differ from one pole to another and from one operation to another as it depends on the instant of current initiation relative to the wave of the applied voltage.

Note 2 to entry: Where, for a polyphase circuit, a single value of (peak) making current is referred to, it is, unless otherwise stated, the highest value in any phase.

3.7.116

short-circuit making capacity

making capacity for which the prescribed conditions include a short-circuit at the terminals of the switching device

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-17-10]

3.7.117

simultaneity between poles

maximum difference between the instant of contact touch in the first pole and the last pole when closing and the maximum time difference between the instant of contact separation between the first pole and the last pole when opening

4 Normal and special service conditions

Clause 4 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5 Ratings

Clause 5 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following additions.

5.1 General

Subclause 5.1 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.2 Rated voltage (U_r)

Subclause 5.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following addition:

The 1 100 kV and 1 200 kV voltage ratings do not apply to switches.

5.3 Rated insulation level (U_d , U_p , U_s)

Subclause 5.3 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following addition:

The rated insulation levels given in Table 3 of IEC 62271-1:2017 for 1 100 kV and 1 200 kV voltage ratings do not apply to switches.

5.4 Rated frequency (f_r)

Subclause 5.4 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.5 Rated continuous current (I_r)

Subclause 5.5 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.6 Rated short-time withstand current (I_k)

Subclause 5.6 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.7 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 5.7 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.8 Rated duration of short-circuit (t_k)

Subclause 5.8 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.9 Rated supply voltage of auxiliary and control circuits (U_a)

Subclause 5.9 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.10 Rated supply frequency of auxiliary and control circuits

Subclause 5.10 of IEC 62271-1:2017 is applicable, with the following additions.

5.11 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems

Subclause 5.11 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

5.101 Rated earth fault breaking current

The rated earth fault breaking current, for a non-effectively earthed neutral system is the maximum earth fault current in the faulted phase that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

NOTE The TRV (transient recovery voltage) of an isolated neutral system is more severe than the TRV of a resonant earthed system, even if detuned.

5.102 Rated short-circuit making current

The rated short-circuit making current is the maximum peak prospective current that the switch shall be capable of making at its rated voltage.

5.103 Rated mainly active load-breaking current

The rated mainly active load-breaking current is the maximum mainly active load current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

5.104 Rated closed-loop breaking current

The rated closed-loop breaking current is the maximum closed-loop current the switch shall be capable of breaking. Separate ratings for transmission line loop current and parallel transformer current may be assigned.

5.105 Rated capacitive switching currents

5.105.1 Rated line-charging breaking current

The rated line-charging breaking current is the maximum line-charging current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

5.105.2 Rated cable-charging breaking current

The rated cable-charging breaking current is the maximum cable-charging current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

5.105.3 Rated single capacitor bank breaking current

The rated capacitor bank breaking current is the maximum capacitor current the switch shall be capable of breaking at the rated voltage under the conditions of use and behaviour prescribed in this document. The breaking current refers to the switching of a shunt capacitor bank where no shunt capacitors are connected to the source side of the switch.

5.105.4 Rated back-to-back capacitor bank breaking current

The rated back-to-back capacitor bank breaking current is the maximum capacitor bank breaking current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage with one or more capacitor banks connected on the supply side of the switch adjacent to the bank being switched, such as to produce the rated capacitor bank inrush making current.

NOTE Similar conditions could apply for switching at substations with cables.

5.105.5 Single capacitor bank inrush making current

No rating or preferred values are defined. This is because inrush currents associated with single capacitor banks are not considered critical.

5.105.6 Rated back-to-back capacitor bank inrush making current

The rated back-to-back capacitor bank inrush making current is the peak value of the current that the switch shall be capable of making at its rated voltage and with a frequency of the inrush current appropriate to the service conditions (see Table 1 of IEC 62271-100:—).

The back-to-back capacitor bank making performance is covered when

- the tested peak inrush making current is equal to or greater than the rated value, and
- the tested frequency of the inrush making current is between 3 400 Hz and 6 000 Hz.

5.105.7 Rated and line- and cable-charging breaking current under earth fault conditions

The rated line- and cable-charging breaking current under earth fault conditions, for a non-effectively earthed neutral system is the current in the sound phases that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

The maximum line- and cable-charging current under fault conditions is $\sqrt{3}$ times the line- and cable-charging current occurring in normal conditions. This covers the most severe case, which occurs with individually screened cables.

5.106 Inductive load switching

5.106.1 Shunt reactor breaking current

The shunt reactor breaking current is the maximum shunt reactor current that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

The minimum shunt reactor breaking current, if other than zero, that the switch is capable of breaking is specified by the manufacturer.

5.106.2 Rated no-load transformer breaking current

The rated no-load transformer breaking current is the maximum no-load transformer current the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

5.107 Rated static mechanical terminal load

Subclause 5.104 of IEC 62271-102:2018 is applicable.

5.108 Coordination of rated values for a general purpose switch

A general purpose switch shall have specific ratings for each switching duty as follows:

- rated mainly active load breaking current equal to the rated continuous current;
- rated no-load transformer breaking current equal to 1,0 % of the rated continuous current;
- rated transmission line loop breaking current equal to the rated continuous current;
- rated parallel transformer breaking current equal to 50 % of the rated continuous current;
- rated cable-charging breaking current as shown in Table 1;
- rated line-charging breaking current as shown in Table 1;
- rated short-circuit making current equal to the rated peak withstand current.

The standard values of ratings should be selected from the R10 series specified in IEC 60059 [1]³.

Table 1 – Preferred values of line- and cable-charging breaking currents for a general purpose switch

Rated voltage U_r kV	Rated cable-charging breaking current I_{cc} A	Rated line-charging breaking current I_{lc} A
72,5	25	3
100	31,5	5
123	31,5	8
145	31,5	20
170	40	12,5
245	40	25
300	50	31,5
362	50	50
420	63	63
550	–	80
800	–	125
NOTE 1 Higher values selected from the R10 series can be stated by the manufacturer.		
NOTE 2 Refer to IEC 62271-100:— for suggested rated line- and cable-charging breaking currents for a special purpose switch.		

5.109 Coordination of rated values for limited purpose and special purpose switches

A limited purpose switch should preferably have the same specific ratings as those for a general purpose switch, where such ratings are applicable. If other ratings are specified, values from the R10 series should be selected.

³ Numbers in square brackets refer to the bibliography.

A special purpose switch is not required to have coordinated ratings. The rated values, however, should be selected from the R10 series specified in IEC 60059.

6 Design and construction

Clause 6 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following additions.

6.1 Requirements for liquids in high-voltage switches

Subclause 6.1 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.2 Requirements for gases in high-voltage switches

Subclause 6.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.3 Earthing of high-voltage switches

Subclause 6.3 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.4 Auxiliary and control equipment and circuits

Subclause 6.4 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.5 Dependent power operation

Subclause 6.5 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.6 Stored energy operation

Subclause 6.6 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.7 Independent unlatched operation (independent manual or power operation)

Subclause 6.7 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.8 Manually operated actuators

Subclause 6.8 of IEC 62271-1:2017 is not applicable to high-voltage switches.

6.9 Operation of releases

Subclause 6.9 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.10 Pressure/level indication

Subclause 6.10 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.11 Nameplates

Subclause 6.11 of IEC 62271-1:2017 is applicable. Switches and their operating devices shall be provided with nameplates which contain information in accordance with Table 2.

Table 2 – Nameplate information

(1)	Symbol (2)	Unit (3)	Switch (4)	Operating device (5)	Condition marking required only if (6)
Manufacturer			a	a	
Designation of type			a	a	
Serial number			a	a	
Rated voltage	U_r	kV	a		
Rated lightning impulse withstand voltage	U_p	kV	a		
Rated switching impulse withstand voltage	U_s	kV	c		Rated voltage ≥ 300 kV
Rated frequency	f_r	Hz	a		
Rated continuous current	I_r	A	a		
Rated short-time current	I_k	kA	a		
Rated duration of short circuit	t_k	s	c		Different from 1 s
Rated short-circuit making current	I_{ma}	kA	a		
Number of operations for mainly active load breaking	N		c		Different from 10
Rated mainly active load breaking current	I_{load1}	A	b		
Rated transmission line closed loop breaking current	I_{load2}	A	b		
Rated parallel transformer breaking current	I_{pptr}	A	b		
Rated busbar charging breaking current	I_{bus}	A	b		
Rated cable-charging breaking current	I_{cc}	A	b		
Rated line-charging breaking current	I_{lc}	A	b		
Rated capacitor bank breaking current (single bank and/or back-to-back) ^d	I_{bc}	A	b		
Rated back-to-back capacitor bank inrush making current	I_{in}	A	b		
Rated no-load transformer breaking current	I_{notr}	A	b		
Rated shunt reactor breaking current	I_{shunt}	A	b		
Rated earth-fault breaking current	I_{ef1}	A	b		
Rated line- and cable-charging breaking current under earth-fault conditions	I_{ef2}	A	b		
Rated filling pressure for operation	p_{rm}	MPa		b	
Rated filling pressure for interruption	p_{re}	MPa	b		
Rated auxiliary voltage	U_a	V		a	
Mass (including liquid)	m	kg	c	c	> 300 kg
Minimum ambient temperature			c	c	Different from – 5 °C indoor or – 25 °C outdoor

^a The marking of these values is mandatory; blanks for these values on the nameplate indicate the value zero.

^b The marking of these values is mandatory if the associated rating is assigned.

^c The marking of these values is subject to the condition in column (6).

^d The test procedures for single bank and back-to-back capacitor banks are harmonized in IEC 62271-100:—

NOTE 1 Symbols in column (2) can be used instead of terms in column (1). When terms of column (1) are used, the word “rated” need not appear.

NOTE 2 Symbols can be combined where values are identical, for example: $I_r I_{load1} I_{load2}$ 400 A.

6.12 Locking devices

Subclause 6.12 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.13 Position indication

Subclause 6.13 of IEC 62271-1:2017 is applicable. Additional requirements are given in 6.103.

6.14 Degree of protection provided by enclosures

Subclause 6.14 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.15 Creepage distances for outdoor insulators

Subclause 6.15 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.16 Gas and vacuum tightness

Subclause 6.16 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.17 Tightness for liquid systems

Subclause 6.17 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.18 Fire hazard (flammability)

Subclause 6.18 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.19 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 6.19 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.20 X-ray emission

Subclause 6.20 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.21 Corrosion

Subclause 6.21 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.22 Filling levels for insulation, switching and/or operation

Subclause 6.22 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

6.101 Closing mechanism

For switches having a short-circuit making current rating, only switches having stored energy closing or dependent power closing mechanisms are allowed.

6.102 Mechanical strength

Switches shall be capable of bearing the rated mechanical terminal load when installed according to the manufacturer's instructions, as well as electromagnetic forces, without reduction of their reliability or current-carrying capacity.

6.103 Position of the movable contact system and its indicating or signalling device

6.103.1 Securing the position

Switches, including their operating devices, shall be so constructed that they cannot come out of their open or closed positions by forces arising from gravity, vibration, reasonable shocks or accidental touching of the connecting rods of their operating devices, or by electromagnetic forces. Switches or their operating devices shall be designed to allow the application of means to prevent unauthorized operation.

6.103.2 Indication of position

The open and closed positions of the switches shall be clearly indicated. This requirement is met if one of the following conditions is fulfilled: a) the gap or isolating distance is visible; b) the position of each movable contact is indicated by a reliable indicating device.

NOTE 1 A visible moving contact can serve as the indicating device.

NOTE 2 In some countries the design of the disconnecter is such that the isolating distance is visible.

In the case where all poles of a switch are so coupled as to be operated as a single unit, it is permissible to use a common indicating device.

6.103.3 Auxiliary contacts for signalling

Signalling of the closed position shall not take place until it is certain that the movable contacts will reach a position in which the rated normal, peak withstand, and short-time withstand currents can be carried safely.

Signalling of the open position shall not take place until the movable contacts have reached a position such that the corresponding gap or isolating distance is at least 80 % of the total isolating distance, or until it is certain that the movable contacts will reach their fully open position.

7 Type tests

Clause 7 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

7.1 General

The type tests for switches are listed in Table 3.

Table 3 – Type tests

Mandatory type tests		Subclauses
Dielectric tests		7.2
Measurement of the resistance of main circuit		7.4
Continuous current test		7.5
Short-time withstand current and peak withstand current tests		7.6
Additional tests on auxiliary and control circuits		7.10
Mechanical operation test at ambient temperature		7.101
Making and breaking tests		7.102 and 7.107
Type tests dependent upon application, rating or design	Condition requiring type test	Subclauses
Radio interference voltage test	$U_r \geq 245 \text{ kV}$	7.3
Verification of degree of protection	Assigned IP class	7.7
Tightness test	Controlled, sealed or closed pressure systems	7.8
EMC tests	If electronic equipment or components are included in the secondary system	7.9
Extended mechanical endurance tests on switches for special purposes	Class M2 rating assigned	7.101.3
Low and high temperature test	If ambient air temperature is different from $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and/or $+40 \text{ }^{\circ}\text{C}$	7.101.3 of IEC 62271-100:—
Static terminal load tests	Outdoor switches with $U_r > 52 \text{ kV}$	7.101.6
Test to prove operation under severe ice conditions	Outdoor switches with rated ice thickness (10 mm and above)	5.107 of IEC 62271-102:2018
Partial discharge test	When assigned	7.2.10
Capacitive current switching tests	When assigned	7.105
Switching of inductive loads	When assigned	7.106
Breaking tests under earth fault conditions	$U_r < 245 \text{ kV}$	7.103.6
Tests for general purpose switches	General purpose switches only	7.107
Tests for limited purpose switches	Limited purpose switches only	7.108
Tests for special purpose switches	Special purpose switches only	7.109
Artificial pollution test	Outdoor switches used in polluted areas	7.2.8 of IEC 62271-1:2017
X-radiation test procedure for vacuum interrupters	Vacuum interrupters only	7.11

All of the mandatory type tests should be made on the complete high-voltage switch (filled with the specified types and quantities of liquid or gas at specified pressure or reduced pressure, as required), and on its operating devices and auxiliary equipment.

The high-voltage switch tested shall conform in all essential details to drawings of the type of switch specified.

7.2 Dielectric tests

Subclause 7.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following exception:

7.2.10 Partial discharge tests

Subclause 7.2.10 of IEC 62271-1:2017 is replaced by the following:

No partial discharge tests are required to be performed on the complete high-voltage switch. However, in the case of switches using components for which a relevant IEC publication exists, including partial discharge measurements (e.g., bushings, IEC 60137 [2]), evidence shall be produced by the manufacturer showing that these components have passed the partial discharge tests as foreseen by the relevant IEC publication. For partial discharge measurements IEC 60270 applies.

7.3 Radio interference voltage (RIV) tests

Radio interference voltage tests shall be performed by agreement between manufacturer and user. Subclause 7.3 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following addition:

Tests may be performed on one pole of the switch in both closed and open positions.

These tests are not required for switches used in metal enclosed gas-insulated substations.

7.4 Resistance measurement

Subclause 7.4 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.5 Continuous current tests

Subclause 7.5 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 7.6 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.7 Verification of the protection

Subclause 7.7 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.8 Tightness tests

Subclause 7.8 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

Subclause 7.9 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.10 Additional tests on auxiliary and control circuits

Subclause 7.10 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.11 X-radiation test for vacuum interrupters

Subclause 7.11 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

7.101 Mechanical operation tests

7.101.1 Arrangement of the switch for tests

The switch for test shall be preferably mounted on its own support and its operating mechanism shall be operated in the specified manner. It shall be tested according to its type as follows:

- three-pole switch, with all poles mounted on a common frame, shall be tested as a complete unit;
- a three-pole switch, in which each pole or each column is separately mounted, should be tested as a complete three-pole switch, but for convenience, or owing to the limitations of the dimensions of the test bay, one single-pole unit of the switch may be tested, provided that it is equivalent to, or not in a more favourable condition than, the complete three-pole switch over the range of tests with respect to:
 - mechanical travel characteristics in a making operation (for evaluation method see 7.101.1.1 of IEC 62271-100:—);
 - mechanical travel characteristics in a breaking operation (for evaluation method see 7.101.1.1 of IEC 62271-100:—);
 - power and strength of closing and opening devices;
 - rigidity of structure.

When testing of a complete switch pole is not practicable, component tests may be accepted as type tests. Components are separate functional sub-assemblies which can be operated independently of the complete switch (e.g. pole, breaking unit, operating mechanism). The manufacturer should determine the components which are suitable for testing.

When component tests are made, the manufacturer shall prove that the mechanical stress on the component during the tests is not less than the mechanical stress applied to the same component when the complete switch is tested. When component tests are used for type tests as an alternative to the testing of the complete switch, they shall cover all different types of components of the complete switch, provided that the particular test is applicable to the component.

Parts of auxiliary and control equipment which have been manufactured in accordance with the relevant standards shall comply with such standards. The proper function of such parts in connection with the function of the other parts of the switch shall be verified.

Unless otherwise specified, the tests may be made at any convenient ambient air temperature.

The supply voltage of the operating device shall be measured at the terminals during operation of the switch. Auxiliary equipment forming part of the operating device shall be included. Impedance shall not be added between the supply and the terminals of the device for regulation of the applied voltage.

For manually operated switches, the handle may, for convenience of testing, be replaced by an external power device wherein the operating speed of the switch contacts is equivalent to that for operation with a manual handle.

7.101.2 Tests for general purpose switches

The mechanical operation tests shall consist of 1 000 operating cycles without voltage on, or current in, the main circuit. If a capability beyond 1 000 operating cycles is required, tests should be conducted upon agreement between manufacturer and user.

A switch having a power-operating device shall be subjected to the following tests:

- 900 operating cycles at rated supply voltage and/or rated pressure of compressed gas supply;
- 50 operating cycles at the specified minimum supply voltage and/or minimum pressure of compressed gas supply;
- 50 operating cycles at the specified maximum supply voltage and/or maximum pressure of compressed gas supply.

A manually operated switch shall be subjected to the following test:

- 1 000 operating cycles using a range of operating forces typical of that to be expected in service.

No specific time intervals between operating cycles or between closing and opening operations are required. These tests shall be made, however, at a rate such that the temperature rises of the energized electrical control components do not exceed the specified values.

7.101.3 Tests for limited purpose and special purpose switches

Unless otherwise specified, the tests performed for limited purpose switches shall be in accordance with the tests required for a general purpose switch.

In the case of frequently operated special purpose switches, extended mechanical endurance tests shall be carried out according to 7.102.5 of IEC 62271-102:2018.

7.101.4 Condition of switch during and after mechanical operation tests

The fully closed and fully open positions shall be attained during each operating cycle.

Satisfactory operation of operating devices, of control and auxiliary contacts, and of position indicating devices (if any), shall be verified during the test.

Lubrication in accordance with the manufacturer's instructions is permissible during the test, but mechanical adjustments are not permitted.

After the tests, all parts shall be in good condition and shall not show excessive wear. Contacts shall be considered as coated only if there is still a layer of coating at the contact points after the tests; otherwise, they shall be treated as "not coated".

7.101.5 Operation under severe ice conditions

7.101.5.1 General

If required, tests shall be performed in accordance with 7.103 of IEC 62271-102:2018, with the following exception.

7.101.5.2 Checking of operation

The test may be considered satisfactory for switches with a dependent manual operation, even if several attempts are required for successful opening or closing. Switches having stored energy or dependent power operating mechanisms shall operate successfully on the first attempt.

7.101.6 Operation during the application of rated static terminal loads

The static mechanical terminal load test is made only upon agreement between manufacturer and user and is performed to demonstrate that the high-voltage switch operates correctly when loaded with stresses resulting from ice, wind and connected conductors.

If tests are performed, 7.102.4 of IEC 62271-102:2018 is applicable.

7.102 Miscellaneous provision for making and breaking tests

7.102.1 Arrangement of the switch for tests

The switch under test shall be completely mounted on its own support, or on an equivalent support. Its operating device shall be operated in the manner prescribed and in particular, if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated at the minimum supply voltage or air pressure, respectively.

Before commencing making and breaking tests, no-load operations shall be made, and details of the operating characteristics of the switch, such as speed of travel, closing time and opening time, shall be recorded.

If applicable, tests shall be performed at the minimum gas density of the gas for interruption and insulation.

Switches with manual operation may be operated by remote control or power operating means such that an operating speed equivalent to that of the manual operator is obtained.

Consideration shall be given to the effects of energization of either terminal of the switch. When the switch in service can be supplied or energized from either terminal, and the physical arrangement of one side of the switch differs from that of the other side, the supply side of the test circuit shall be connected to one side so as to represent the most onerous conditions. In case of doubt, 50 % of the total number of close-open operations of each test duty shall be carried out with the supply side on the test circuit connected to one side of the switch and the remaining 50 % of each test duty shall be made with the supply connected to the other side.

Making and breaking tests on three-pole switches shall be carried out as follows:

- a three-pole switch having all three poles mounted within a common enclosure shall be tested as a complete unit. Only three-phase making and breaking tests are permitted, unless it can be shown that there is no interaction or communication between poles during making or breaking.
- a three-pole switch not having completely independent switching devices should be tested as a complete unit. Three-phase making and breaking tests are preferable, but for convenience or due to laboratory limitations, single-phase tests on one pole of the switch may be performed, provided that it is not in a more favourable condition than the complete three-pole switch over the range of tests with respect to
 - mechanical characteristics in a making operation (for evaluation method see 7.101.1.1 of IEC 62271-100:—);
 - mechanical characteristics in a breaking operation (for evaluation method see 7.101.1.1 of IEC 62271-100:—);
 - availability of arc-extinguishing medium;
 - power and strength of closing and opening devices;
 - rigidity of structure.

Where single-phase tests are permitted, unit tests may be performed, provided that the switch satisfies the requirements of 7.102.4.1 of IEC 62271-100:—.

Single-phase or three-phase synthetic tests shall be performed in accordance with IEC 62271-101.

For switches normally installed within a metal enclosure, except gas-insulated metal-enclosed switches, and having the characteristic of the emission of flame or metallic particles during breaking or making, the following procedure is required. The tests shall be made with the switch mounted within the metal enclosure or with metallic screens placed in the vicinity of the live parts and separated from them by a clearance which the manufacturer shall specify. The screens, frame and other normally earthed parts shall be connected to earth through a fuse consisting of a copper wire 0,1 mm in diameter and 5 cm in length. No significant leakage current is assumed to have occurred if this wire is intact after the test.

7.102.2 Behaviour of switch during breaking tests

The switch shall perform successfully without evidence of mechanical or electrical distress. There shall be no flame or material ejected from the switch, or audible noise generated that may be harmful to operating personnel.

There shall be no outward emission of flame or metallic particles from the switch during operation, such as might impair the insulation level of the switch.

There shall be no significant leakage current to the earthed structure or screens, such as to endanger an operator or damage insulation materials.

7.102.3 Condition of switch after breaking tests

After the test, the switch shall not show significant deterioration, shall be capable of operating normally, carrying its rated continuous current and withstanding the voltage specified under dielectric tests. The condition of the contacts shall not be such as to affect the performance materially at any making and/or breaking current up to its rated value. The arcing contacts or any other specified renewable parts may be worn. The quality of the oil or other material used for arc extinguishing may be impaired and its amount reduced below the normal level. There may be deposits on the insulators caused by the decomposition of the arc extinguishing medium.

Visual inspection and no-load operation of the switch after tests are usually sufficient for verification of the above requirements.

In case of doubt on the ability of the switch to meet the dielectric requirements, it shall be subjected to the relevant power-frequency voltage withstand tests in accordance with 7.2.11 of IEC 62271-100:—.

The isolating properties of a switch-disconnector in the open position shall not be reduced below those specified, by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors in IEC 62271-102:2018 shall be fulfilled.

7.102.4 Condition of switch during and after short-circuit making tests

No disruptive discharge between energized parts and earth, or between phases, shall have occurred during the test. The switch may sustain damage during the test, which may require maintenance, such as the replacement of parts, renewal of interrupting medium or cleaning and adjustment to restore the switch to its pre-test condition. Before maintenance, the switch shall meet the following criteria:

- a) mechanical conditions: the switch shall be mechanically operable and, when the opening operation is initiated, it shall open in the intended manner;
- b) breaking capability: the switch shall be capable of interrupting the rated breaking currents;
- c) dielectric requirements: the isolating properties across the open high-voltage switch and to earth shall not be reduced below those specified, by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance.

The isolating properties of a switch-disconnector in the open position shall not be reduced below those specified, by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors in IEC 62271-102 shall be fulfilled;

- d) current-carrying capability: the switch shall be capable of carrying its rated current without the stabilized temperature rises of the metallic parts in contact with insulating material exceeding by more than 10 K the maximum values specified. No temperature rise limits apply to other parts of the switch, except that the temperature rise shall reach a stable value.

Visual inspection and no-load operation after tests are usually sufficient for checking the above requirements.

In case of doubt concerning the ability of the switch to meet the conditions of 7.102.4 c), it shall be subjected to the relevant voltage withstand tests in accordance with 7.2.12 of IEC 62271-100:—.

7.103 Test circuits for making and breaking tests

7.103.1 General

Making and breaking tests on three-pole switches may be performed using three-phase test circuits or single-phase test circuits, except as noted in 7.102.1.

7.103.2 Earthing of test circuit and switch

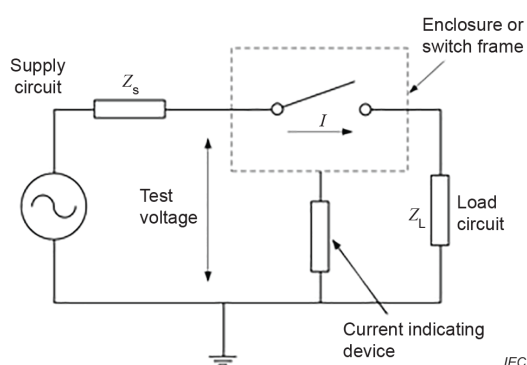
Breaking tests conducted on general purpose, three-pole switches, with rated voltages of 170 kV and below, using a three-phase test circuit, shall be performed with either the neutral point of the supply earthed, or the neutral point of the load earthed. In the first case, the zero sequence impedance shall be less than three times the positive sequence impedance on the supply side. In either case, the test circuit and the frame of the switch shall be earthed so that the voltage conditions between live parts and earth and across the switch, after arc extinction, are representative of service voltage conditions.

General purpose switches, with rated voltages of 245 kV and above, shall be tested using an earthed neutral for both the supply and load circuits.

For single-phase breaking tests on three-pole switches or for tests on single-pole switches, tests shall be performed with one terminal of the pole to be tested connected to the supply, and the other terminal connected to the load. The common-side connection of the load and supply may be earthed, as shown in Figure 1 and Figure 2, for example. However, when it is necessary to ensure the correct voltage distribution between the units of a multi-unit switch, another point of the supply circuit may be connected to earth.

For capacitive test circuits, refer to 7.105.3 and 7.105.4. The connections used in all tests shall be indicated in the test report.

NOTE The earthing connections for general purpose switches are based upon the conditions that, for rated voltages 170 kV and below, the system is non-effectively earthed (supply or load or both), and for rated voltages 245 kV and above, the system is earthed (both supply and load). For other earthing conditions, tests for special purpose or limited purpose switches are conducted and breaking ratings are established, by agreement between the manufacturer and user.



Test voltage and current defined in Table 6 and Table 7

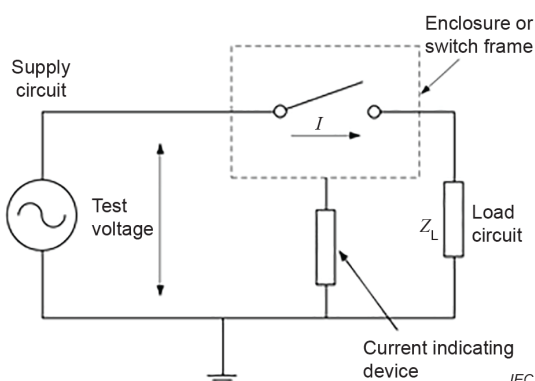
Supply circuit:

- Power factor $\leq 0,2$
- $Z_T = Z_S + Z_L$
- $|Z_S| = (0,15 \pm 0,03) |Z_T|$
- TRV parameters: Table 4, Table 6 and Table 7

Load circuit:

- Power factor = 0,65 to 0,75

Figure 1 – Single-phase test circuit for mainly active load current switching for test duties TD_{load1} and TD_{load2}



Test duty TD_{loop} – Transmission line closed-loop circuit:

- Test voltage, current and TRV parameters defined in Table 5, Table 6 and Table 7
- Power factor $\leq 0,3$

Test duty TD_{pptr} – Parallel transformer circuit:

- Test voltage, current and TRV parameters defined in Table 6, Table 7 and Table 8
- Power factor $\leq 0,2$

Figure 2 – Single-phase test circuit for transmission line closed-loop and parallel transformer current switching test, for test duties TD_{loop} and TD_{pptr}

7.103.3 Mainly active load circuit (test duties TD_{load1} and TD_{load2})

The test circuits shown in Figure 1 and Figure 3, consist of a supply circuit and a load circuit. The supply circuit, representing the total series impedance, shall have series-connected reactance and resistance and shall have a power factor not exceeding 0,2. The impedance of the supply circuit shall be $(15 \pm 3) \%$ of the total impedance of the test circuit for test duty TD_{load2} (at 100 % of the rated current). The same supply circuit impedance shall be used for all tests at reduced current levels.

The impedance representing the supply side circuit may be connected on the source side of the switch or split on both sides. The prospective transient recovery voltage of the supply circuit, under conditions of a terminal fault, shall not be less severe than those specified in Table 4. The load circuit should have a power factor of $0,7 \pm 0,05$ and shall consist of reactors and resistors connected in parallel. Lower power factors may be used at the discretion of the manufacturer.

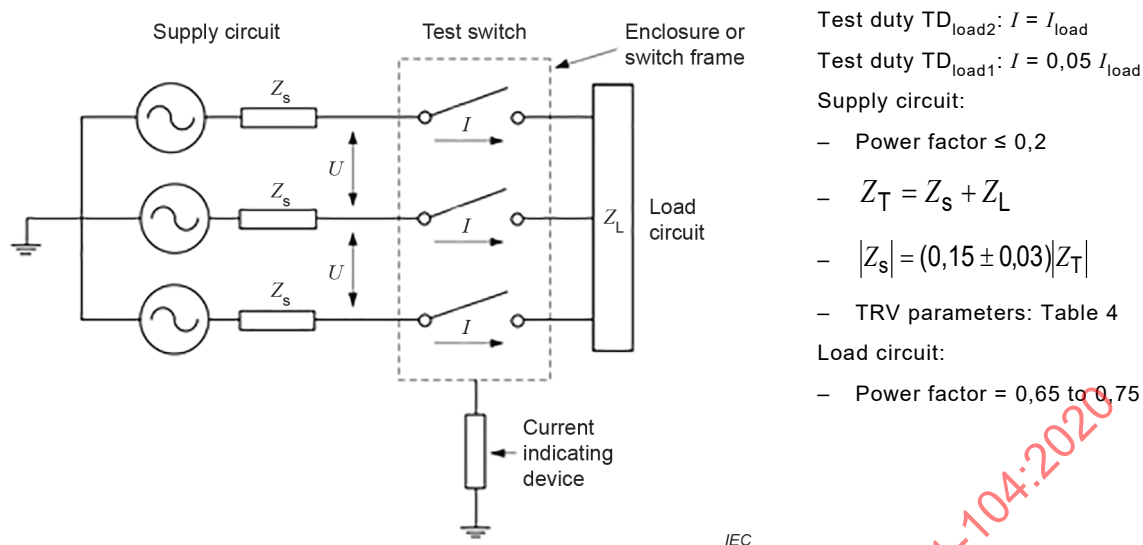


Figure 3a – General circuit

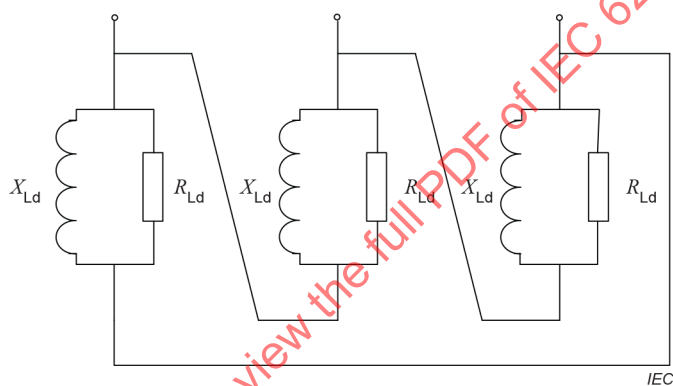


Figure 3b – Delta connected load circuit

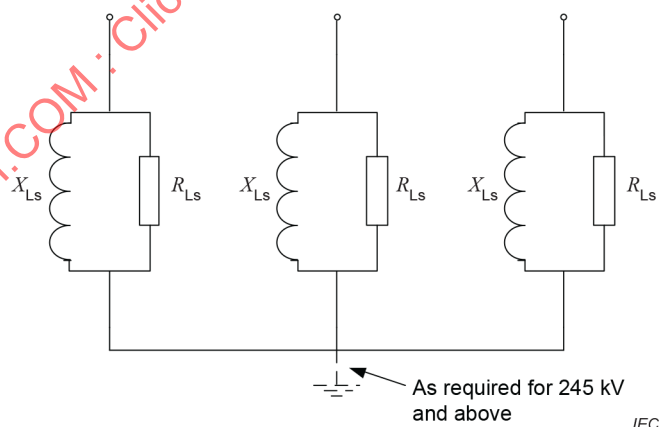
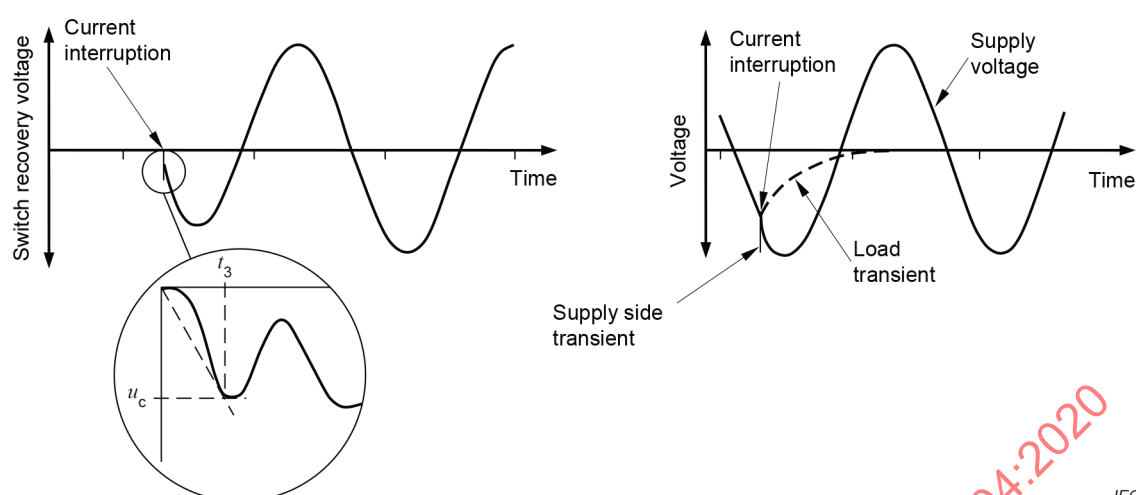


Figure 3c – Star connected load circuit

Key

X_{Ld}	Inductive impedance of the load circuit for delta connected load	X_{Ls}	Inductive impedance of the load circuit for star connected load
R_{Ld}	Damping resistance of the load circuit for delta connected load	R_{Ls}	Damping resistance of the load circuit for star connected load

Figure 3 – Three-phase test circuit for mainly active load current switching, for test duties TD_{load1} and TD_{load2}



IEC

Figure 4 – Supply and load side transient for mainly active load current switching tests (see Table 4)

Table 4 – Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests

Rated voltage U_r kV	Supply component	
	Peak voltage u_c kV	Time coordinate t_3 μs
72,5	15	28
100	21	34
123	26	40
145	30	45
170	36	51
245	34	66
300	42	73
362	50	82
420	60	88
550	76	102
800	110	119

NOTE 1 The transient is of the (1-cos) form and the values are for the first-pole-to-clear. The switch supply and load transients are illustrated in Figure 4.

NOTE 2 The series supply impedance is 15 % of the total impedance with a power factor of 0,2 or less. The load consists of parallel resistance and reactance. The TRV from the load is an exponentially decaying voltage whose peak is determined by the power factor of the load. Thus, the load side TRV is completely determined by the load circuit and need not be specified.

NOTE 3 The series supply impedance is a combination of local transformer impedance (10 % assumed) and remote supply impedance (5 % assumed). The transformer TRV frequency is much greater than the remote supply TRV frequency, therefore the supply circuit component of the TRV is derived only from the transformer contribution. The first-pole-to-clear factor k_{pp} is 1,5 for rated voltages below 245 kV assuming non-effectively earthed neutral transformers and 1,0 for rated voltages 245 kV and above, assuming solidly earthed neutral transformers. The amplitude factor is assumed to be 1,7 in accordance with IEC 62271-100:— for short-circuit test duty T10.

$$u_c = U_r \sqrt{\frac{2}{3}} \times k_{pp} \times 1,7 \times 0,10$$

7.103.4 Closed-loop circuits (test duties TD_{loop} and TD_{pptr})

a) Transmission line circuit (test duty TD_{loop})

The test circuits, Figure 2 and Figure 5, shall have a power factor not exceeding 0,3. The prospective transient recovery voltages shall not be less than those specified in Table 5.

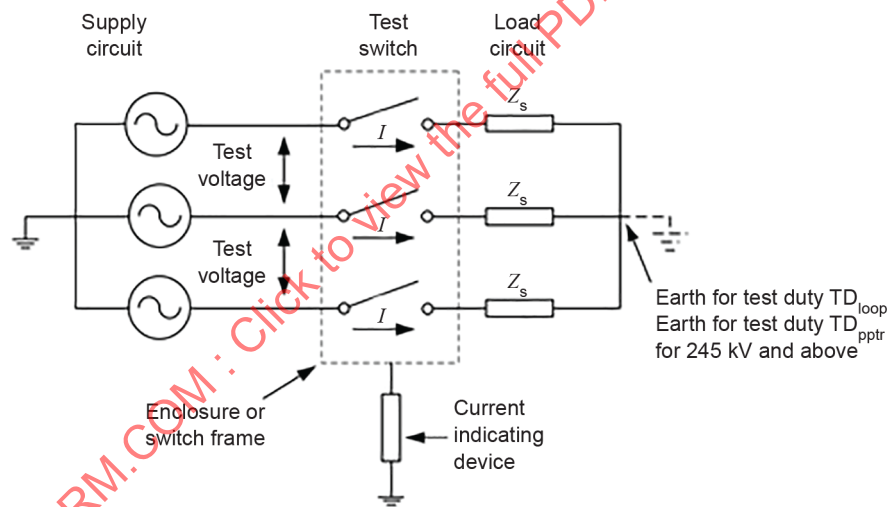
The open-circuit, phase-to-phase test voltages for three-phase tests on three-pole switches are 20 % of rated voltage for switches having rated voltages below 300 kV, and 15 % of rated voltage for switches having rated voltages of 300 kV and above. Test voltages for single-phase tests are shown in Table 6 and Table 7.

Unusually long or series compensated transmission lines are considered to be special cases wherein the actual voltages may be higher than those specified. Tests shall be conducted for these applications upon agreement between manufacturer and user.

The prospective transient recovery voltage waveforms specified have the form of a triangular wave due to the surge impedance of the connected transmission lines. A transient recovery voltage having a $(1-\cos)$ form may be used, however, for convenience in testing, if the RRRV (rate-of-rise of recovery voltage) and u_c values as specified in Table 5 are achieved as evaluated by the 2 parameter method.

b) Parallel transformer circuit (test duty TD_{pptr})

The test circuits, Figure 2 and Figure 5, shall have a power factor not exceeding 0,2. The prospective transient recovery voltages shall be not less severe than those specified in Table 8.



IEC

Test duty TD_{loop} – Transmission circuit:

- Test voltage = $0,20 U_r$ for rated voltages < 300 kV
- Test voltage = $0,15 U_r$ for rated voltages ≥ 300 kV
- Test current = I_{loop}
- Power factor $\leq 0,3$
- TRV parameters: Table 5

Test duty TD_{pptr} – Parallel transformer circuit:

- Test voltage = $0,15 U_r$
- Test current = I_{pptr}
- Power factor $\leq 0,2$
- TRV parameters: Table 8

Figure 5 – Three-phase test circuit for transmission line closed-loop and parallel transformer current switching test for test duties TD_{loop} and TD_{pptr}

NOTE In case that the switch is emitting glowing particles during the interruption process, the proposed test circuits shown in Figure 5 could not verify the effect of these particles on the phase-to-ground and phase-to-phase insulation during the interrupting process.

Table 5 – TRV parameters for transmission line closed-loop current breaking tests

Rated voltage U_r kV	Peak voltage u_c kV	RRRV factor ^a kV/μs per kA	
		60 Hz	50 Hz
72,5	19	0,227	0,189
100	26	0,227	0,189
123	32	0,227	0,189
145	38	0,227	0,189
170	44	0,227	0,189
245	64	0,227	0,189
300	59	0,174	0,145
362	71	0,174	0,145
420	82	0,174	0,145
550	110	0,174	0,145
800	157	0,174	0,145

^a The time coordinate can be calculated from the RRRV factor per kA for a given peak voltage u_c and test current in kA using the following equation:

$$t_3 = \frac{u_c}{(\text{RRRV factor} \times \text{test current (in kA)})}$$

NOTE 1 The transient has the form of a linear ramp to crest voltage. For convenience in testing, a transient of the (1-cos) form can be used. A typical transient is illustrated in Figure 6.

NOTE 2 Steady-state, phase-to-phase, open circuit test voltage is to be 20 % of rated voltage below 300 kV and 15 % of rated voltage of 300 kV and above. u_c is based on a solidly earthed neutral system having a first-pole-to-clear factor k_{pp} of 1,0 and an amplitude factor equal to 1,6 in accordance with IEC 62271-100:— regarding amplitude factors associated with short-line faults.

$$u_c = U_r \times (0,20 \text{ or } 0,15) \sqrt{\frac{2}{3}} \times 1,0 \times 1,6$$

NOTE 3 The RRRV is based on di/dt times the equivalent surge impedance Z_{eq} . The equivalent surge impedance was calculated for the first-pole-to-open since the switch current is the highest in this case.

$$Z_{eq} = \frac{3 \left(\frac{Z_1}{2} \right) Z_0}{\left(\frac{Z_1}{2} \right) + Z_0}$$

where

Z_1 is the positive sequence surge impedance; and

Z_0 is the zero sequence surge impedance.

$Z_{eq} = 425 \, \Omega$ for 245 kV and below and 325 Ω above 245 kV. Z_{eq} is not the same as that typically used for short line faults. Z_{eq} is for the first pole to open rather than the last pole to open used in short line faults. The surge impedance changes above 245 kV because of the use of bundled conductors. Note also that the conductors do not clash together during closed loop switching.

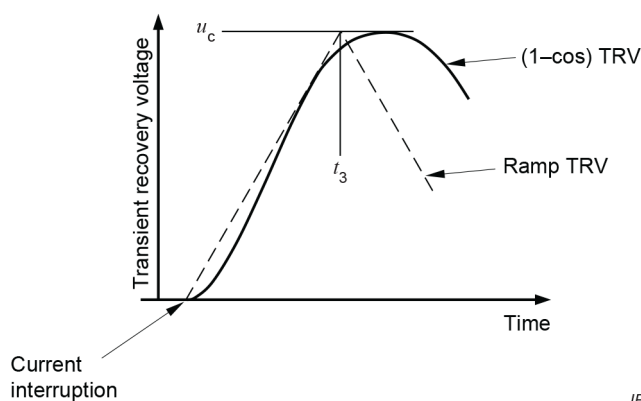


Figure 6 – Illustration of the transient associated with transmission line closed-loop current breaking tests (see Table 5)

Table 6 – Test duties for single-phase tests on three-pole switches having a non-simultaneity between poles of 0,25 cycle or less

Test duty		Rated voltage	Test voltage ¹⁾	Test current
Description	TD			
100 % mainly active load current	TD _{load2} *	< 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$ ²⁾	I_{load}
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	I_{load}
5 % mainly active load current	TD _{load1} *	< 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$ ²⁾	$0,05 \times I_{load}$
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	$0,05 \times I_{load}$
Closed-loop transmission circuit current	TD _{loop} *	< 300 kV	$0,20 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{loop}
		≥ 300 kV	$0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	
Closed-loop parallel transformer circuit current	TD _{pptr} *	< 245 kV	$1,5 \times 0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{pptr}
		≥ 245 kV	$0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{pptr}
Cable-charging current	TD _{CC2} *	All	$U_r / \sqrt{3}$	I_{cc}
	TD _{CC1} *			$(0,1-0,4) \times I_{cc}$
Line-charging current	TD _{LC2} *	All	$1,2 \times U_r / \sqrt{3}$ ²⁾	I_{lc}
	TD _{LC1} *			$(0,1-0,4) \times I_{lc}$
Busbar charging current	TD _{bus}	All	**	**
Single capacitor bank current	TD _{SB2}	All	2) 3)	I_{bc}
	TD _{SB1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
Back-to-back capacitor bank current	TD _{BC2}	All	2) 3)	I_{bc}
	TD _{BC1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
No-load transformer current	TD _{notr}	All	**	**
Shunt reactor current	TD _{shunt}	< 100 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	630 A
		≥ 100 kV and < 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	200 A ⁴⁾
				315 A
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	100 A ⁴⁾
Short-circuit making current	TD _{ma} * ⁵⁾	All	$U_r / \sqrt{3}$	I_{ma}
Earth fault current	TD _{ef1}	< 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	I_{ef1}
Line- and cable-charging current under earth faults	TD _{ef2}	< 245 kV	U_r	I_{ef2}

* These test duties are required for a general purpose switch.
** By agreement between manufacturer and user.
1) TRV values are as specified in appropriate tables.
2) Test voltage can be reduced to $U_r / \sqrt{3}$ for making operations.
3) The test voltage is defined in 7.105.7, Test voltages.
4) If a minimum breaking current is specified, then this specified breaking current is applicable for the test.
5) See also 7.104.4 and 7.104.5.

Table 7 – Test duties for single-phase tests on three-pole switches having more than 0,25 cycle non-simultaneity and switches operated pole after pole

Test duty		Rated voltage	Test voltage ¹⁾	Test current
Description	TD			
100 % mainly active load current	TD _{load2} *	< 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{load}
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	I_{load}
5 % mainly active load current	TD _{load1} *	< 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	$0,05 \times I_{load}$
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	$0,05 \times I_{load}$
Closed-loop transmission circuit current	TD _{loop} *	< 300 kV	$0,20 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{loop}
		≥ 300 kV	$0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	
Closed-loop parallel transformer circuit current	TD _{pptr}	< 245 kV	$1,5 \times 0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{pptr}
		≥ 245 kV	$0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{pptr}
Cable-charging current	TD _{cc2} *	All	$U_r / \sqrt{3}$	I_{cc}
	TD _{cc1} *			$(0,1-0,4) \times I_{cc}$
Line-charging current	TD _{lc2} *	All	2)	I_{lc}
	TD _{lc1} *			$(0,1-0,4) \times I_{lc}$
Busbar charging current	TD _{bus}	All	**	**
Single capacitor bank current	TD _{sb2}	All	3)	I_{bc}
	TD _{sb1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
Back-to-back capacitor bank current	TD _{bc2}	All	3)	I_{bc}
	TD _{bc1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
No-load transformer current	TD _{notr}	All	**	**
Shunt reactor current	TD _{shunt}	< 100 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	630 A
		≥ 100 kV and < 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	200 A ⁴⁾
				315 A
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	100 A ⁴⁾
Short-circuit making current	TD _{ma} * ⁵⁾	All	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{ma}
			$U_r / \sqrt{3}$	I_{ma}
Earth fault current	TD _{ef1}	< 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	I_{ef1}
Line and cable-charging current under earth faults	TD _{ef2}	< 245 kV	U_r	I_{ef2}

* These test duties are required for a general purpose switch.
** By agreement between manufacturer and user.
1) TRV values are as specified in appropriate tables.
2) For switches operated pole after pole, the test voltage is defined in 7.105.7. For all others, use $1,5 \times U_r / \sqrt{3}$.
3) The test voltage is defined in 7.105.7.
4) If a minimum breaking current is specified, this specified breaking current is applicable for the test.
5) Two tests are required as specified above. One test to demonstrate the longest pre-arcing time at $1,5 \times U_r / \sqrt{3}$ with RMS symmetrical making current I_{ma} . One test with fully asymmetrical making current I_{ma} . This test may be performed with at reduced voltage. See also 7.104.4 and 7.104.5.

Table 8 – TRV parameters for parallel transformer current breaking tests

Rated voltage U_r kV	Peak voltage u_c kV	Time coordinate factor K^*	
		60 Hz	50 Hz
72,5	11,5	13	14
100	16	16	17
123	19	17	19
145	23	22	24
170	27	24	27
245	26	28	31
300	31	32	35
362	38	44	48
420	44	47	51
550	58	61	67
800	84	61	67

* The time coordinate can be calculated as $t_3 = \frac{K}{\sqrt{I}}$, where t_3 is in μs and I is the test current in kA.

NOTE 1 The transient is of the (1-cos) form and the values are for the first-pole-to-clear.

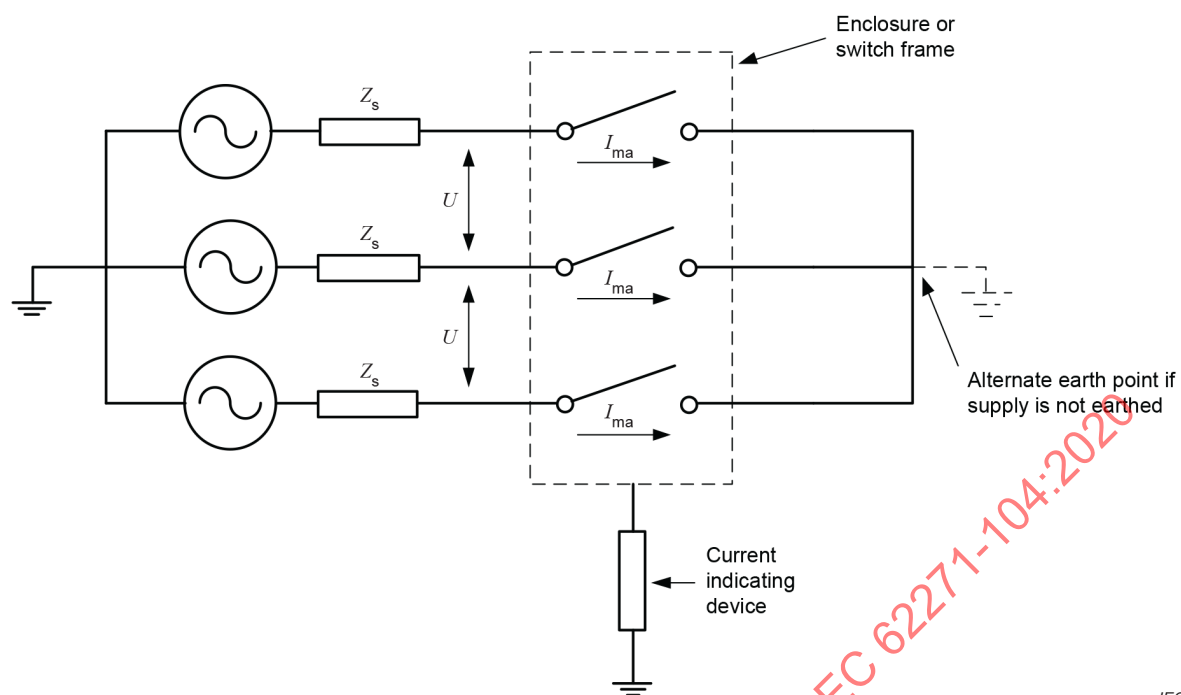
NOTE 2 The first-pole-to-clear factor k_{pp} is 1,0 for rated voltages of 245 kV and above, assuming solidly earthed neutral systems, and 1,5 for rated voltages below 245 kV, assuming non-effectively earthed neutral systems. Amplitude factor is assumed to be 1,7 in accordance with IEC 62271-100:— for short-circuit test duty T10. It is assumed that two transformers are in parallel with one transformer being switched. The TRV is mainly from the transformer being switched. This implies that the transient is based only on half of the steady state recovery voltage.

$$u_c = U_r \sqrt{\frac{2}{3}} \times k_{pp} \times 1,7 \times \frac{0,15}{2}$$

NOTE 3 The K factor was derived from transient recovery voltage frequencies obtained by low-voltage current injection of transformers. The frequency is typical of transformers having a current rating close to the test current.

7.103.5 Test circuits for short-circuit making tests (test duty TD_{ma})

The test circuit for a three-phase test on a three-pole switch shall be as shown in Figure 7. Single-phase tests on three-pole switches operated pole-after-pole, or single-pole switches applied on three-phase systems may use a single-phase test circuit as shown in Figure 8.

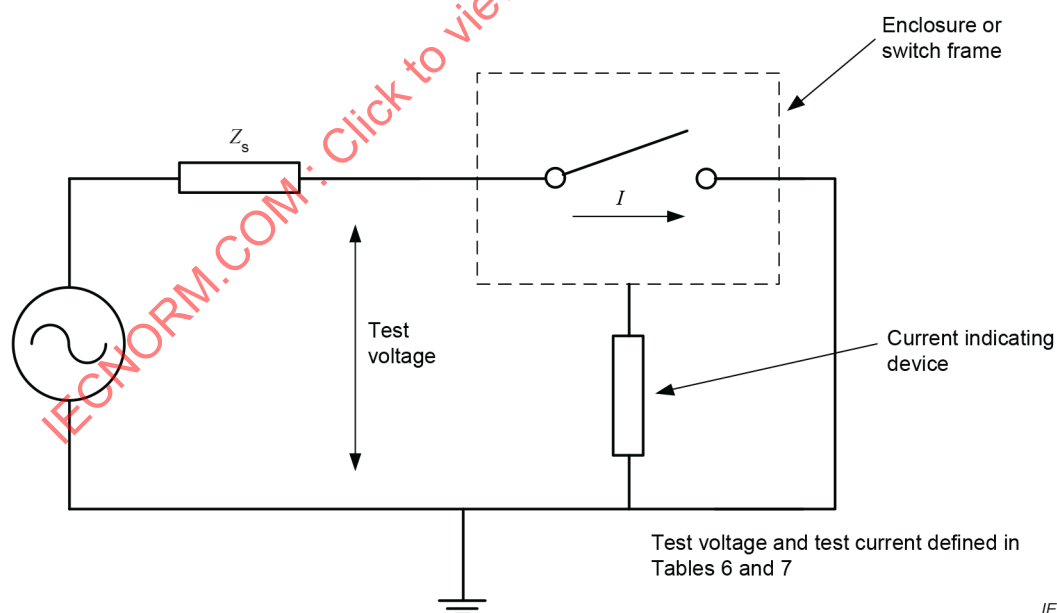


IEC

Key

Z_s Short-circuit impedance of the supply circuit

Figure 7 – Three-phase test circuit for short circuit making current test for test duty TD_{ma}



IEC

Key

Z_s Short-circuit impedance of the supply circuit

Figure 8 – Single-phase test circuit for short circuit making current test for test duty TD_{ma}

7.103.6 Test circuits for breaking tests under earth fault conditions (test duties TD_{ef1} and TD_{ef2})

Tests are required only for switches rated 170 kV and below. It is assumed throughout this document that the supply neutral is effectively earthed for rated voltages of 245 kV and above, and that therefore an earth fault at these rated voltages will result in a short-circuit current. For systems other than effectively earthed neutral systems at rated voltages of 245 kV and above, tests shall be made upon agreement between the manufacturer and user.

A single-phase capacitive circuit may be used for breaking tests under earth fault conditions.

Earth fault currents and charging currents under earth fault conditions are capacitive currents. The conditions for performing these tests and the nature of the supply circuits and capacitive circuits to be used, therefore, are identical to those required for capacitive circuits as described in 7.105.

7.104 Test quantities

7.104.1 Test frequency

Switches shall be tested at rated frequency, with a tolerance of $\pm 10\%$. However, for convenience of testing, some deviations from the above tolerance are allowable; for example, when switches rated at 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa. Care should be exercised in the interpretation of the results, taking into account all significant facts such as the type of switch and the type of test performed.

NOTE In some cases, the rated characteristics of a switch can be different for use at 60 Hz than for use at 50 Hz.

7.104.2 Test voltage for breaking tests

The test voltage for three-phase tests shall be equal to the rated voltage of the switch except as noted for specific test duties. Test voltages are shown in Table 9.

Single-phase tests may be used as an alternative to three-phase tests for three-pole switches if it can be shown that the conditions of 7.102.1 are met. Switches designed so as to permit operation of each pole, irrespective of the state of the other poles, may also be tested single-phase.

Table 9 – Test duties for three-phase tests on three-pole switches

Test duty		Rated voltage	Test voltage ¹⁾	Test current
Description	TD			
Mainly active load current	TD _{load2} *	All	U_r	I_{load}
	TD _{load1} *			$0,05 \times I_{load}$
Closed loop-transmission circuit current	TD _{loop} *	<300 kV	$0,20 \times U_r$	I_{loop}
		≥300 kV	$0,15 \times U_r$	
Closed loop-parallel transformer circuit current	TD _{pptr} *	All	$0,15 \times U_r$	I_{pptr}
Cable-charging current	TD _{CC2} *	All	U_r	I_{cc}
	TD _{CC1} *			$(0,1-0,4) \times I_{cc}$
Line charging current	TD _{LC2} *	All	U_r	I_{lc}
	TD _{LC1} *			$(0,1-0,4) \times I_{lc}$
Busbar charging current	TD _{bus}	All	**	**
Single capacitor bank current	TD _{SB2}	All	U_r	I_{bc}
	TD _{SB1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
Back-to-back capacitor bank current	TD _{BC2}	All	U_r	I_{bc}
	TD _{BC1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
No-load transformer current	TD _{notr}	All	**	**
Shunt reactor current ²⁾	TD _{shunt}	All	U_r	I_{shunt}
				$(0,1-0,4) \times I_{shunt}$
Short-circuit making current	TD _{ma}	All	U_r	I_{ma}
Earth fault current	TD _{ef1}	<245 kV	U_r	I_{ef1}
Line- and cable-charging current under earth faults	TD _{ef2}	<245 kV	U_r	I_{ef2}
* These test duties are required for a general purpose switch.				
** By agreement between manufacturer and user.				
1) TRV parameters are as shown in appropriate table for the first-pole-to-clear.				
2) If a minimum breaking current is specified, then this specified breaking current is applicable for the test.				

Three-pole switches may be classified into two categories with respect to pole non-simultaneity. Single-phase tests on switches with 0,25 cycle or less non-simultaneity shall be tested in accordance with the values specified in Table 6.

Single-phase tests on switches having a non-simultaneity greater than 0,25 cycle and switches operated pole after pole shall be tested in accordance with the values specified in Table 7.

The peak TRV values for test duty TD_{load1} and test duty TD_{load2} shall be 1,15 times the values shown in the appropriate tables.

Non-simultaneity shall be measured using values of supply voltage or pressure of the operating device and gas pressure of the interrupter yielding the maximum non-simultaneity.

The test voltage shall be measured immediately after interruption, with the exception of capacitive loads, where the voltage is measured immediately prior to opening of the contacts. The voltage shall be measured as closely as possible to the terminals of the switch, i.e. without appreciable impedance between the measuring point and the terminals. For three-phase tests, the test voltage shall be expressed as the average of the phase-to-phase test voltages. The test voltage between any two phases shall not be different from the average test voltage by more than 10 %.

The power frequency test voltage shall be maintained for at least 0,3 s after interruption, for breaking tests. For capacitive circuit-breaking tests, however, the voltage, including the DC component, should be maintained for at least 0,3 s. Where the test circuit is unable to supply the recovery voltage for 300 ms, the withstand ability of the switch shall be demonstrated in another way. This demonstration can be done by performing an additional test without current, applying the required recovery voltage one cycle of the power frequency after contact separation. The required recovery voltage can be obtained by applying, for example, a DC voltage at one terminal and an AC voltage to the other terminal for the required time duration. The number of voltage applications shall be five in each polarity. Where the capacitive current switching tests are performed three-phase, this additional dielectric test shall be carried out on each of the three phases. The pressure for interruption and insulation during this test shall, where applicable, be that specified for the corresponding capacitive current switching test.

For unit tests, a reduced test voltage shall be chosen so as to impose the proper voltage on a unit of a multi-unit switch.

7.104.3 Breaking current

The current to be interrupted shall be symmetrical. This requirement is fulfilled when the DC component at contact separation is < 20 %. The contacts of the switch shall not be separated until transient currents due to closing of the circuit have subsided.

The breaking current for three-phase tests shall be the rated current for the specific test duty and is measured as the average of the current interrupted in all poles. The difference between the average current and the values obtained in each pole shall not exceed 10 % of the average value.

The breaking currents for three-phase tests and single-phase tests shall be as shown in Table 9 and Table 6 or Table 7, respectively.

The waveform of the test current, for capacitive circuit-breaking tests, should be sinusoidal. This requirement is satisfied if the ratio of the RMS value of the total current to the RMS value of the fundamental component does not exceed 1,2. The test current shall not go through zero more than once per half cycle of power frequency.

The breaking capacity shall be stated in terms of

- a) the test voltage;
- b) the breaking current;
- c) the circuit power factor;
- d) the test circuit;
- e) the transient recovery voltage parameters;
- f) the number of close-open operating cycles.

7.104.4 Test voltage for short-circuit making tests

Short-circuit making tests only apply for general purpose switches. Three-phase tests should preferably be made on three-pole switches at the rated voltage of the switch.

Single-phase tests on a three-pole switch may also be made, provided it can be shown that conditions of 7.102.1 are met. Additionally, it shall be shown that the severity of single-phase tests with regard to the mechanical forces produced on each pole and on the operating device are equal to or more severe than those produced during a three-phase test. Test voltages for single-phase tests are shown in Table 6 and Table 7.

Laboratory limitations at the higher voltages may be such as to make direct tests at rated voltage and rated current extremely difficult. A synthetic making circuit may be used under these circumstances so as to produce the required test voltage from one supply and the rated making current from a second supply.

For the test demonstrating the making of an asymmetrical fault current, the test may be performed at a reduced voltage without the use of any artificial means for initiating the pre-arcing. It shall be shown that reduced voltage tests are not less severe than tests at the proper voltages as indicated in Table 6, Table 7 and Table 9.

For the test demonstrating the making of a symmetrical fault current with the longest pre-arcing time, a reduced applied voltage may also be used under certain conditions. A means shall be provided of causing the initiation of arcing on closing at the same distance as that which would be attained at the proper three-phase or single-phase test voltages. There should be no significant distortion or interruption of the making current during the closing period.

When the pre-arcing is initiated with an alternative method, the pre-arcing distance shall be determined, prior to the making test, by performing 10 making tests at rated voltage and reduced current. The current should be low enough that the contact erosion does not influence the pre-arcing time. Currents ranging from 1 A to 50 A are normally sufficient to determine the pre-arcing distance. The pre-arcing distance should be determined at each test by the use of a travel transducer or an equivalent device. The pre-arcing times measured shall be compiled and an average value together with its standard deviation shall be determined. All making tests performed to evaluate the pre-arcing distance shall result in a current initiation instant corresponding to an angle of 75° to 105° on the applied voltage wave shape. For three-phase tests, this requirement applies to one phase only. The distance to be used during the short-circuit making tests shall be determined by using the average pre-arcing time value plus 2 standard deviation as determined with the above method.

7.104.5 Short-circuit making current

The short-circuit making current shall be expressed in terms of peak making current and the RMS symmetrical making current. For general purpose switches, the symmetrical RMS value of current in each pole at 0,2 s shall be at least 80 % of the rated short-time withstand current.

The duration of the short-circuit current shall be at least 0,2 s.

The switch shall be able to make the current with pre-strike of the arc occurring at any point on the voltage wave. Two extreme cases are specified as follows:

- a) making at the peak of the voltage wave, leading to a symmetrical short-circuit current and the longest pre-striking arc;
- b) closing at the zero of the voltage wave, without pre-striking, leading to a fully asymmetrical short-circuit current.

The making current should not occur in the same pole.

A general purpose switch shall be able to operate at voltages below its rated voltage at which it may actually make with a fully asymmetrical current. The lower limit of voltage, if any, shall be stated by the manufacturer.

The short-circuit making current performance shall be stated in terms of

- a) the test voltage;
- b) the making current expressed as a peak value for asymmetrical making and an RMS value for symmetrical making;
- c) the short-circuit current duration;
- d) the test circuit;
- e) the number of making operations.

7.105 Capacitive current tests

7.105.1 Applicability

Capacitive current tests are applicable to all switches to which one or more of the following ratings have been assigned and shall be performed according to 7.111 of IEC 62271-100:—:

- rated line-charging breaking current;
- rated cable-charging breaking current;
- rated single-capacitor bank breaking current;
- rated back-to-back capacitor bank breaking current;
- rated back-to-back capacitor bank inrush making current.

Preferred values of rated line- and cable-charging breaking currents for general purpose switches are given in Table 1. Preferred values of rated capacitive switching currents for special purpose switches are given in Table 1 of IEC 62271-100:—.

NOTE 1 The determination of overvoltages when switching capacitor currents is not covered by this document.

NOTE 2 Explanatory note on capacitive current switching are given in IEC TR 62271-306 [3].

7.105.2 General

Re-ignitions during the capacitive current tests are permitted. Two classes of switches are defined according to their restrike performances:

- class C1: low probability of restrike during capacitive current breaking as demonstrated by specific type tests (7.105.9.3);
- class C2: very low probability of restrike during capacitive current breaking as demonstrated by specific type tests (7.105.9.4).

NOTE 1 The probability is related to the performance during the series of type tests.

NOTE 2 Phenomena occurring after a restrike or a re-ignition event are not representative of service conditions as the test circuit does not adequately reproduce the post-event voltage conditions.

In laboratory tests the lines and cables may be partly or fully replaced by artificial circuits with lumped elements of capacitors, reactors or resistors.

The test circuit frequency shall be the rated frequency with a tolerance of $\pm 2\%$.

NOTE 3 Tests at 60 Hz can be considered to prove the breaking characteristics at 50 Hz.

Tests at 50 Hz can be considered to prove the characteristics at 60 Hz, provided that the voltage across the switch is not less during the first 8,3 ms than it would be during a test at 60 Hz with the specified voltage. If restrikes occur after 8,3 ms, due to the instantaneous voltage being higher than it would be during a test at 60 Hz with the specified voltage, the test duty is repeated at 60 Hz.

NOTE 4 The specification of the circuits can be replaced by a specification of the recovery voltage.

7.105.3 Characteristics of supply circuits

Subclause 7.111.3 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.4 Earthing of the test circuit

Subclause 7.111.4 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.5 Characteristics of the capacitive circuit to be switched

Subclause 7.111.5 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.5.1 Line-charging and cable-charging current tests (test duties TD_{LC} and TD_{CC})

Subclause 7.111.5.2 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.5.2 Capacitor bank current tests (test duties TD_{SB} and TD_{BC})

Subclause 7.111.5.3 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.6 Waveform of the current

Subclause 7.111.6 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.7 Test voltage

Subclause 7.111.7 of IEC 62271-100:— is applicable with the following addition:

It is recommended that only effectively earthed neutral systems and solidly earthed neutral capacitors be considered for rated voltages of 245 kV and above. For lower voltage systems, non-effectively earthed supplies and/or non-effectively earthed capacitor banks are to be expected. The manufacturer shall select the test circuit to be representative of the intended application. The test voltage shall be equal to the product of $U_r\sqrt{3}$ and one of the following factors:

- a) 1,0 for tests corresponding to solidly earthed neutral systems without significant mutual influence of adjacent phases of the capacitive circuit; for example, capacitor banks with solidly earthed neutrals;
- b) 1,75 for switches operated pole after pole for tests corresponding to breaking in non-effectively earthed neutral systems or breaking currents of capacitor banks with non-effectively earthed neutrals;
- c) 2,0 for three-pole operated switches for tests corresponding to breaking in non-effectively earthed neutral systems or breaking of currents of capacitor banks with non-effectively earthed neutrals. Lower values may be used by agreement between manufacturer and user depending upon non-simultaneity of the particular switch.

7.105.8 Test current

Subclause 7.111.8 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9 Test duties

7.105.9.1 General

Subclause 7.111.9.1 of IEC 62271-100:— is applicable with following modifications.

The test duties of each test series shall be performed on one specimen without any maintenance. The following abbreviations apply for reference to IEC 62271-100:—.

- line-charging current, test duty TD_{LC1} → LC1
- line-charging current, test duty TD_{LC2} → LC2
- cable-charging current, test duty TD_{CC1} → CC1
- cable-charging current, test duty TD_{CC2} → CC2
- capacitor bank current, test duty TD_{SB1} and TD_{BC1} → BC1
- capacitor bank current, test duty TD_{SB2} and TD_{BC2} → BC2

7.105.9.2 Common test conditions for class C1 and C2 performance

Subclause 7.111.9.2 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.3 Class C1 test-duties

7.105.9.3.1 General

Subclause 7.111.9.3.1 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.3.2 Three-phase capacitive current tests

Subclause 7.111.9.3.2 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.3.3 Single-phase capacitive current tests

Subclause 7.111.9.3.3 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.4 Class C2 test-duties

7.105.9.4.1 General

Subclause 7.111.9.4.1 of IEC 62271-100:— is applicable with the following change.

Since switches do not have a short-circuit interrupting rating, the preconditioning test with T60 for class C2 switches is not required.

7.105.9.4.2 Three-phase line- and cable-charging current tests

Subclause 7.111.9.4.2 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.4.3 Single-phase line- and cable-charging current tests

Subclause 7.111.9.4.3 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.4.4 Three-phase capacitor bank (single or back-to-back) making and breaking tests

Subclause 7.111.9.4.4 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.9.4.5 Single-phase capacitor bank (single or back-to-back) making and breaking tests

Subclause 7.111.9.4.5 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.10 Tests with specified recovery voltage

Subclause 7.111.10 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.105.11 Criteria to pass the test

Subclause 7.111.11 of IEC 62271-100:— is applicable.

7.106 Inductive load switching (test duties TD_{notr} and TD_{shunt})

7.106.1 No-load transformer circuit (test duty TD_{notr})

Switching of no-load transformers, i.e. breaking transformer magnetizing current, is not considered in this document. The reasons for this are as follows:

- due to the non-linearity of the transformer core, it is not possible to correctly model the switching of transformer magnetizing current using linear components in a test laboratory. The tests conducted using an available transformer, such as a test transformer, will only be valid for a tested transformer and cannot be representative for other transformers;
- as detailed in [3], the characteristics of the duty are usually less severe than any other inductive current switching duty. It should be noted that such a duty may produce severe overvoltages within the transformer winding(s) depending on the switch re-ignition behaviour and transformer winding resonance frequencies.

It is recommended that on-site tests be carried out using the specific transformer to be switched for a given installation. Laboratory tests may be carried out using the same transformer, except that the overvoltage magnitudes during switching will not necessarily be valid.

7.106.2 Shunt-reactor current switching tests (test duty TD_{shunt})

Subclause 4.4 of IEC 62271-110:2017 is applicable with the following addition.

The test duties are based on the use of point-on-wave tripping to control contact parting to achieve the different arcing times. If it is not possible to use point on wave control due to the time spread of the operating time of the switch, the following test procedure shall be used.

Test duties 1 and 2 shall consist of 40 random breaking operations each. Test duty 3 is not applicable and test duty 4 shall consist of 20 random breaking operations.

7.107 Tests for general purpose switches

The required tests for a general purpose switch are given below. Test duties except test duty TD_{ma} may be performed in any convenient order. The tests shall be performed without reconditioning of the switch during the test programme.

Make-break operating cycles shall be carried out for test duties except for test duty TD_{ma} . The opening operation shall follow the closing operation with a time delay between the two operations at least sufficient for any transient currents to subside. The breaking currents shall be in accordance with 7.104.3.

The test voltages and currents, and the number of operations for three-phase tests and single-phase tests are given in Table 9, Table 6 and Table 7, respectively. Tests shall be made at the respective rated breaking currents except as specified in Table 9, Table 6 and Table 7.

Test duties – mainly active load

- TD_{load2} – 100 % mainly active load – Ten make-break operating cycles are required;
- TD_{load1} – 5 % mainly active load – Twenty make-break operating cycles are required. TD_{load1} is not required for switches having arc extinguishing properties independent of the magnitude of the current to be interrupted.

Test duty – Closed loop

- TD_{loop} – Transmission circuit – Ten make-break operating cycles are required;
- TD_{pptr} – Parallel transformer circuit – Ten make-break operating cycles are required.

If the TRV parameters achieved in test duty TD_{load2} are equal to or more severe than the TRV parameters required for test duty TD_{loop} or TD_{pptr} , then test duty TD_{loop} or TD_{pptr} need not be performed.

Test duties TD_{cc} and TD_{lc} – Cable-charging and line-charging

Depending on the capacitive current switch class of the switch following test procedures are applicable

- Class C1: Subclauses 7.111.9.3 of IEC 62271-100:— are applicable.
- Class C2: Subclauses 7.111.9.4.2 and 7.111.9.4.3 of IEC 62271-100:— are applicable.

Test duty TD_{bus} – Bus-charging switching tests

- Subclause 7.108 of IEC 62271-102:2018 is applicable.

This test duty is normally required for limited purpose switches only.

NOTE This switching function is typically performed by disconnectors.

Test duty TD_{notr} – No-load transformer

Tests are not normally required for this duty. If tests are required, the number of tests to be performed shall be determined upon agreement between manufacturer and user.

Test duty TD_{ma} – Short-circuit making

Short-circuit making tests shall be performed on a switch which has been subjected to at least ten make-break operating cycles at 100 % mainly active load, as required for test duty TD_{load2} . If it can be demonstrated that the short-circuit making performance cannot be affected by the breaking tests specified, then for convenience, test duty TD_{ma} may be performed on a new switch.

Two closing operations are required. The time interval between operations is dependent upon the design features of the switch and the test plant limitations.

Due to pre-arcing, it is not always possible to achieve the required rated short-circuit making current. In this case, evidence shall be given that the making currents attained are representative of the currents which will be achieved upon application of the switch at rated voltage in a circuit wherein the maximum prospective peak current is equal to the rated short-circuit making current.

7.108 Tests for limited purpose switches

The tests specified for general purpose switches shall be used, deleting those test duties for which the switch is not rated.

7.109 Tests for special purpose switches

Switches having a capability of an increased number of operating cycles, a capacitor bank-breaking current rating, a shunt reactor-breaking current rating, or breaking current ratings under earth fault conditions, shall be tested in accordance with one or more of the following test duties.

Test duty TD_{load2} – Increased number of operating cycles for mainly active load

Special purpose switches having a capability of an increased number of operating cycles shall be tested according to the specific requirements relating to breaking current and to the number of operations, as agreed between manufacturer and user.

Test duties TD_{sb} and TD_{bc} – Capacitor banks (Single bank and/or back-to-back)

Depending on the capacitive current switch class of the switch following test procedures are applicable

- Class C1: Subclauses 7.111.9.3 of IEC 62271-100:— is applicable.
- Class C2: Subclauses 7.111.9.4.4 and 7.111.9.4.5 of IEC 62271-100:— are applicable.

Test duty TD_{shunt} – Shunt reactor

Subclause 4.4 of IEC 62271-110:2017 is applicable.

Test duty TD_{ef1} – Earth fault current

Ten make-break operating cycles with the rated earth fault breaking current shall be carried out.

Test duty TD_{ef2} – Line- and cable-charging current under earth fault conditions

Annex K of IEC 62271-100:— is applicable.

7.110 Type test reports

The results of all type tests shall be recorded in type test reports containing sufficient data to prove compliance with this document. Sufficient information should be included so that the essential parts of the high voltage switch tested can be identified.

The test report shall contain the information specified in 7.103.2, 7.104.2, 7.104.3, 7.104.4 and 7.104.5. Typical oscillographic or similar records should be provided, so that the following can be determined:

- a) the test currents;
- b) the test voltages;
- c) the voltages across the terminals of each pole, so that the power frequency recovery voltages and transient recovery voltages may be determined;
- d) the voltages to earth, so that overvoltages may be determined, if applicable;
- e) if applicable, the instant of energizing the trip coil.

General information concerning the supporting structure of the high-voltage switch should be included. Information regarding the operating devices employed during the tests should, where applicable, be recorded.

8 Routine tests

8.1 General

Clause 8 of IEC 62271-1:2017 is applicable with the following exceptions and additions.

8.2 Dielectric tests on the main circuit

Subclause 8.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

NOTE These tests are applicable to switch-disconnectors or switches where it can be shown that only atmospheric air is used as the insulating medium across the isolating gap when the switch-disconnector or switch is in the open position.

8.3 Tests on auxiliary and control circuits

Subclause 8.3 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

8.4 Measurement of the resistance of the main circuit

Subclause 8.4 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

8.5 Tightness test

Subclause 8.5 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

8.6 Design and visual checks

Subclause 8.6 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

8.101 Mechanical operating tests

Operating tests are made to ensure that switches comply with the prescribed performance within the specified supply voltage and pressure limits of their operating devices.

During these tests, which are performed without voltage on, or current in, the main circuit, it shall be verified, in particular, that the switches open and close correctly when their operating devices are energized or under pressure. It shall also be verified that operation will not cause any damage to the switches.

The arrangement of the switch for testing shall comply with the specifications for the mechanical endurance type tests, 7.101.1.

A switch having a power-operating device shall be subjected to the following tests:

- at specified maximum supply voltage and/or maximum pressure of compressed gas supply: five operating cycles;
- at specified minimum supply voltage and/or minimum pressure of compressed gas supply: five operating cycles.

A manually operated switch, or a power-operated switch capable of manual operation, shall be subjected to the following test:

- ten operating cycles. Routine tests on a complete switch may be made on site. During these tests, no adjustments shall be made and the operation shall be faultless. The closed and open positions shall be attained during each operating cycle.

9 Guide to the selection of high-voltage switches (informative)

9.1 General

Subclause 9.1 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

9.2 Selection of rated values

Subclause 9.2 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

9.3 Cable-interface considerations

Subclause 9.3 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

9.4 Continuous or temporary overload due to changed service conditions

Subclause 9.4 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

9.5 Environmental aspects

Subclause 9.5 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

9.101 General

This guide presents suggestions on application as an aid to obtaining satisfactory performance of high-voltage switches rated higher than 52 kV.

It is offered in recognition of the continuing need for general guidelines to supplement, but not replace, the manufacturer's detailed instructions.

Refer to 4.1 of IEC 62271-1:2017 for normal service condition requirements.

9.102 Conditions affecting application

Where unusual conditions exist, they should be brought to the attention of the manufacturer for his recommendations. Examples of such conditions are as follows:

- a) contamination such as damaging fumes or vapour, excessive or abrasive dust, explosive mixtures of dust or gases, salt spray, excessive moisture or dripping water, etc.;
- b) abnormal vibration, shocks, tilting, or seismic activity;
- c) excessively high or low ambient temperatures;
- d) unusual transportation or storage conditions;
- e) unusual space limitations;
- f) mounting positions other than those recommended by the manufacturer;
- g) high altitude;
- h) wind velocity in excess of manufacturer's recommendations;
- i) unusual operating duty, frequency of operation, difficulty of maintenance, unbalanced voltages, special insulation requirements, etc.;
- j) a condition of resonance when switching a capacitor or transformer;
- k) for use at other than rated frequency, such as harmonics associated with filter banks, capacitor bank, and rectifier circuits. The continuous current rating of the switch should be such as to adequately carry the power frequency current and the harmonic currents.

9.103 Insulation coordination

The rated insulation level of a switch shall be selected according to 4.2 of IEC 62271-1:2017.

Refer to IEC 60071 series for a general discussion and recommendations on insulation coordination.

10 Information to be given with enquiries, tenders and orders (informative)

Clause 10 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

11 Transport, storage, installation, operating instructions and maintenance

Clause 11 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

12 Safety

Clause 12 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

13 Influence of the product on the environment

Clause 13 of IEC 62271-1:2017 is applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-104:2020

Annex A (normative)

Tolerances on test quantities during tests

A tolerance is defined as the range of the test value specified in the document within which the measured test value shall lie for a test to be valid.

Any deviation between the measured test value and the true test value caused by the uncertainty of the measurement are not taken into account in this respect.

If the main text refers to another standard document for details of the test circuit, procedure or parameter, the tolerances of these standard documents are also applicable and will be not listed again in Table A.1 again.

Table A.1 states tolerances on test quantities during type tests.

Table A.1 – Tolerances on test quantities during type tests (1 of 3)

Subclause	Designation of the test	Test quantity	Specified test value	Test tolerance	Reference
7.103	Test circuits for making and breaking tests				
7.103.3	Mainly active load current switching TD_{load1} and TD_{load2}	Power factor of test circuit supply side	$\leq 0,2$		7.103.3 and Figure 1
		Impedance of supply / total impedance	0,15	0,12 to 0,18	Figure 1
		Power factor of test circuit load side	0,7	0,65 to 0,75	7.103.3 and Figure 1
		Test voltage (average phase to phase)	U_r	+10 0 %	
		Mainly active load current	I_{load}	+10 0 %	
7.103.4	Closed-loop circuits (test duties TD_{loop} and TD_{pptr})				
7.103.4.a)	Transmission line circuit (test duty TD_{loop})	Power factor	$\leq 0,3$		Figure 2 and Figure 5
		Closed-loop current Transmission line	I_{loop}	+10 0 %	
7.103.4.b)	Parallel transformer circuit (test duty TD_{pptr})	Power factor	$\leq 0,2$		Figure 2 and Figure 5
		Closed-loop current parallel transformer	I_{pptr}	+10 0 %	

Subclause	Designation of the test	Test quantity	Specified test value	Test tolerance	Reference
7.103.6	Breaking tests under earth fault conditions (test duties TD_{ef1} and TD_{ef2})	Earth fault current TD_{ef1}	I_{ef1}	$+10\%$ 0	
		Line- and cable-charging current under earth faults TD_{ef2}	I_{ef2}	$+10\%$ 0	
		Test voltage	As specified in Table 6 and Table 7	$+10\%$ 0	
7.104	Test quantities				
7.104.1	Test frequency	Test frequency	f_r	$\pm 10\%$	
7.104.2	Test voltage for breaking tests	Test voltage (average phase to phase)	U_r	$+10\%$ 0	7.104.2
7.104.3	Breaking current	DC component at instant of interruption		$\leq 20\%$	
		AC component of test current in any phase/average		$\pm 10\%$	
7.104.4	Test voltage for short circuit making tests	Test voltage		$+10\%$ 0	Table 6, Table 7 and Table 9
7.104.5	Short-circuit making current	Short-circuit making current	I_{ma}	$\frac{+5}{0}\%$	
		Short-circuit making current after 200 ms		$\geq 80\% I_{ma}$	

Subclause	Designation of the test	Test quantity	Specified test value	Test tolerance	Reference
7.105	Capacitive current switching tests	Test frequency	f_r	$\pm 2 \%$	7.105.2
		Voltage decay of switched capacitors 300 ms after arc extinction		$\leq 10 \%$	
		Cable-charging current TD_{CC2}	I_{cc}	$\geq I_{cc}$	Table 1
		Cable-charging current TD_{CC1}	$(0,1 - 0,4) \times I_{cc}$		
		Line-charging current TD_{LC2}	I_{lc}	$\geq I_{lc}$	Table 1
		Line-charging current TD_{LC1}	$(0,1 - 0,4) \times I_{lc}$		
		Single capacitor bank current TD_{BC2}	I_{bc}	$\geq I_{bc}$	See IEC 62271-100:—, Table 1
		Single capacitor bank current TD_{BC1}	$(0,1 - 0,4) \times I_{bc}$		
		Back-to-back capacitor bank current TD_{BC2}	I_{bc}	$\geq I_{bc}$	See IEC 62271-100:—, Table 1
		Back-to-back bank capacitor current TD_{BC1}	$(0,1 - 0,4) \times I_{bc}$		
		Back-to-back capacitor bank inrush making current		Tolerance on the prospective value: +10 0 %	
		Back-to-back current switching: frequency of inrush making current		3 400 Hz to 6 000 Hz	
7.106	Inductive load switching (test duties TD_{notr} and TD_{shunt})				
7.106.1	No-load transformer circuit (test duty TD_{notr})				Not considered in this document
7.106.2	Shunt-reactor current switching tests (test duty TD_{shunt})				Reference is made to IEC 62271-110

Bibliography

- [1] IEC 60059, *IEC standard current ratings*
- [2] IEC 60137, *Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V*
- [3] IEC TR 62271-306, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 306: Guide to IEC 62271-100, IEC 62271-1 and other IEC standards related to alternating current circuit-breakers*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-104:2020

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-104:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	58
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives	61
3 Termes et définitions	61
3.1 Termes et définitions généraux	61
3.2 Ensembles	61
3.3 Parties d'ensembles	62
3.4 Appareils de connexion	62
3.5 Parties d'interrupteurs	63
3.6 Caractéristiques opérationnelles des interrupteurs	63
3.7 Grandeurs caractéristiques	63
4 Conditions normales et spéciales de service	65
5 Caractéristiques assignées	65
5.1 Généralités	65
5.2 Tension assignée (U_r)	65
5.3 Niveau d'isolement assigné (U_d , U_p , U_s)	65
5.4 Fréquence assignée (f_r)	65
5.5 Courant permanent assigné (I_r)	66
5.6 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	66
5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p)	66
5.8 Durée de court-circuit assignée (t_k)	66
5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	66
5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande	66
5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue	66
5.101 Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre	66
5.102 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	66
5.103 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active	66
5.104 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée	66
5.105 Pouvoir de coupure et pouvoir de fermeture assignés de courants capacitifs	67
5.106 Manœuvre de charges inductives	68
5.107 Effort mécanique statique assigné sur les bornes	68
5.108 Coordination des valeurs assignées pour un interrupteur d'usage général	68
5.109 Coordination des valeurs assignées pour les interrupteurs d'usage limité et d'usage spécial	69
6 Conception et construction	69
6.1 Exigences pour les liquides utilisés dans les interrupteurs à haute tension	69
6.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les interrupteurs à haute tension	69
6.3 Raccordement à la terre des interrupteurs à haute tension	69
6.4 Equipements et circuits auxiliaires et de commande	69
6.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure	70
6.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	70
6.7 Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure)	70

6.8	Organes de commande à manœuvre manuelle	70
6.9	Fonctionnement des déclencheurs	70
6.10	Indication de la pression/du niveau	70
6.11	Plaques signalétiques	70
6.12	Dispositifs de verrouillage	71
6.13	Indicateur de position	71
6.14	Degrés de protection procurés par les enveloppes	72
6.15	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	72
6.16	Étanchéité au gaz et au vide	72
6.17	Étanchéité des systèmes de liquide	72
6.18	Risque de feu (inflammabilité)	72
6.19	Compatibilité électromagnétique (CEM)	72
6.20	Emission de rayons X	72
6.21	Corrosion	72
6.22	Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre	72
6.101	Mécanisme de fermeture	72
6.102	Résistance mécanique	72
6.103	Position des contacts mobiles et de leurs dispositifs indicateurs ou de signalisation	72
7	Essais de type	73
7.1	Généralités	73
7.2	Essais diélectriques	75
7.3	Essais de tension de perturbation radioélectrique	75
7.4	Mesurage de la résistance	75
7.5	Essais au courant permanent	75
7.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible	75
7.7	Vérification de la protection	75
7.8	Essais d'étanchéité	75
7.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	75
7.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande	75
7.11	Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	76
7.101	Essais de manœuvre mécanique	76
7.102	Dispositions diverses pour les essais d'établissement et de coupure	78
7.103	Circuits d'essai pour les essais d'établissement et de coupure	80
7.104	Grandeurs d'essais	91
7.105	Essais de courants capacitifs	95
7.106	Manœuvre de charges inductives (séquences d'essais TD _{notr} et TD _{shunt})	98
7.107	Essais pour les interrupteurs d'usage général	99
7.108	Essais pour les interrupteurs d'usage limité	100
7.109	Essais pour les interrupteurs d'usage spécial	100
7.110	Rapports d'essais de type	101
8	Essais individuels de série	102
8.1	Généralités	102
8.2	Essais diélectriques sur le circuit principal	102
8.3	Essais des circuits auxiliaires et de commande	102
8.4	Mesurage de la résistance du circuit principal	102
8.5	Essai d'étanchéité	102
8.6	Contrôles visuels et de conception	102

8.101	Essais de manœuvre mécanique	102
9	Guide pour le choix des interrupteurs à haute tension (informatif)	103
9.1	Généralités	103
9.2	Choix des valeurs assignées	103
9.3	Considérations sur les interfaces avec les câbles	103
9.4	Surcharge continue ou temporaire due à une modification des conditions de service	103
9.5	Aspects d'environnement	103
9.101	Généralités	103
9.102	Conditions influant sur l'application	103
9.103	Coordination de l'isolement	104
10	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes (informatif)	104
11	Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance	104
12	Sécurité	104
13	Influence du produit sur l'environnement	104
Annexe A (normative)	Tolérances sur les grandeurs d'essai	105
Bibliographie		108

Figure 1 – Circuit d'essai monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de charge principalement active, séquences d'essais TD_{load1} et TD_{load2} 81

Figure 2 – Circuit d'essai monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de boucle fermée de lignes de transport et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr} 81

Figure 3 – Circuit d'essai triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de charge principalement active, séquences d'essais TD_{load1} et TD_{load2} 83

Figure 4 – Tension transitoire côté alimentation et côté charge pour les essais de coupure de courant de charge principalement active (voir Tableau 4) 84

Figure 5 – Circuit d'essai triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de boucle fermée de lignes de transport et de transformateurs en parallèle TD_{loop} et TD_{pptr} 85

Figure 6 – Représentation de la tension transitoire associée aux essais de coupure de courant de boucle fermée de lignes de transport (voir Tableau 5) 87

Figure 7 – Circuit d'essai triphasé pour les essais d'établissement de courants de court-circuit, séquence d'essais TD_{ma} 90

Figure 8 – Circuit d'essai monophasé pour les essais d'établissement de courants de court-circuit, séquence d'essais TD_{ma} 91

Tableau 1 – Valeurs préférentielles de pouvoir de coupure assigné de câbles et de lignes à vide pour un interrupteur d'usage général 69

Tableau 2 – Informations sur la plaque signalétique 70

Tableau 3 – Essais de type 74

Tableau 4 – Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de courant de charge principalement active 84

Tableau 5 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de courant de boucle fermée de lignes de transport 86

Tableau 6 – Séquences d'essais pour les essais en monophasé des interrupteurs tripolaires dont la non-simultanéité entre pôles est inférieure ou égale à 0,25 cycle 87

Tableau 7 – Séquences d'essais pour les essais en monophasé des interrupteurs tripolaires dont la non-simultanéité entre pôles est supérieure à 0,25 cycle et pour les interrupteurs manœuvrés pôle après pôle	88
Tableau 8 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de courant de transformateurs en parallèle	89
Tableau 9 – Séquences d'essais pour les essais en triphasé des interrupteurs tripolaires.....	92
Tableau A.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pendant les essais de type (1 sur 3).....	105

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-104:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 104: Interrupteurs à courant alternatif pour tensions assignées supérieures à 52 kV

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62271-104 a été établie par le sous-comité 17A: Appareils de connexion, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage haute tension.

Cette troisième édition remplace et annule la deuxième édition parue en 2015. Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut la modification technique majeure suivante par rapport à l'édition précédente:

- nouvelle numérotation selon l'IEC 62271-1:2017.

Le texte de ce document est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/1273/FDIS	17A/1278/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Cette norme doit être lue conjointement avec l'IEC 62271-1:2017, l'IEC 62271-100:— 1, l'IEC 62271-102:2018 et l'IEC 62271-110:2017. Afin de simplifier l'indication des exigences correspondantes, la numérotation des articles et paragraphes reprend celle de l'IEC 62271-1. Les modifications apportées à ces articles et paragraphes sont données sous la même numérotation, tandis que 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 de ce 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. A cette date, le document sera

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

¹ En préparation. Stade au moment de la publication: IEC CCDV 62271-100:2020.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 104: Interrupteurs à courant alternatif pour tensions assignées supérieures à 52 kV

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62271 est applicable aux interrupteurs à courant alternatif triphasé de tension assignée supérieure à 52 kV, ayant des pouvoirs de coupure et de fermeture assignés, prévus pour les installations à l'intérieur et à l'extérieur, et de fréquence assignée inférieure ou égale à 60 Hz.

Le présent document est également applicable aux dispositifs de manœuvre de ces interrupteurs et à leurs équipements auxiliaires.

NOTE 1 Les interrupteurs pour appareillage à isolation gazeuse sont couverts par le présent document.

NOTE 2 Les interrupteurs ayant une fonction de sectionnement et appelés interrupteurs-sectionneurs sont aussi couverts par l'IEC 62271-102.

NOTE 3 Les sectionneurs de terre ne sont pas couverts par le présent document. Les sectionneurs de terre qui font partie intégrante d'un interrupteur sont couverts par l'IEC 62271-102.

L'objet principal du présent document est d'établir des exigences pour les interrupteurs utilisés dans des réseaux de transport et de distribution. Les interrupteurs d'usage général prévus pour cette application sont conçus pour satisfaire aux conditions de service suivantes:

- supporter le courant permanent assigné;
- supporter les courants de court-circuit pendant une durée spécifiée;
- établir et couper les courants de charge principalement active;
- établir et couper les courants de transformateurs à vide;
- établir et couper les courants capacitifs de câbles, de lignes aériennes ou de barres omnibus à vide;
- établir et couper les courants de boucles fermées;
- établir les courants de court-circuit.

Le présent document a également pour objet d'établir des exigences pour les interrupteurs d'usage limité et les interrupteurs d'usage spécial utilisés dans des réseaux de transport et de distribution.

Les interrupteurs d'usage limité satisfont à une ou plusieurs des conditions de service précédentes.

Les interrupteurs d'usage spécial peuvent satisfaire à une ou plusieurs de ces mêmes conditions de service et conviennent, en outre, pour une ou plusieurs des applications suivantes:

- manœuvre de batteries uniques de condensateurs;
- manœuvre de batteries de condensateurs à gradins;
- manœuvre de bobines d'inductance shunt, y compris les bobines secondaires ou tertiaires manœuvrées par le primaire du transformateur;
- applications exigeant un nombre accru de cycles de manœuvres;
- manœuvres en présence de conditions de défaut à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou compensés par bobine d'extinction.

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 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60071 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement*

IEC 60071-1, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

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 62271-100:—², *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs 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 62271-110:2017, *Appareillage à haute tension – Partie 110: Manœuvre de charges inductives*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés à l'Article 3 de l'IEC 62271-1:2017, de l'IEC 60050-441 et de l'IEC 60071-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Certaines définitions de l'IEC 60050-441 et de l'IEC 60071-1 sont rappelées ici pour des raisons de commodité.

Les termes et définitions supplémentaires sont classés conformément à la classification de l'IEC 60050-441.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions généraux

Le Paragraphe 3.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

3.2 Ensembles

Le Paragraphe 3.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

² En préparation. Stade au moment de la publication: IEC CCDV 62271-100:2020.

3.3 Parties d'ensembles

Le Paragraphe 3.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

3.4 Appareils de connexion

Le Paragraphe 3.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec les ajouts suivants.

3.4.101

interrupteur

appareil de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit y compris éventuellement les conditions spécifiées de surcharge en service, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-14-10, modifiée – suppression du mot "mécanique" dans le terme et la définition, suppression de la note.]

3.4.102

interrupteur-sectionneur

interrupteur qui, dans sa position d'ouverture, satisfait aux conditions d'isolement spécifiées pour un sectionneur

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-14-12]

3.4.103

interrupteur d'usage général

interrupteur capable d'effectuer, jusqu'à des courants atteignant ses pouvoirs de coupure assignés, toutes les manœuvres d'établissement et de coupure qui peuvent normalement survenir, et capable de supporter et d'établir des courants de court-circuit

Note 1 à l'article: Pour les caractéristiques assignées spécifiques aux interrupteurs d'usage général, se reporter au Paragraphe 5.108.

3.4.104

interrupteur d'usage limité

interrupteur qui satisfait à une ou plusieurs des conditions de service des interrupteurs d'usage général sans répondre à la totalité de ces conditions

3.4.105

interrupteur d'usage spécial

interrupteur apte à la manœuvre selon des exigences différent de celles spécifiées pour un interrupteur d'usage général

Note 1 à l'article: La manœuvre d'une batterie de condensateurs, la manœuvre d'une bobine d'inductance shunt, la manœuvre en cas de défaut à la terre et un nombre accru de cycles de manœuvres sont des exemples de telles exigences.

3.4.106

interrupteur de classe C1

interrupteur d'usage spécial à faible probabilité de réamorçage pendant la coupure de courant capacitif, comme démontré par les essais de type spécifiques

3.4.107

interrupteur de classe C2

interrupteur d'usage spécial à très faible probabilité de réamorçage pendant la coupure de courant capacitif, comme démontré par les essais de type spécifiques

3.4.108**interrupteur de batterie unique de condensateurs**

interrupteur d'usage spécial apte à la manœuvre d'une batterie unique de condensateurs dont le courant de charge ne dépasse pas son pouvoir de coupure assigné de batterie unique

3.4.109**interrupteur de batterie de condensateurs à gradins**

interrupteur d'usage spécial apte à la manœuvre d'une batterie de condensateurs dont le courant de charge ne dépasse pas son pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins, avec une ou plusieurs batteries de condensateurs reliées au jeu de barres ou au côté source de l'interrupteur

3.4.110**interrupteur de bobine d'inductance shunt**

interrupteur d'usage spécial destiné à la manœuvre d'une bobine d'inductance shunt, y compris lorsque les inductances shunt connectées au secondaire ou au tertiaire d'un transformateur et manœuvrées par le primaire du transformateur

3.5 Parties d'interrupteurs

Le Paragraphe 3.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

3.6 Caractéristiques opérationnelles des interrupteurs

Le Paragraphe 3.6 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

3.7 Grandeurs caractéristiques

Le Paragraphe 3.7 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec les ajouts suivants.

3.7.101**pouvoir de coupure** (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

une valeur de courant présumé qu'un appareil de connexion ou un fusible est capable d'interrompre sous une tension fixée dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

Note 1 à l'article: La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans les publications particulières.

Note 2 à l'article: Pour les appareils de connexion, le pouvoir de coupure peut être dénommé suivant le type de courant intervenant dans les conditions prescrites, par exemple: pouvoir de coupure de lignes à vide, pouvoir de coupure de câbles à vide, pouvoir de coupure d'une batterie unique de condensateurs, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-17-08]

3.7.102**pouvoir de coupure de charge principalement active**

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de charge principalement active, la charge pouvant être représentée par des résistances et des inductances en parallèle

3.7.103**pouvoir de coupure de transformateur à vide**

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de transformateur fonctionnant à vide

3.7.104**pouvoir de coupure de boucle fermée**

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de lignes de transport en boucle fermée ou du circuit d'un transformateur en parallèle avec un ou plusieurs autres transformateurs, c'est-à-dire d'un circuit dans lequel les deux bornes de l'interrupteur restent sous tension après l'interruption, la différence de tension apparaissant entre elles étant très inférieure à la tension du réseau

3.7.105

pouvoir de coupure de câbles à vide

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de câbles fonctionnant à vide

3.7.106

pouvoir de coupure de lignes à vide

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de lignes aériennes fonctionnant à vide

3.7.107

pouvoir de coupure de barres omnibus à vide

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de barres omnibus fonctionnant à vide

3.7.108

pouvoir de coupure de batterie unique de condensateurs

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de batterie unique de condensateurs alimenté par une source qui ne comporte pas d'autre batterie de condensateurs à proximité de la batterie à manœuvrer

3.7.109

pouvoir de coupure de batteries de condensateurs à gradins

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de batteries de condensateurs alimenté par une source comportant une ou plusieurs batteries de condensateurs à proximité de la batterie à manœuvrer

3.7.110

pouvoir de fermeture assigné de batterie de condensateurs à gradins

courant à grande amplitude et à haute fréquence survenant lors de la fermeture d'un circuit de batteries de condensateurs sur une source comportant une ou plusieurs batteries de condensateurs à proximité de la batterie à manœuvrer

Note 1 à l'article: La fréquence et l'amplitude du courant d'appel dépendent des valeurs des capacités et des valeurs des inductances entre les batteries de condensateurs.

3.7.111

pouvoir de coupure de bobine d'inductance shunt

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit comportant une bobine d'inductance shunt, y compris les inductances shunt au secondaire ou au tertiaire d'un transformateur qui sont manœuvrées par le primaire d'un transformateur

3.7.112

pouvoir de coupure en cas de défaut à la terre

pouvoir de coupure dans la phase en défaut d'un réseau à neutre effectivement mis à la terre lors de l'élimination d'un défaut à la terre sur une ligne aérienne ou sur un câble à vide en aval de l'interrupteur

3.7.113

pouvoir de coupure de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre

pouvoir de coupure dans les phases restées saines d'un réseau à neutre effectivement à la terre ou non effectivement à la terre lors de la coupure d'une ligne aérienne ou d'un câble à vide, un défaut à la terre existant en amont de l'interrupteur

3.7.114

courant coupé (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

courant dans un pôle d'un appareil de connexion ou dans un fusible évalué à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une coupure

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-17-07]

3.7.115**courant établi****valeur de crête du courant établi**

valeur de crête de la première grande alternance du courant dans un pôle d'un interrupteur pendant la période transitoire qui suit l'instant d'établissement au cours d'une manœuvre d'établissement

Note 1 à l'article: La valeur de crête peut être différente d'un pôle à l'autre et d'une manœuvre à l'autre, car elle dépend de l'instant d'établissement du courant par rapport à l'onde de la tension appliquée.

Note 2 à l'article: Lorsqu'une seule valeur (de crête) du courant établi est indiquée pour un circuit polyphasé, il s'agit de la plus grande valeur dans n'importe quelle phase, sauf indication contraire.

3.7.116**pouvoir de fermeture en court-circuit**

pouvoir de fermeture pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-17-10]

3.7.117**simultanéité entre pôles**

différence maximale entre l'instant d'entrée en contact du premier pôle et du dernier pôle à la fermeture et différence maximale entre les instants de séparation des contacts du premier pôle et du dernier pôle à l'ouverture

4 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5 Caractéristiques assignées

L'Article 5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec les ajouts suivants.

5.1 Généralités

Le Paragraphe 5.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.2 Tension assignée (U_r)

Le Paragraphe 5.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec l'ajout suivant:

Les tensions assignées 1 100 kV et 1 200 kV ne s'appliquent pas aux interrupteurs.

5.3 Niveau d'isolement assigné (U_d , U_p , U_s)

Le Paragraphe 5.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec l'ajout suivant:

Les niveaux d'isolement assignés indiqués dans le Tableau 3 de l'IEC 62271-1:2017 pour les tensions assignées 1 100 kV et 1 200 kV ne s'appliquent pas aux interrupteurs.

5.4 Fréquence assignée (f_r)

Le Paragraphe 5.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.5 Courant permanent assigné (I_r)

Le Paragraphe 5.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.6 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le Paragraphe 5.6 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p)

Le Paragraphe 5.7 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.8 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le Paragraphe 5.8 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande (U_a)

Le Paragraphe 5.9 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 5.10 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec les ajouts suivants.

5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue

Le Paragraphe 5.11 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

5.101 Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre

Le pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre, pour un réseau à neutre non effectivement à la terre, est le courant maximal de défaut à la terre que l'interrupteur doit être capable de couper dans la phase en défaut sous sa tension assignée.

NOTE La TTR (tension transitoire de rétablissement) d'un réseau neutre isolé est plus sévère que la TTR d'un réseau compensé par bobine d'extinction, même s'il est désaccordé.

5.102 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit est la valeur de crête du courant présumé maximal que l'interrupteur doit être capable d'établir sous sa tension assignée.

5.103 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active

Le pouvoir de coupure assigné de charge principalement active est le courant maximal de charge principalement active que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

5.104 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée

Le pouvoir de coupure assigné de boucle fermée est le courant maximal de boucle fermée que l'interrupteur doit être capable de couper. Des valeurs assignées différentes peuvent être assignées pour le courant de boucle fermée de lignes de transport et le courant de transformateurs en parallèle.

5.105 Pouvoir de coupure et pouvoir de fermeture assignés de courants capacitifs

5.105.1 Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide

Le pouvoir de coupure assigné de lignes à vide est le courant maximal de lignes à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

5.105.2 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide

Le pouvoir de coupure assigné de câbles à vide est le courant maximal de câbles à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

5.105.3 Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs

Le pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs est le courant maximal de batterie unique de condensateurs que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée dans les conditions d'utilisation et de fonctionnement exigées dans le présent document. Ce pouvoir de coupure se rapporte à la manœuvre d'une batterie de condensateurs shunt lorsqu'aucun condensateur shunt n'est connecté sur le côté source de l'interrupteur.

5.105.4 Pouvoir de coupure assigné de batterie de condensateurs à gradins

Le pouvoir de coupure assigné de batterie de condensateurs à gradins est le courant maximal de batteries de condensateurs que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée, avec une ou plusieurs batteries de condensateurs reliées au côté source de l'interrupteur adjacent à la batterie qui est manœuvrée, de façon à obtenir le pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs.

NOTE Des conditions analogues peuvent s'appliquer à la manœuvre dans des postes avec des câbles.

5.105.5 Pouvoir de fermeture de batterie unique de condensateurs

Aucune caractéristique assignée ni valeur préférentielle n'est définie. Cela est dû au fait que les courants d'appel associés aux batteries uniques de condensateurs ne sont pas réputés critiques.

5.105.6 Pouvoir de fermeture assigné de batterie de condensateurs à gradins

Le pouvoir de fermeture assigné de batterie de condensateurs à gradins est la valeur de crête du courant que l'interrupteur doit être capable d'établir sous sa tension assignée et avec une fréquence du courant d'appel appropriée aux conditions de service (voir Tableau 1 de l'IEC 62271-100—).

Les performances relatives à la fermeture des batteries de condensateurs à gradins sont couvertes lorsque:

- la valeur de crête du pouvoir de fermeture à l'essai est supérieure ou égale à la valeur assignée, et
- la fréquence du pouvoir de fermeture à l'essai se situe entre 3 400 Hz et 6 000 Hz.

5.105.7 Pouvoir de coupure assigné de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre

Le pouvoir de coupure assigné de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre dans un réseau à neutre non effectivement à la terre est le courant des phases saines que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

Le courant maximal de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre est égal à $\sqrt{3}$ fois le courant normal de câbles et de lignes à vide. Cela couvre le cas le plus sévère, qui se produit avec les câbles à champ radial.

5.106 Manœuvre de charges inductives

5.106.1 Pouvoir de coupure de bobine d'inductance shunt

Le pouvoir de coupure de bobine d'inductance shunt est le courant maximal de bobine d'inductance shunt que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

Le constructeur spécifie le pouvoir de coupure assigné de bobine d'inductance shunt, s'il est distinct de zéro, que l'interrupteur est capable de couper.

5.106.2 Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide

Le pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide est le courant maximal de transformateur à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

5.107 Effort mécanique statique assigné sur les bornes

Le Paragraphe 5.104 de l'IEC 62271-102:2018 s'applique.

5.108 Coordination des valeurs assignées pour un interrupteur d'usage général

Un interrupteur d'usage général doit avoir des caractéristiques assignées particulières pour la fermeture et la coupure, comme suit:

- pouvoir de coupure de charge principalement active égal au courant permanent assigné;
- pouvoir de coupure de transformateur à vide égal à 1,0 % du courant permanent assigné;
- pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes égal au courant permanent assigné;
- pouvoir de coupure assigné de transformateurs en parallèle égal à 50 % du courant permanent assigné;
- pouvoir de coupure assigné de câbles à vide égal aux valeurs du Tableau 1;
- pouvoir de coupure assigné de lignes à vide égal aux valeurs du Tableau 1;
- pouvoir de fermeture assigné en court-circuit égal à la valeur de crête du courant admissible.

Il convient de choisir les valeurs assignées normalisées dans la série R10 spécifiée dans l'IEC 60059 [1] ³.

³ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

Tableau 1 – Valeurs préférentielles de pouvoir de coupure assigné de câbles et de lignes à vide pour un interrupteur d'usage général

Tension assignée U_r kV	Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide I_{cc} A	Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide I_{lc} A
72,5	25	3
100	31,5	5
123	31,5	8
145	31,5	20
170	40	12,5
245	40	25
300	50	31,5
362	50	50
420	63	63
550	–	80
800	–	125

NOTE 1 Des valeurs plus élevées, choisies dans la série R10, peuvent être fixées par le constructeur.

NOTE 2 Pour un interrupteur d'usage spécial, se référer à l'IEC 62271-100:— qui suggère des valeurs de pouvoir de coupure assigné de câbles et de lignes à vide.

5.109 Coordination des valeurs assignées pour les interrupteurs d'usage limité et d'usage spécial

Il convient qu'un interrupteur d'usage limité ait de préférence les mêmes caractéristiques assignées particulières qu'un interrupteur d'usage général, lorsque de telles caractéristiques sont applicables. Si d'autres valeurs sont assignées, il convient de les choisir dans la série R10.

Il n'est pas exigé que les caractéristiques assignées d'un interrupteur d'usage spécial soient coordonnées. Il convient toutefois de choisir les valeurs assignées dans la série R10 spécifiée dans l'IEC 60059.

6 Conception et construction

L'Article 6 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec les ajouts suivants.

6.1 Exigences pour les liquides utilisés dans les interrupteurs à haute tension

Le Paragraphe 6.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les interrupteurs à haute tension

Le Paragraphe 6.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.3 Raccordement à la terre des interrupteurs à haute tension

Le Paragraphe 6.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.4 Equipements et circuits auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 6.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure

Le Paragraphe 6.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le Paragraphe 6.6 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.7 Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure)

Le Paragraphe 6.7 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.8 Organes de commande à manœuvre manuelle

Le Paragraphe 6.8 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas aux interrupteurs à haute tension.

6.9 Fonctionnement des déclencheurs

Le Paragraphe 6.9 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.10 Indication de la pression/du niveau

Le Paragraphe 6.10 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.11 Plaques signalétiques

Le Paragraphe 6.11 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique. Les interrupteurs et leurs dispositifs de manœuvre doivent être équipés de plaques signalétiques contenant les renseignements indiqués dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Informations sur la plaque signalétique

(1)	Symbole (2)	Unité (3)	Interru- pteur (4)	Disposi- tif de manœu- vre (5)	Condition: marquage seulement exigé si (6)
Constructeur			a	a	
Désignation du type			a	a	
Numéro de série			a	a	
Tension assignée	U_r	kV	a		
Tension de tenue aux chocs de foudre assignée	U_p	kV	a		
Tension de tenue aux chocs de manœuvre assignée	U_s	kV	c		Tension assignée ≥ 300 kV
Fréquence assignée	f_r	Hz	a		
Courant permanent assigné	I_r	A	a		
Courant de courte durée assigné	I_k	kA	a		
Durée de court-circuit assignée	t_k	s	c		Différente de 1 s
Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	I_{ma}	kA	a		
Nombre de manœuvres de coupure en charge principalement active	N		c		Différent de 10
Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active	I_{load1}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes de transport	I_{load2}	A	b		

(1)	Symbole (2)	Unité (3)	Interru- pteur (4)	Disposi- tif de manœu- vre (5)	Condition: marquage seulement exigé si (6)
Pouvoir de coupure assigné de transformateurs en parallèle	I_{pptr}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de barres omnibus à vide	I_{bus}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide	I_{cc}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide	I_{lc}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs (batteries uniques et/ou à gradins) ^d	I_{bc}	A	b		
Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{in}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide	I_{notr}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de bobine d'inductance shunt	I_{shunt}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre	I_{ef1}	A	b		
Pouvoir de coupure assigné de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre	I_{ef2}	A	b		
Pression assignée de remplissage pour la manœuvre	p_{rm}	MPa		b	
Pression assignée de remplissage pour la coupure	p_{re}	MPa	b		
Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires	U_a	V		a	
Masse (y compris le liquide)	m	kg	c	c	> 300 kg
Température ambiante minimale			c	c	Différente de – 5 °C pour l'intérieur ou – 25 °C pour l'extérieur
^a Le marquage de ces valeurs est obligatoire; les valeurs ne figurant pas sur la plaque signalétique indiquent une valeur nulle. ^b Le marquage de ces valeurs est obligatoire si les caractéristiques assignées associées sont attribuées. ^c Le marquage de ces valeurs dépend des conditions figurant dans la colonne (6). ^d Les procédures d'essai pour les batteries uniques de condensateurs et les batteries de condensateurs à gradins sont harmonisées dans l'IEC 62271-100:—.					
NOTE 1 Les symboles de la colonne (2) peuvent être utilisés à la place des termes de la colonne (1). Lorsque les termes de la colonne (1) sont utilisés, le mot "assigné" peut ne pas apparaître. NOTE 2 Les symboles peuvent être combinés lorsque des valeurs sont identiques, par exemple: $I_r I_{load1} I_{load2}$ 400 A.					

6.12 Dispositifs de verrouillage

Le Paragraphe 6.12 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.13 Indicateur de position

Le Paragraphe 6.13 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique. Des exigences complémentaires sont indiquées au Paragraphe 6.103.

6.14 Degrés de protection procurés par les enveloppes

Le Paragraphe 6.14 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.15 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur

Le Paragraphe 6.15 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.16 Etanchéité au gaz et au vide

Le Paragraphe 6.16 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.17 Etanchéité des systèmes de liquide

Le Paragraphe 6.17 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.18 Risque de feu (inflammabilité)

Le Paragraphe 6.18 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.19 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le Paragraphe 6.19 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.20 Emission de rayons X

Le Paragraphe 6.20 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.21 Corrosion

Le Paragraphe 6.21 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.22 Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre

Le Paragraphe 6.22 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

6.101 Mécanisme de fermeture

Pour les interrupteurs possédant un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit, seuls sont admis les interrupteurs comportant des dispositifs de fermeture à accumulation d'énergie ou des dispositifs de fermeture dépendante à source d'énergie extérieure.

6.102 Résistance mécanique

Les interrupteurs installés suivant les instructions du constructeur doivent être capables de supporter les efforts mécaniques assignés sur les bornes ainsi que les efforts électromagnétiques, sans réduction de leur sûreté de fonctionnement ni de leur aptitude à supporter le courant.

6.103 Position des contacts mobiles et de leurs dispositifs indicateurs ou de signalisation

6.103.1 Maintien en position

Les interrupteurs, ainsi que leurs dispositifs de manœuvre, doivent être construits de telle façon qu'ils ne puissent pas quitter leur position d'ouverture ou de fermeture par gravité ou à la suite de vibrations, de chocs d'importance raisonnable ou d'un contact accidentel sur la tringlerie de leurs dispositifs de manœuvre ou sous l'action de forces électromagnétiques. Les interrupteurs ou leurs dispositifs de manœuvre doivent être conçus de façon à permettre la mise en œuvre de moyens empêchant toute manœuvre non autorisée.

6.103.2 Indication de la position

Les positions d'ouverture et de fermeture des interrupteurs doivent être indiquées de façon claire. Cette exigence est respectée si l'une des conditions suivantes est remplie: a) la distance d'isolement entre contacts ouverts ou la distance de sectionnement est visible; b) la position de chaque contact mobile est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

NOTE 1 Un contact mobile visible peut servir de dispositif indicateur.

NOTE 2 Dans certains pays, la conception du sectionneur est telle que la distance de sectionnement est visible.

Lorsque tous les pôles d'un interrupteur sont accouplés de telle sorte qu'ils soient manœuvrés comme un seul élément, il est admis d'utiliser un dispositif indicateur commun.

6.103.3 Contacts auxiliaires de signalisation

La signalisation de la position de fermeture ne doit pas se produire avant de s'être assuré que les contacts mobiles atteindront une position telle que le courant assigné en service continu, la valeur de crête du courant admissible assigné et le courant de courte durée admissible assigné puissent être supportés en sécurité.

La signalisation de la position d'ouverture ne doit pas se produire avant que les contacts mobiles aient atteint une position telle que la distance d'isolement entre contacts ou la distance de sectionnement soit égale à au moins 80 % de la distance d'isolement ou de sectionnement totale ou avant de s'être assuré que les contacts mobiles atteindront leur position de pleine ouverture.

7 Essais de type

L'Article 7 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec les ajouts et exceptions suivants.

7.1 Généralités

Les essais de type des interrupteurs sont répertoriés dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Essais de type

Essais de type obligatoires		Paragraphes
Essais diélectriques		7.2
Mesurage de la résistance du circuit principal		7.4
Essai au courant permanent		7.5
Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible		7.6
Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande		7.10
Essai de manœuvre mécanique à température ambiante		7.101
Essais d'établissement et de coupure		7.102 et 7.107
Essais de type dépendant de l'application, des caractéristiques assignées ou de la conception	Condition nécessitant un essai de type	Paragraphes
Essai de tension de perturbation radioélectrique	$U_r \geq 245 \text{ kV}$	7.3
Vérification du degré de protection	Classe IP assignée	7.7
Essai d'étanchéité	Systèmes à pression entretenus, scellés ou autonomes	7.8
Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	Si des équipements ou composants électroniques sont inclus dans le système secondaire	7.9
Essais complémentaires d'endurance mécanique pour les interrupteurs d'usage spécial	Caractéristiques assignées de classe M2	7.101.3
Essais à haute et à basse températures	Lorsque la température de l'air ambiant est différente de -5 °C et/ou $+40 \text{ °C}$	7.101.3 de l'IEC 62271-100:—
Essais d'efforts statiques sur les bornes	Interrupteurs d'extérieur avec $U_r > 52 \text{ kV}$	7.101.6
Essais de fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace	Interrupteurs d'extérieur avec une couche de glace d'épaisseur assignée (10 mm et plus)	5.107 de l'IEC 62271-102:2018
Essai de décharges partielles	Si exigé	7.2.10
Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs	Si exigé	7.105
Manœuvre de charges inductives	Si exigé	7.106
Essais de coupure dans des conditions de défaut à la terre	$U_r < 245 \text{ kV}$	7.103.6
Essais pour les interrupteurs d'usage général	Uniquement les interrupteurs d'usage général	7.107
Essais pour les interrupteurs d'usage limité	Uniquement les interrupteurs d'usage limité	7.108
Essais pour les interrupteurs d'usage spécial	Uniquement les interrupteurs d'usage spécial	7.109
Essai de pollution artificielle	Interrupteurs d'extérieur utilisés dans des zones polluées	7.2.8 de l'IEC 62271-1:2017
Procédure d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	Interrupteurs avec ampoules à vide uniquement	7.11

Il convient d'effectuer tous les essais de type obligatoires sur un interrupteur à haute tension complet (rempli avec les types et quantités de liquides ou de gaz indiqués à la pression spécifiée ou réduite, si exigé), et avec ses dispositifs de commande et ses équipements auxiliaires.

L'interrupteur à haute tension soumis à l'essai doit être conforme aux éléments principaux représentés sur les dessins du type d'interrupteur spécifié.

7.2 Essais diélectriques

Le Paragraphe 7.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec l'exception suivante:

7.2.10 Essais de décharges partielles

Le Paragraphe 7.2.10 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par ce qui suit:

Il n'est pas exigé de réaliser des essais de décharges partielles sur l'interrupteur à haute tension complet. Toutefois, pour les interrupteurs qui comportent des éléments couverts par une publication IEC existante, comprenant notamment des mesurages de décharges partielles (par exemple, pour les traversées, voir l'IEC 60137 [2]), le constructeur doit démontrer que ces éléments ont satisfait aux essais de décharges partielles prévus par la norme IEC applicable. Pour les mesurages de décharges partielles, l'IEC 60270 s'applique.

7.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique

Les essais de tension de perturbation radioélectrique doivent être effectués par accord entre le constructeur et l'utilisateur. Le Paragraphe 7.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec l'ajout suivant:

Les essais peuvent être effectués sur un pôle de l'interrupteur dans les positions de fermeture et d'ouverture.

Ces essais ne sont pas exigés pour les interrupteurs utilisés dans des postes sous enveloppe métallique à isolation gazeuse.

7.4 Mesurage de la résistance

Le Paragraphe 7.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.5 Essais au courant permanent

Le Paragraphe 7.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.6 Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible

Le Paragraphe 7.6 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.7 Vérification de la protection

Le Paragraphe 7.7 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.8 Essais d'étanchéité

Le Paragraphe 7.8 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le Paragraphe 7.9 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.10 Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 7.10 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.11 Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide

Le Paragraphe 7.11 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

7.101 Essais de manœuvre mécanique

7.101.1 Disposition de l'interrupteur pour les essais

L'interrupteur destiné aux essais doit être préférentiellement monté sur son propre support, et son organe de manœuvre doit être actionné de la façon spécifiée. Il doit être soumis à l'essai selon son type de la façon suivante:

- un interrupteur tripolaire dont tous les pôles sont montés sur un châssis commun doit être soumis à l'essai comme une unité complète;
- il convient de soumettre à l'essai un interrupteur tripolaire dans lequel chaque pôle ou chaque colonne est monté séparément comme un interrupteur tripolaire complet, mais, par commodité ou en raison de limitations des dimensions de l'emplacement d'essai, une unité unipolaire de l'interrupteur peut être soumise à l'essai, à condition qu'elle soit équivalente à l'interrupteur tripolaire complet pour l'ensemble des essais ou qu'elle ne soit pas dans une condition plus favorable que cet interrupteur tripolaire complet, par rapport aux éléments suivants:
 - les caractéristiques de déplacement mécanique lors d'une manœuvre de fermeture (pour la méthode d'évaluation, voir Paragraphe 7.101.1.1 de l'IEC 62271-100:—);
 - les caractéristiques de déplacement mécanique lors d'une manœuvre d'ouverture (pour la méthode d'évaluation, voir Paragraphe 7.101.1.1 de l'IEC 62271-100:—);
 - la puissance et la robustesse des dispositifs de fermeture et d'ouverture;
 - la rigidité de la structure.

Lorsque l'essai d'un pôle d'interrupteur complet n'est pas réalisable, des essais de composants peuvent être acceptés comme essais de type. Les composants sont des sous-ensembles fonctionnels séparés qui peuvent être manœuvrés indépendamment de l'interrupteur complet (par exemple pôle, unité de coupure, organe de manœuvre). Il convient que le constructeur détermine les composants auxquels les essais sont applicables.

Lors des essais de composants, le constructeur doit apporter la preuve que les contraintes mécaniques exercées sur le composant pendant les essais ne sont pas inférieures à celles auxquelles est soumis le même composant lors de l'essai de l'interrupteur complet. Lorsque des essais sur composants sont utilisés pour les essais de type en lieu et place de l'essai d'interrupteur complet, ils doivent couvrir les différents types de composants de l'interrupteur complet, à condition que l'essai particulier soit applicable au composant.

Les pièces des équipements auxiliaires et de commande, fabriquées en conformité avec des normes particulières, doivent satisfaire à ces normes. La fonction appropriée de ces pièces en liaison avec la fonction des autres pièces de l'interrupteur doit être vérifiée.

Sauf spécification contraire, les essais peuvent être effectués à n'importe quelle température de l'air ambiant adéquate.

La tension d'alimentation du dispositif de manœuvre doit être mesurée aux bornes au cours de la manœuvre de l'interrupteur. Les équipements auxiliaires faisant partie intégrante du dispositif de manœuvre doivent être inclus. Aucune impédance ne doit être ajoutée entre l'alimentation et les bornes du dispositif pour la régulation de la tension appliquée.

Pour les interrupteurs à commande manuelle, la poignée peut, pour la commodité des essais, être remplacée par un dispositif d'énergie extérieure dans lequel la vitesse de manœuvre des contacts d'interrupteur est équivalente à celle de la manœuvre à l'aide d'une poignée manuelle.

7.101.2 Essais pour les interrupteurs d'usage général

L'essai de manœuvre mécanique doit comprendre 1 000 cycles de manœuvres sans tension ni courant dans le circuit principal. Si une endurance supérieure à 1 000 cycles de manœuvres est exigée, il convient d'effectuer les essais par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Un interrupteur avec un dispositif de manœuvre à source d'énergie extérieure doit être soumis aux essais suivants:

- 900 cycles de manœuvres à la tension d'alimentation assignée et/ou à la pression assignée d'alimentation en gaz comprimé;
- 50 cycles de manœuvres à la tension minimale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression minimale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé;
- 50 cycles de manœuvres à la tension maximale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression maximale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé.

Un interrupteur à manœuvre manuelle doit être soumis à l'essai suivant:

- 1 000 cycles de manœuvres en utilisant une plage d'efforts de manœuvre représentatifs de ceux qui sont susceptibles de se présenter en service.

Aucune durée spécifique n'est exigée entre les cycles de manœuvres ou entre les manœuvres de fermeture et d'ouverture. Cependant, ces essais doivent être effectués à une cadence telle que les échauffements des dispositifs électriques mis sous tension n'excèdent pas les valeurs spécifiées.

7.101.3 Essais pour les interrupteurs d'usage limité et d'usage spécial

Sauf spécification contraire, les essais effectués pour les interrupteurs d'usage limité doivent correspondre aux essais exigés pour un interrupteur d'usage général.

Dans le cas d'interrupteurs d'usage spécial manœuvrés fréquemment, des essais complémentaires d'endurance mécanique doivent être effectués conformément au Paragraphe 7.102.5 de l'IEC 62271-102:2018.

7.101.4 Etat de l'interrupteur pendant et après les essais de manœuvre mécanique

Les positions de fermeture complète et d'ouverture complète doivent être atteintes pour chaque cycle de manœuvres.

Pendant les essais, le fonctionnement satisfaisant des dispositifs de manœuvre, des contacts de commande, des contacts auxiliaires et des dispositifs indicateurs de position (le cas échéant) doit être vérifié.

Pendant les essais, il est admis de lubrifier le dispositif suivant les instructions du constructeur, mais aucun réglage mécanique n'est admis.

Après les essais, toutes les pièces doivent être en bon état et ne doivent pas présenter d'usure anormale. Les contacts doivent être considérés comme recouverts uniquement si une couche de revêtement subsiste aux points de contact après les essais; dans le cas contraire, les contacts doivent être considérés comme "non recouverts".

7.101.5 Essais de fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace

7.101.5.1 Généralités

S'ils sont exigés, les essais doivent être effectués suivant le Paragraphe 7.103 de l'IEC 62271-102:2018, avec l'exception suivante.

7.101.5.2 Vérification du fonctionnement

Les essais peuvent être considérés comme satisfaisants pour un interrupteur à manœuvre dépendante manuelle, même si plusieurs tentatives sont nécessaires pour ouvrir ou fermer correctement l'interrupteur. Les interrupteurs qui comportent des organes de manœuvre à accumulation d'énergie ou à manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure doivent manœuvrer correctement à la première tentative.

7.101.6 Fonctionnement lors de l'application d'efforts statiques assignés sur les bornes

L'essai d'efforts mécaniques statiques sur les bornes est effectué seulement par accord entre le constructeur et l'utilisateur afin de démontrer que l'interrupteur à haute tension fonctionne correctement avec des charges imposées par la glace, le vent et les conducteurs raccordés.

Si des essais sont effectués, le Paragraphe 7.102.4 de l'IEC 62271-102:2018 s'applique.

7.102 Dispositions diverses pour les essais d'établissement et de coupure

7.102.1 Disposition de l'interrupteur pour les essais

L'interrupteur à l'essai doit être complètement monté sur son propre support ou sur un support équivalent. Son dispositif de manœuvre doit être actionné dans les conditions spécifiées et, en particulier, si le dispositif de manœuvre est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté sous sa tension d'alimentation ou sa pression d'air minimale, respectivement.

Avant d'entreprendre les essais d'établissement et de coupure, des manœuvres à vide doivent être effectuées et les caractéristiques de fonctionnement de l'interrupteur (telles que la vitesse de déplacement, la durée de fermeture et la durée d'ouverture) doivent être enregistrées.

Si cela est applicable, les essais doivent être effectués avec la masse volumique minimale de gaz pour la coupure et l'isolation.

Les interrupteurs à commande manuelle peuvent être manœuvrés à distance ou par une commande à source d'énergie extérieure de manière à atteindre une vitesse de manœuvre équivalente à celle de la commande manuelle.

Les effets de la mise sous tension de l'une ou de l'autre des bornes de l'interrupteur doivent être pris en compte. Lorsque l'interrupteur en service peut être alimenté ou mis sous tension par les deux bornes et que les dispositions matérielles d'un côté de l'interrupteur diffèrent de celles de l'autre côté, le côté alimentation du circuit d'essai doit être relié à la borne dont le raccordement présente les conditions les plus sévères. En cas de doute, 50 % du nombre total de manœuvres de fermeture-ouverture de chaque séquence d'essais doivent être effectués en reliant le côté alimentation du circuit d'essai à une borne de l'interrupteur et les 50 % restants de chaque séquence d'essais doivent être réalisés en reliant l'alimentation à la borne opposée.

Les essais d'établissement et de coupure des interrupteurs tripolaires doivent être effectués de la manière suivante:

- un interrupteur tripolaire dont les trois pôles sont montés dans une enveloppe commune doit être soumis à l'essai comme une unité complète. Les essais d'établissement et de coupure ne sont admis qu'en triphasé, à moins que l'absence d'interaction ou de communication entre pôles pendant l'établissement ou la coupure puisse être démontrée.
- il convient de soumettre à l'essai un interrupteur triphasé dont les appareils de connexion ne sont pas complètement indépendants comme une unité complète. Les essais d'établissement et de coupure en triphasé sont préférables, mais, pour des raisons de commodité ou de limitation de la station d'essai, les essais en monophasé peuvent être effectués sur un seul pôle, à condition que pour toute la série des essais ce pôle ne soit pas placé dans une condition plus favorable que l'interrupteur tripolaire complet en ce qui concerne

- les caractéristiques mécaniques lors d'une manœuvre de fermeture (pour la méthode d'évaluation, voir Paragraphe 7.101.1.1 de l'IEC 62271-100:—);
- les caractéristiques mécaniques lors d'une manœuvre d'ouverture (pour la méthode d'évaluation, voir Paragraphe 7.101.1.1 de l'IEC 62271-100:—);
- la disponibilité du fluide extingueur de l'arc;
- la puissance et la robustesse des dispositifs de fermeture et d'ouverture;
- la rigidité de la structure.

Lorsque des essais monophasés sont admis, des essais par éléments séparés peuvent être effectués, sous réserve que l'interrupteur respecte les exigences du Paragraphe 7.102.4.1 de l'IEC 62271-100:—.

Des essais synthétiques monophasés ou triphasés doivent être effectués conformément à l'IEC 62271-101.

Pour les interrupteurs normalement installés dans une enveloppe métallique, à l'exception des interrupteurs sous enveloppe mécanique à isolation gazeuse, et qui émettent des flammes ou des particules métalliques en coupure ou établissement de courant, la procédure suivante est exigée. Les essais doivent être effectués tandis que l'interrupteur est monté dans l'enveloppe métallique ou en plaçant des écrans métalliques près des parties actives, à une distance que le constructeur doit spécifier. Les écrans, le châssis et toute autre partie normalement mise à la terre doivent être reliés à la terre par un fusible constitué d'un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et de 5 cm de longueur. Il est admis par hypothèse qu'aucun courant de fuite significatif n'a eu lieu si ce fil est intact après l'essai.

7.102.2 Comportement de l'interrupteur pendant les essais de coupure

L'interrupteur doit fonctionner correctement sans présenter de signe de fatigue mécanique ou électrique excessive. Il ne doit y avoir ni émission de flammes, ni éjection de matières, ni génération de bruit pouvant être nuisibles au personnel d'exploitation.

Il ne doit pas y avoir d'émission de flammes ni de particules métalliques hors de l'interrupteur pendant la manœuvre, telles qu'elles puissent réduire le niveau d'isolement de l'interrupteur.

Il ne doit pas y avoir de courant de fuite significatif vers la structure ou les écrans mis à la terre, tel qu'il puisse mettre en danger l'opérateur ou endommager les matériaux isolants.

7.102.3 Etat de l'interrupteur après les essais de coupure

Après l'essai, l'interrupteur ne doit pas présenter de détérioration significative, doit être capable de fonctionner normalement, de supporter son courant permanent assigné ainsi que les tensions spécifiées pour les essais diélectriques. L'état des contacts ne doit pas être susceptible d'affecter sensiblement le fonctionnement à toute valeur de pouvoir de fermeture et/ou de coupure jusqu'aux valeurs assignées. Les contacts d'arc ou toute autre pièce interchangeable spécifiée peuvent être usés. La qualité de l'huile ou de tout autre matériau utilisé pour la coupure de l'arc peut être altérée et les quantités réduites au-dessous des quantités normales. Les isolateurs peuvent présenter des dépôts causés par la décomposition du fluide extingueur d'arc.

L'examen visuel et la manœuvre à vide de l'interrupteur après les essais sont habituellement suffisants pour vérifier les exigences ci-dessus.

En cas de doute sur l'aptitude de l'interrupteur à remplir les exigences diélectriques, l'interrupteur doit être soumis aux essais correspondants de tenue à la tension à fréquence industrielle conformément au Paragraphe 7.2.11 de l'IEC 62271-100:—.

Les caractéristiques d'isolement d'un interrupteur-sectionneur en position d'ouverture ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées, par suite d'une détérioration des parties isolantes au voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle à cette dernière. Les exigences de l'IEC 62271-102:2018 relatives aux sectionneurs doivent être respectées.

7.102.4 Etat de l'interrupteur pendant et après les essais de fermeture en court-circuit

Pendant l'essai, aucune décharge disruptive ne doit survenir entre les parties sous tension et la terre ou entre phases. L'interrupteur peut subir pendant l'essai des dommages qui peuvent nécessiter une maintenance (remplacement de pièces, renouvellement du fluide extingueur, nettoyage et/ou réglage) pour remettre l'interrupteur dans son état avant l'essai. Avant la maintenance, l'interrupteur doit satisfaire aux critères suivants:

- a) conditions mécaniques: l'interrupteur doit être capable de manœuvrer mécaniquement et, lorsque la manœuvre d'ouverture est commencée, l'interrupteur doit s'ouvrir de la manière prévue;
- b) aptitude à la coupure: l'interrupteur doit être capable de couper les courants correspondant à ses pouvoirs de coupure assignés;
- c) exigences diélectriques: les caractéristiques d'isolement entre contacts ouverts haute tension et par rapport à la terre ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées, par suite de la détérioration des pièces isolantes au voisinage de la distance d'isolement ou parallèles à celle-ci.

Les caractéristiques d'isolement d'un interrupteur-sectionneur en position d'ouverture ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées, par suite d'une détérioration des parties isolantes au voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle à cette dernière. Les exigences de l'IEC 62271-102 relatives aux sectionneurs doivent être respectées;

- d) courant admissible: l'interrupteur doit être capable de supporter son courant assigné en service continu sans que les échauffements stabilisés des parties métalliques en contact avec des matériaux isolants ne dépassent de plus de 10 K les valeurs maximales spécifiées. Aucune limite d'échauffement n'est fixée pour les autres parties de l'interrupteur, excepté que l'échauffement doit atteindre une valeur stable.

L'examen visuel et la manœuvre à vide après les essais sont habituellement suffisants pour vérifier les exigences ci-dessus.

En cas de doute sur l'aptitude de l'interrupteur à satisfaire aux exigences du Paragraphe 7.102.4 c), il doit être soumis aux essais correspondants de tenue à la tension conformément au Paragraphe 7.2.12 de l'IEC 62271-100:—.

7.103 Circuits d'essai pour les essais d'établissement et de coupure

7.103.1 Généralités

Les essais d'établissement et de coupure des interrupteurs tripolaires peuvent être effectués sur des circuits d'essai triphasés ou monophasés, sauf exception indiquée au Paragraphe 7.102.1.

7.103.2 Mise à la terre du circuit d'essai et de l'interrupteur

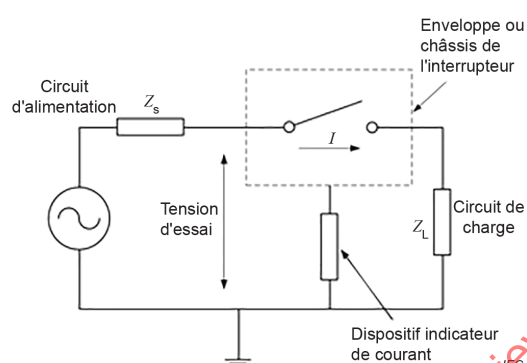
Les essais de coupure des interrupteurs tripolaires d'usage général de tension assignée inférieure ou égale à 170 kV, avec un circuit d'essai triphasé, doivent être effectués en mettant à la terre soit le point neutre de l'alimentation, soit le point neutre de la charge. Dans le premier cas, l'impédance homopolaire doit être inférieure à trois fois l'impédance directe, côté alimentation. Dans les deux cas, le circuit d'essai et le châssis de l'interrupteur doivent être mis à la terre de telle sorte que les conditions de tension entre les parties actives et la terre et entre l'entrée et la sortie de l'interrupteur après extinction de l'arc reproduisent les conditions de tension en service.

Les interrupteurs d'usage général de tension assignée supérieure ou égale à 245 kV doivent être soumis à l'essai en mettant à la terre les deux points neutres des circuits d'alimentation et de charge.

Les essais de coupure en monophasé d'interrupteurs tripolaires ou les essais d'interrupteurs unipolaires doivent être effectués en reliant une borne du pôle à l'essai à l'alimentation et l'autre borne à la charge. Le point commun à la charge et à l'alimentation peut être mis à la terre, comme le montrent par exemple la Figure 1 et la Figure 2. Toutefois, lorsqu'il est nécessaire d'assurer une répartition correcte de la tension entre les éléments d'un interrupteur à plusieurs éléments, un autre point du circuit d'alimentation peut être relié à la terre.

Pour les circuits d'essai capacitifs, se reporter aux Paragraphes 7.105.3 et 7.105.4. Pour tous les essais, les connexions utilisées doivent être indiquées dans le rapport d'essais.

NOTE Les mises à la terre pour les essais des interrupteurs d'usage général correspondent, pour les tensions assignées inférieures ou égales à 170 kV, à des réseaux à neutre non effectivement à la terre (du côté alimentation et/ou du côté charge) et pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV à des réseaux à neutre à la terre (du côté alimentation et du côté charge). Pour des conditions de mise à la terre différentes, les conditions d'essai et les caractéristiques assignées de coupure des interrupteurs d'usage spécial et d'usage limité sont définies par accord entre le constructeur et l'utilisateur.



Tension et courant d'essai définis dans le Tableau 6 et le

Tableau 7

Circuit d'alimentation:

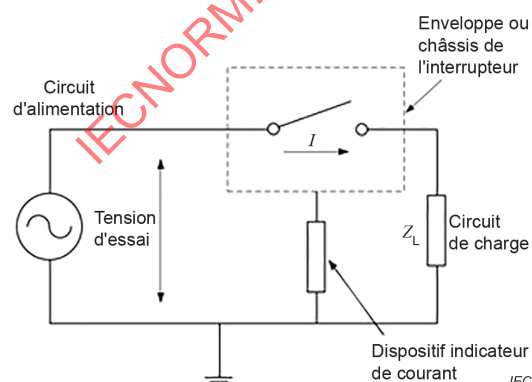
- Facteur de puissance $\leq 0,2$
- $Z_T = Z_S + Z_L$
- $|Z_S| = (0,15 \pm 0,03) |Z_T|$
- Paramètres de TTR: Tableau 4, Tableau 6 et

Tableau 7

Circuit de charge:

- Facteur de puissance = 0,65 à 0,75

Figure 1 – Circuit d'essai monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de charge principalement active, séquences d'essais TD_{load1} et TD_{load2}



Séquence d'essais TD_{loop} – Boucle fermée de lignes de transport:

- Tension d'essai, courant d'essai et paramètres de TTR définis dans le Tableau 5, le Tableau 6 et le

Tableau 7

- Facteur de puissance $\leq 0,3$

Séquence d'essais TD_{pptr} – Transformateurs en parallèle:

- Tension d'essai, courant d'essai et paramètres de TTR définis dans le Tableau 6, le

Tableau 7 et le Tableau 8

- Facteur de puissance $\leq 0,2$

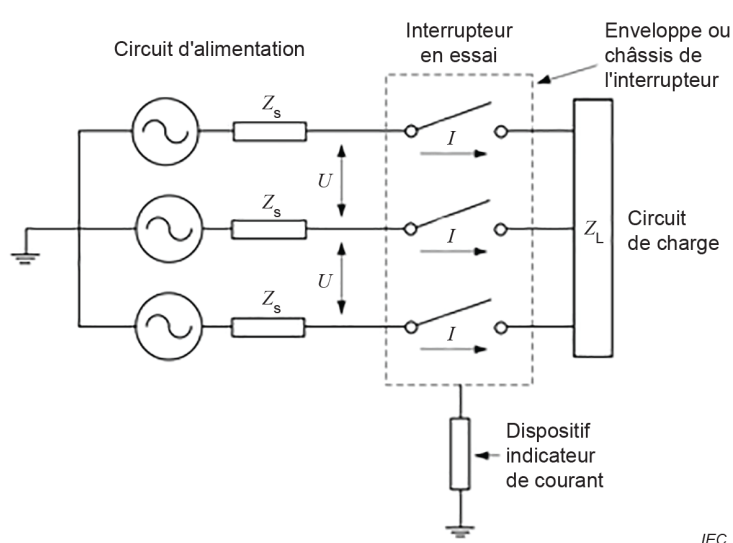
Figure 2 – Circuit d'essai monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de boucle fermée de lignes de transport et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr}

7.103.3 Circuit de charge principalement active (séquences d'essais TD_{load1} et TD_{load2})

Les circuits d'essai représentés à la Figure 1 et à la Figure 3 comprennent un circuit d'alimentation et un circuit de charge. Le circuit d'alimentation qui comprend l'impédance en série totale doit être constitué de réactances et de résistances en série et doit avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,2. L'impédance du circuit d'alimentation doit représenter $(15 \pm 3) \%$ de l'impédance totale du circuit d'essai pour la séquence d'essais TD_{load2} (à 100 % du courant assigné). La même impédance du circuit d'alimentation doit être utilisée pour tous les essais à des niveaux réduits de courant.

L'impédance représentant le circuit d'alimentation peut être reliée au côté source de l'interrupteur, ou répartie entre les deux côtés. La tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'alimentation, dans les conditions d'un défaut aux bornes, ne doit pas être moins sévère que celles spécifiées dans le Tableau 4. Il convient que le circuit de charge ait un facteur de puissance de $0,7 \pm 0,05$ et il doit être constitué d'inductances en parallèle avec des résistances. Des facteurs de puissance inférieurs peuvent être utilisés à la discrétion du constructeur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-104:2020



Séquence d'essais TD_{load2}: $I = I_{load}$

Séquence d'essais TD_{load1}: $I = 0,05$

I_{load}

Circuit d'alimentation:

– Facteur de puissance $\leq 0,2$

– $Z_T = Z_S + Z_L$

– $|Z_S| = (0,15 \pm 0,03) |Z_T|$

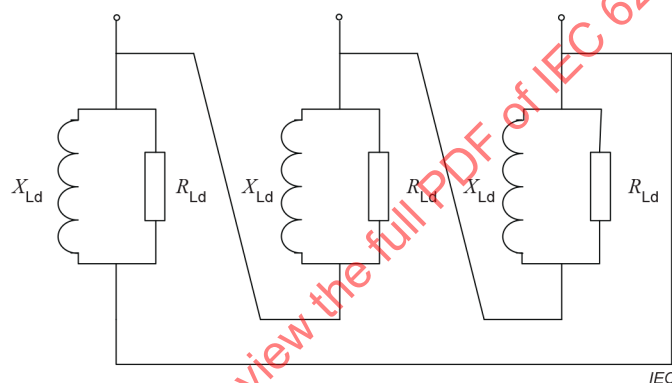
– Paramètres de TTR: Tableau 4

Circuit de charge:

– Facteur de puissance = 0,65 à 0,75

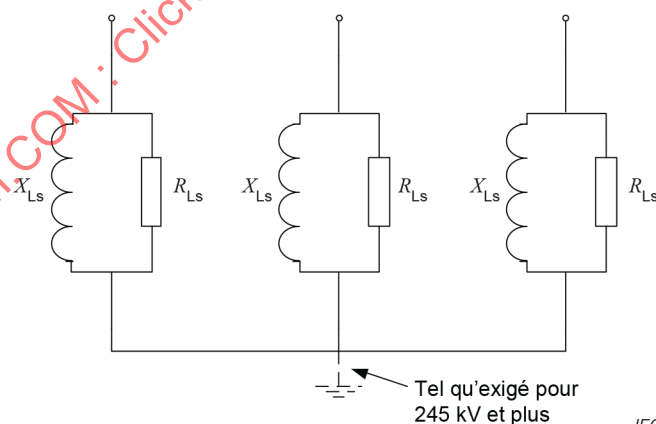
IEC

Figure 3a – Circuit général



IEC

Figure 3b – Couplage de la charge en triangle



IEC

Figure 3c – Couplage de la charge en étoile

Légende

X_{Ld} Impédance inductive du circuit de charge dans le cas d'un couplage de la charge en triangle

R_{Ld} Résistance d'amortissement du circuit de charge dans le cas d'un couplage de la charge en triangle

X_{Ls} Impédance inductive du circuit de charge dans le cas d'un couplage de la charge en étoile

X_{Ls} Résistance d'amortissement du circuit de charge dans le cas d'un couplage de la charge en étoile

Figure 3 – Circuit d'essai triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de charge principalement active, séquences d'essais TD_{load1} et TD_{load2}

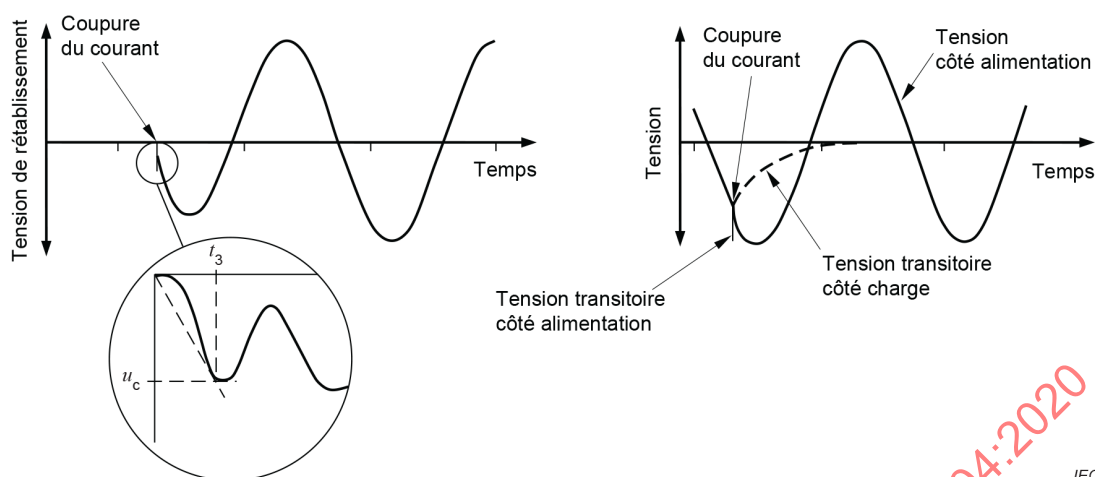


Figure 4 – Tension transitoire côté alimentation et côté charge pour les essais de coupure de courant de charge principalement active (voir Tableau 4)

Tableau 4 – Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de courant de charge principalement active

Tension assignée	Composante du circuit d'alimentation	
	Valeur de crête de la tension	Facteur de temps
U_r kV	u_c kV	t_3 μs
72,5	15	28
100	21	34
123	26	40
145	30	45
170	36	51
245	34	66
300	42	73
362	50	82
420	60	88
550	76	102
800	110	119

NOTE 1 La tension transitoire est de forme (1-cos) et les valeurs s'appliquent au premier pôle qui coupe. Les tensions transitoires côté alimentation et côté charge de l'interrupteur sont représentées sur la Figure 4.

NOTE 2 L'impédance série d'alimentation est égale à 15 % de l'impédance totale avec un facteur de puissance inférieur ou égal à 0,2. La charge est constituée de réactances et de résistances en parallèle. La TTR côté charge est une tension exponentiellement décroissante dont la valeur de crête est déterminée par le facteur de puissance de la charge. Ainsi, la TTR côté charge est entièrement déterminée par le circuit de charge et peut ne pas être spécifiée.

NOTE 3 L'impédance série d'alimentation est une combinaison de l'impédance locale d'un transformateur (par hypothèse égale à 10 %) et de l'impédance lointaine de la source (par hypothèse égale à 5 %). La fréquence de la TTR du transformateur est beaucoup plus élevée que la fréquence de la TTR de la source lointaine, par conséquent la composante côté circuit d'alimentation de la TTR provient seulement de la contribution du transformateur. Le facteur de premier pôle qui coupe k_{pp} est de 1,5 pour les tensions assignées inférieures à 245 kV dans l'hypothèse de neutre des transformateurs non effectivement à la terre et de 1,0 pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV dans l'hypothèse de neutre des transformateurs mis solidement à la terre. Il est pris pour hypothèse un facteur d'amplitude égal à 1,7 conformément à l'IEC 62271-100:— pour la séquence d'essais de court-circuit T10.

$$u_c = U_r \sqrt{\frac{2}{3}} \times k_{pp} \times 1,7 \times 0,10$$

7.103.4 Circuits de boucle fermée (séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr})

a) Lignes de transport (séquence d'essais TD_{loop})

Les circuits d'essai de la Figure 2 et de la Figure 5 doivent avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,3. Les tensions transitoires de rétablissement présumées ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées dans le Tableau 5.

Pour les essais en triphasé des interrupteurs tripolaires, la tension d'essai entre phases du circuit ouvert est égale à 20 % de la tension assignée pour les interrupteurs de tension assignée inférieure à 300 kV, et à 15 % de la tension assignée pour les interrupteurs de tension assignée supérieure ou égale à 300 kV. Les tensions d'essai pour les essais en monophasé sont indiquées dans le Tableau 6 et le

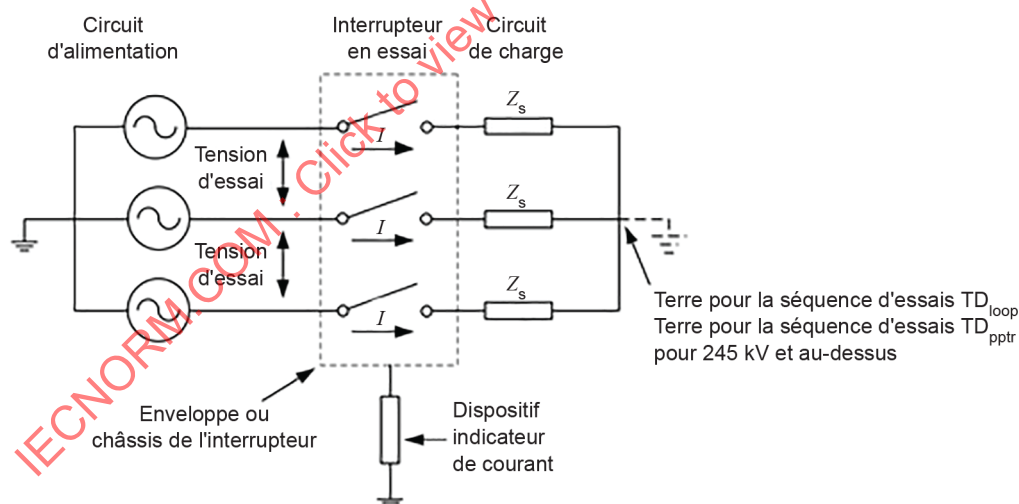
Tableau 7.

Les lignes de transport anormalement longues ou avec compensation série sont considérées comme des cas spéciaux pour lesquels les tensions réelles peuvent dépasser les valeurs spécifiées. Pour ces cas spéciaux, les essais doivent être effectués par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La tension transitoire de rétablissement présumée spécifiée a la forme d'une onde triangulaire due à l'impédance d'onde des lignes de transport connectées. Cependant, pour la commodité des essais, une tension transitoire de rétablissement ayant une forme (1-cos) peut être utilisée si les valeurs de VATR (vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement) et de u_c spécifiées dans le Tableau 5 sont obtenues en appliquant la méthode des 2 paramètres.

b) Transformateurs en parallèle (séquence d'essais TD_{pptr})

Les circuits d'essai de la Figure 2 et de la Figure 5 doivent avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,2. Les tensions transitoires de rétablissement présumées ne doivent pas être moins sévères que celles spécifiées dans le Tableau 8.



IEC

Séquence d'essais TD_{loop} – Lignes de transport:

- Tension d'essai = $0,20 U_r$ pour des tensions assignées < 300 kV
- Tension d'essai = $0,15 U_r$ pour des tensions assignées ≥ 300 kV
- Courant d'essai = I_{loop}
- Facteur de puissance $\leq 0,3$
- Paramètres de TTR: Tableau 5

Séquence d'essais TD_{pptr} – Transformateurs en parallèle:

- Tension d'essai = $0,15 U_r$
- Courant d'essai = I_{pptr}
- Facteur de puissance $\leq 0,2$
- Paramètres de TTR: Tableau 8

Figure 5 – Circuit d'essai triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courants de boucle fermée de lignes de transport et de transformateurs en parallèle TD_{loop} et TD_{pptr}

NOTE Si, au cours du processus d'interruption, l'interrupteur émet des particules incandescentes, les circuits d'essai représentés à la Figure 5 ne sont pas en mesure de vérifier l'effet de ces particules sur l'isolation phase-terre et entre phases lors du processus d'interruption.

Tableau 5 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de courant de boucle fermée de lignes de transport

Tension assignée U_r kV	Valeur de crête de la tension u_c kV	Facteur VATR ^a kV/μs par kA	
		60 Hz	50 Hz
72,5	19	0,227	0,189
100	26	0,227	0,189
123	32	0,227	0,189
145	38	0,227	0,189
170	44	0,227	0,189
245	64	0,227	0,189
300	59	0,174	0,145
362	71	0,174	0,145
420	82	0,174	0,145
550	110	0,174	0,145
800	157	0,174	0,145

^a Le facteur de temps peut être calculé à partir des facteurs VATR/kA pour une valeur de crête de la tension u_c et un courant d'essai en kA, selon l'équation suivante:

$$t_3 = \frac{u_c}{(\text{RRRV factor} \times \text{test current (in kA)})}$$

NOTE 1 La tension transitoire a la forme d'une rampe rectiligne jusqu'à la valeur de crête. Pour la commodité des essais, une tension transitoire de forme (1-cos) peut être utilisée. Une tension transitoire type est représentée sur la Figure 6.

NOTE 2 La tension d'essai entre phases du circuit ouvert en régime établi doit être égale à 20 % de la tension assignée inférieure à 300 kV et à 15 % de la tension assignée supérieure ou égale à 300 kV. u_c correspond à un réseau à neutre solidement à la terre, avec un facteur de premier pôle qui coupe k_{pp} égal à 1,0 et un facteur d'amplitude égal à 1,6 suivant les facteurs d'amplitude spécifiés dans l'IEC 62271-100. — pour les défauts proches en ligne.

$$u_c = U_r \times (0,20 \text{ or } 0,15) \sqrt{\frac{2}{3}} \times 1,0 \times 1,6$$

NOTE 3 La VATR est égale au produit de di/dt par l'impédance d'onde équivalente Z_{eq} . L'impédance d'onde équivalente a été calculée pour le premier pôle qui s'ouvre, car le courant coupé est le plus élevé dans ce cas.

$$Z_{eq} = \frac{3 \left(\frac{Z_1}{2} \right) Z_0}{\left(\frac{Z_1}{2} \right) + Z_0}$$

où

Z_1 est l'impédance d'onde directe; et

Z_0 est l'impédance d'onde homopolaire.

$Z_{eq} = 425 \, \Omega$ pour les tensions inférieures ou égales à 245 kV et $325 \, \Omega$ pour les tensions supérieures à 245 kV. Z_{eq} n'est pas la même que celle habituellement utilisée pour les défauts proches en ligne. Z_{eq} s'applique au premier pôle qui s'ouvre et non pas au dernier comme dans le cas des défauts proches en ligne. L'impédance d'onde varie au-dessus de 245 kV en raison de l'utilisation de conducteurs en faisceaux. Noter également que les conducteurs ne se touchent pas pendant une manœuvre de boucle fermée.

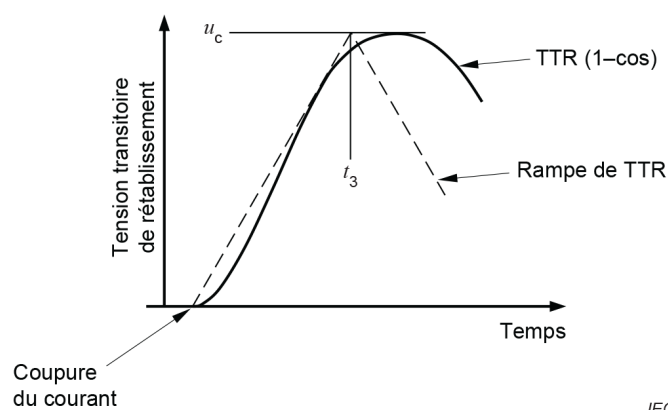


Figure 6 – Représentation de la tension transitoire associée aux essais de coupure de courant de boucle fermée de lignes de transport (voir Tableau 5)

Tableau 6 – Séquences d'essais pour les essais en monophasé des interrupteurs tripolaires dont la non-simultanéité entre pôles est inférieure ou égale à 0,25 cycle

Séquence d'essais		Tension assignée	Tension d'essai ¹⁾	Courant d'essai
Description	TD			
Charge principalement active: 100 %	TD _{load2} *	< 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}^{2)}$	I_{load}
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	I_{load}
Charge principalement active: 5 %	TD _{load1} *	< 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}^{2)}$	$0,05 \times I_{load}$
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	$0,05 \times I_{load}$
Boucle fermée, lignes de transport	TD _{loop} *	< 300 kV	$0,20 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{loop}
		≥ 300 kV	$0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	
Boucle fermée, transformateurs en parallèle	TD _{pptr} *	< 245 kV	$1,5 \times 0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{pptr}
		≥ 245 kV	$0,15 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{pptr}
Courant de câbles à vide	TD _{CC2} *	Toutes les valeurs	$U_r / \sqrt{3}$	I_{cc}
	TD _{CC1} *			$(0,1-0,4) \times I_{cc}$
Courant de lignes à vide	TD _{LC2} *	Toutes les valeurs	$1,2 \times U_r / \sqrt{3}^{2)}$	I_{lc}
	TD _{LC1} *			$(0,1-0,4) \times I_{lc}$
Courant de barres omnibus à vide	TD _{bus}	Toutes les valeurs	**	**
Batterie unique de condensateurs	TD _{SB2}	Toutes les valeurs	2) 3)	I_{bc}
	TD _{SB1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
Batterie de condensateurs à gradins	TD _{BC2}	Toutes les valeurs	2) 3)	I_{bc}
	TD _{BC1}			$(0,1-0,4) \times I_{bc}$
Transformateur à vide	TD _{notr}	Toutes les valeurs	**	**
Bobines d'inductance shunt	TD _{shunt}	< 100 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	630 A
		≥ 100 kV et < 245 kV	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	200 A ⁴⁾
				315 A
		≥ 245 kV	$U_r / \sqrt{3}$	100 A ⁴⁾