

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV**

**Appareillage à haute tension –
Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et
inférieures ou égales à 52 kV**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV**

**Appareillage à haute tension –
Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et
inférieures ou égales à 52 kV**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 General	8
1.1 Scope.....	8
1.2 Normative references	8
2 Normal and special service conditions	9
3 Terms and definitions	9
3.1 General terms	9
3.2 Assemblies of switchgear and controlgear	9
3.3 Parts of assemblies	9
3.4 Switching devices.....	9
3.5 Parts of switchgear and controlgear	11
3.6 Operation	11
3.7 Characteristic quantities	11
3.8 Index of definitions	13
4 Ratings.....	14
4.1 Rated voltage (U_r)	14
4.2 Rated insulation level	15
4.3 Rated frequency (f_r).....	15
4.4 Rated normal current and temperature rise	15
4.5 Rated short-time withstand current (I_k)	15
4.6 Rated peak withstand current (I_p)	15
4.7 Rated duration of short-circuit (t_k).....	15
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a).....	15
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits.....	15
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems	15
4.11 Rated filling levels for insulation and/or operation	15
4.101 Rated mainly active load-breaking current (I_{load})	15
4.102 Rated closed-loop breaking current (I_{loop} and I_{ptr}).....	16
4.103 Rated cable-charging breaking current (I_{cc})	16
4.104 Rated line-charging breaking current (I_{lc})	16
4.105 Rated single capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{sb})	16
4.106 Rated back-to-back capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{bb}).....	16
4.107 Rated back-to-back capacitor bank inrush making current for special purpose switches (I_{in})	16
4.108 Rated earth fault breaking current (I_{ef1})	16
4.109 Rated cable- and line-charging breaking current under earth fault conditions (I_{ef2})	17
4.110 Rated motor breaking current for special purpose switches (I_{mot})	17
4.111 Rated short-circuit making current (I_{ma}).....	17
4.112 Rated breaking and making currents for a general purpose switch.....	17
4.113 Ratings for limited purpose switches.....	18
4.114 Ratings for special purpose switches	18
4.115 Ratings for switches backed by fuses	18

4.116	Type and classes for general purpose, limited purpose and special purpose switches	18
5	Design and construction	19
5.1	Requirements for liquids in switchgear and controlgear	19
5.2	Requirements for gases in switchgear and controlgear	19
5.3	Earthing of switchgear and controlgear	19
5.4	Auxiliary and control equipment	19
5.5	Dependent power operation	19
5.6	Stored energy operation	19
5.7	Independent manual or power operation (independent unlatched operation)	19
5.8	Operation of releases	19
5.9	Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices	19
5.10	Nameplates	19
5.11	Interlocking devices	21
5.12	Position indication	21
5.13	Degrees of protection provided by enclosures	21
5.14	Creepage distances for outdoor insulators	21
5.15	Gas and vacuum tightness	21
5.16	Liquid tightness	21
5.17	Fire hazard (flammability)	22
5.18	Electromagnetic compatibility (EMC)	22
5.19	X-ray emission	22
5.20	Corrosion	22
5.101	Making and breaking operations	22
5.102	Requirements for switch-disconnectors	22
5.103	Mechanical strength	22
5.104	Securing the position	22
5.105	Auxiliary contacts for signalling	22
5.106	No-load transformer breaking	23
6	Type tests	23
6.1	General	23
6.1.1	Grouping of tests	23
6.1.2	Information for identification of specimens	24
6.1.3	Information to be included in the type-test reports	24
6.1.101	Reference no-load test	24
6.2	Dielectric tests	24
6.3	Radio interference voltage (r.i.v.) test	24
6.4	Measurement of the resistance of circuits	24
6.5	Temperature-rise tests	24
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	24
6.7	Verification of the protection	25
6.8	Tightness tests	25
6.9	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	25
6.10	Additional tests on auxiliary and control circuits	25
6.10.1	General	25
6.10.2	Functional tests	25
6.10.3	Electrical continuity of earthed metallic parts test	25
6.10.4	Verification of the operational characteristics of auxiliary contacts	25
6.10.5	Environmental tests	25

6.10.6	Dielectric test	25
6.11	X-radiation test procedure for vacuum interrupters	25
6.101	Making and breaking tests	26
6.101.1	Test duties for general purpose switches	26
6.101.2	Test duties for limited purpose switches	28
6.101.3	Test duties for special purpose switches	28
6.101.4	Arrangement of the switch for tests	30
6.101.5	Earthing of test circuit and switch	30
6.101.6	Test parameters	31
6.101.7	Test circuits	33
6.101.8	Behaviour of switch during breaking tests	46
6.101.9	Condition of switch after breaking tests and short-circuit making tests	47
6.101.10	Type-test reports	48
6.102	Mechanical and environmental tests	49
6.102.1	Miscellaneous provisions for mechanical and environmental tests	49
6.102.2	Mechanical operation test at ambient air temperature	51
6.102.3	Low and high temperature tests	52
6.102.4	Humidity test on auxiliary and control circuits	52
6.102.5	Operation under severe ice conditions	58
6.102.6	Tests to verify the proper functioning of the position indicating device	58
7	Routine tests	59
7.101	Mechanical operating tests	59
8	Guide to the selection of switchgear and controlgear	60
8.101	General	60
8.102	Conditions affecting application	60
8.103	Insulation coordination	60
8.104	Selection of class of switch	60
8.104.1	General purpose switch	60
8.104.2	Limited purpose switch	61
8.104.3	Special purpose switch	61
8.105	Tests for special applications	61
9	Information to be given with inquiries, tenders and orders	61
9.1	Information to be given with inquiries and orders	61
9.2	Information to be given with tenders	62
10	Transport, storage, installation, operation and maintenance	63
11	Safety	63
12	Influence of the product on the environment	63
Annex A (normative)	Tolerances on test quantities for type tests	64
Bibliography		66
Figure 1	Three-phase test circuit for mainly active load current switching for test duty TD_{load}	34
Figure 2	Single-phase test circuit for mainly active load current switching for test duty TD_{load}	35
Figure 3	Three-phase test circuit for distribution line closed-loop and parallel transformer current switching test for test duties TD_{loop} and TD_{pptr}	37

Figure 4 – Single-phase test circuit for distribution line closed-loop and parallel transformer current switching test, for test duties TD_{loop} and TD_{pptr}	37
Figure 5 – General test circuit for three- and single-phase capacitive switching tests.....	42
Figure 6 – Prospective TRV parameter limits for capacitor bank current breaking tests.....	44
Figure 7 – Three-phase test circuit for earth fault breaking current tests, for test duty TD_{ef1}	45
Figure 8 – Three-phase test circuit for cable-charging breaking current tests under earth fault conditions, for test duty TD_{ef2}	45
Figure 9 – Three-phase test circuit for short-circuit making current test for test duty TD_{ma}	46
Figure 10 – Single-phase test circuit for short-circuit making current test for test duty TD_{ma}	46
Figure 11 – Test sequences for low and high temperature tests	53
Figure 12 – Humidity test.....	57
Table 1 – Preferred values of rated line- and cable-charging breaking currents for general purpose switch	17
Table 2 – Product information	20
Table 3 – Test duties for general purpose switches – Test duties for three-phase tests on three-pole operated, switches	26
Table 4 – Test duties for general purpose switches – Single phase tests on three-pole switches operated pole-after-pole and single-pole switches applied on three-phase systems	27
Table 5 – Test duties for special purpose switches – Three-phase tests on three-pole operated, switches	29
Table 6 – Test duties for special purpose switches – Single phase tests on three-pole switches operated pole-after-pole and single-pole switches applied on three-phase systems	29
Table 7 – Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests ^a	36
Table 8 – TRV parameters for distribution line closed loop breaking tests.....	38
Table 9 – TRV parameters for parallel power transformer current breaking tests.....	39
Table 10 – Prospective recovery voltage parameter limits for capacitor bank current breaking tests	43
Table A.1 – Tolerances on test quantities for type tests	64

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 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 62271-103 has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This standard cancels and replaces the third edition of IEC 60265-1, published in 1998. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 60265-1:1998:

- the rated voltage of 52 kV is now included;
- the document is aligned with IEC 62271-1 and IEC 62271-100;
- addition of a test procedure for short-circuit making tests;
- introduction of notion of NSDD (non-sustained disruptive discharge) as defined in IEC 62271-1 and restrikes;
- new classes C1 and C2 for capacitive switching;

- new Annex A defining tolerances.

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

FDIS	Report on voting
17A/961/FDIS	17A/966/RVD

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

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 62271-1:2007, to which it refers and which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 62271-1. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of October 2013 have been included in this copy.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 62271 is applicable to three-phase, alternating current switches and switch-disconnectors for their switching function, having making and breaking current ratings, for indoor and outdoor installations, for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV and for rated frequencies from $16\frac{2}{3}$ Hz up to and including 60 Hz. This standard is also applicable to single-pole switches used on three phase systems.

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

Switch-disconnectors are also covered by IEC 62271-102 for their disconnecting function.

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

General principles and provisions of this standard may also be applicable to single pole switches intended for application in single-phase systems. The requirements for dielectric tests and making and breaking tests should be in accordance with the requirements of the specific application.

This standard establishes requirements for general, limited and special purpose switches used in distribution systems.

It is assumed that opening and closing operations are performed according to the manufacturer's instructions. A making operation may immediately follow a breaking operation but a breaking operation should not immediately follow a making operation since the current to be broken may then exceed the rated breaking current of the switch.

NOTE 1 Except where special clarification is required, the term "switch" is used to refer to all kinds of switches and switch-disconnectors within the scope of this standard.

NOTE 2 Earthing switches are not covered by this standard. Earthing switches forming an integral part of a switch are covered by IEC 62271-102.

NOTE 3 This standard is not applicable to switching devices attached as an accessory to a high-voltage fuse assembly or its mounting and operated by opening and closing the fuse assembly.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

IEC 62271-100:2008, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

IEC 62271-102:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 62271-110:2009, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 110: Inductive load switching*

2 Normal and special service conditions

Clause 2 of IEC 62271-1 is applicable.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-441 and IEC 62271-1, as well as the following apply.

NOTE 1 Some terms and definitions are recalled hereunder for easier use or for the necessity of some precision or adaptation for the interpretation of this standard.

NOTE 2 The terms and definitions given below are classified in accordance with IEC 60050-441. The additional terms and definitions are classified so as to be aligned with the classification used in IEC 60050-441.

3.1 General terms

Subclause 3.1 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

3.1.101

effectively earthed neutral system

system earthed through a sufficiently low impedance such that for all system conditions the ratio of the zero-sequence reactance to the positive-sequence reactance (X_0/X_1) is positive and less than 3, and the ratio of the zero-sequence resistance to the positive-sequence reactance (R_0/X_1) is positive and less than 1. Normally such systems are solidly earthed (neutral) systems or low impedance earthed (neutral) systems

NOTE For the correct assessment of the earthing conditions not only the physical earthing conditions around the relevant location but the total system is to be considered.

3.1.102

non-effectively earthed neutral system

system other than effectively earthed neutral system, not meeting the conditions given in 3.1.101. Normally such systems are isolated neutral systems, high impedance earthed (neutral) systems or resonant earthed (neutral) systems

NOTE For the correct assessment of the earthing conditions not only the physical earthing conditions around the relevant location but the total system is to be considered.

3.2 Assemblies of switchgear and controlgear

Subclause 3.2 of IEC 62271-1 applies.

3.3 Parts of assemblies

Subclause 3.3 of IEC 62271-1 applies.

3.4 Switching devices

Subclause 3.4 of IEC 62271-1 applies with the following addition.

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 a short-circuit

[IEC 60050-441:1984, 441-14-10, modified]

3.4.102

switch-disconnector

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

[IEC 60050-441:1984, 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 in distribution systems. The switch is also capable of carrying and making short-circuit currents

3.4.103.1

class E1 general purpose switch

general purpose switch capable of performing a basic electrical endurance of load breaking currents and short-circuit makings

NOTE This class is typically adequate for applications where infrequent switching operations are performed or where appropriate inspection and replacement of switching parts is permissible.

3.4.103.2

class E2 general purpose switch

general purpose switch capable of performing a medium electrical endurance of load breaking currents and short-circuit makings

NOTE This class is typically adequate for applications where infrequent switching operations are performed but where inspection and replacement of switching parts is not permissible or possible.

3.4.103.3

class E3 general purpose switch

general purpose switch capable of performing a high electrical endurance of load breaking currents and short-circuit makings

NOTE This class is typically adequate for applications where frequent switching operations are performed and inspection and replacement of switching parts is not permissible or possible.

3.4.103.4

class M1 switch

switch suitable for applications requiring a mechanical endurance of 1 000 operations

3.4.103.5

class M2 switch

switch suitable for special service applications and for frequent operation having an extended mechanical endurance of 5 000 operations

3.4.103.6

class C1 switch

switch with capability of capacitive current breaking as demonstrated by specific type tests (test duties I_{cc} , I_{lc} , I_{sb} and I_{bb})

3.4.103.7

class C2 switch

switch with very low probability of restrike during capacitive current breaking as demonstrated by specific type tests (test duties I_{cc} , I_{lc} , I_{sb} and I_{bb})

3.4.104**limited purpose switch**

switch which has a rated normal current, a rated short-time withstand current, and one or more but not all switching capabilities of a general purpose switch

3.4.105**special purpose switch**

general purpose switch or limited purpose switch suitable for one or more of the following applications:

- switching single capacitor banks;
- switching back-to-back capacitor banks;
- switching of closed-loop circuits consisting of large power transformers in parallel;
- switching of motors under steady-state and stalled conditions

3.4.105.1**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

3.4.105.2**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 supply side of the switch up to its rated back-to-back capacitor bank breaking current. The switch is capable of making the associated inrush current up to its rated capacitor bank inrush making current

3.4.105.3**motor switch**

special purpose switch intended for switching of motors under steady-state and stalled conditions

3.4.105.4**parallel power transformer closed-loop switch**

special purpose switch intended for switching a closed-loop circuit consisting of large power transformers in parallel

NOTE The switch is typically applied as a medium voltage tie switch on the transformer secondary circuit such that the breaking current is high and the transient recovery voltage (TRV) conditions are severe

3.5 Parts of switchgear and controlgear

Subclause 3.5 of IEC 62271-1 applies.

3.6 Operation

Subclause 3.6 of IEC 62271-1 applies.

3.7 Characteristic quantities

Subclause 3.7 of IEC 62271-1 applies with the following addition.

3.7.101**breaking capacity**

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

NOTE 2 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.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-08, modified]

3.7.102

mainly active load-breaking capacity

breaking capacity when opening a mainly active load circuit, the power factor of which is at least 0,75, 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 transformer circuit under no-load conditions

3.7.104

closed-loop breaking capacity

breaking capacity when opening a closed-loop distribution line circuit, or a power transformer in parallel with one or more power transformers, i.e., a circuit in which both sides of the switch remain energized after breaking

3.7.105

cable-charging breaking capacity

breaking capacity when opening a cable circuit under no-load conditions

3.7.106

line-charging breaking capacity

breaking capacity when opening an overhead line circuit under no-load conditions

3.7.107

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

3.7.108

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

3.7.109

back-to-back 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

3.7.110

motor breaking capacity

breaking capacity when opening a motor under steady-state and stalled conditions

3.7.111

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

3.7.112

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

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

3.7.113**breaking current**

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

[IEC 60050-441:1984, 441-17-07]

3.7.114**(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 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 Where, for a three-phase circuit, a single value of (peak) making current is referred to, it is, unless otherwise stated, the highest value in any phase.

3.7.115**short-circuit making capacity**

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

[IEC 60050-441:1984, 441-17-10]

3.7.116**restrike performance**

expected probability of restrike during capacitive current interruption as demonstrated by specified type tests

NOTE Specific numeric probabilities cannot be applied throughout a switch service life.

3.7.117**re-ignition** (of an a.c. mechanical switching device)

resumption of current between the contacts of a mechanical switching device during a breaking operation with an interval of zero current of less than a quarter cycle of power frequency

[IEC 60050-441:1984, 441-17-45]

3.7.118**restrike** (of an a.c. mechanical switching device)

resumption of power frequency current, or in the case of capacitive current interruption a resumption of current in the main load circuit, between the contacts of a mechanical switching device during a breaking operation with an interval of zero current of a quarter cycle of power frequency or longer

[IEC 60050-441:1984, 441-17-46, modified]

3.8 Index of definitions**B**

Back-to-back capacitor bank breaking capacity	3.7.108
Back-to-back capacitor bank inrush making current	3.7.109
Back-to-back capacitor bank switch	3.4.105.2
Breaking capacity	3.7.101
Breaking current	3.7.113

C

Cable- and line-charging breaking capacity under earth fault conditions	3.7.112
---	---------

Cable-charging breaking capacity		3.7.105
Class C1 switch		3.4.103.6
Class C2 switch		3.4.103.7
Class E1 general purpose switch		3.4.103.1
Class E2 general purpose switch		3.4.103.2
Class E3 general purpose switch		3.4.103.3
Class M1 switch		3.4.103.4
Class M2 switch		3.4.103.5
Closed-loop breaking capacity		3.7.104
	E	
Earth fault breaking capacity		3.7.111
Effectively earthed neutral system		3.1.101
	G	
General purpose switch		3.4.103
	L	
Limited purpose switch		3.4.104
Line-charging breaking capacity		3.7.106
	M	
Mainly active load-breaking capacity		3.7.102
Motor breaking capacity		3.7.110
Motor switch		3.4.105.3
	N	
No-load transformer breaking capacity		3.7.103
Non-effectively earthed neutral system		3.1.102
	P	
Parallel power transformer closed-loop switch		3.4.105.4
(Peak) making current		3.7.114
	R	
Re-ignition (of an a.c. mechanical switching device)		3.7.117
Restrike (of an a.c. mechanical switching device)		3.7.118
Restrike performance		3.7.116
	S	
Short-circuit making capacity		3.7.115
Single capacitor bank breaking capacity		3.7.107
Single capacitor bank switch		3.4.105.1
Special purpose switch		3.4.105
Switch		3.4.101
Switch-disconnector		3.4.102

4 Ratings

Clause 4 of IEC 62271-1 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

4.1 Rated voltage (U_r)

Subclause 4.1 of IEC 62271-1 is applicable.

4.2 Rated insulation level

Subclause 4.2 of IEC 62271-1 is applicable.

4.3 Rated frequency (f_r)

Subclause 4.3 of IEC 62271-1 is applicable.

4.4 Rated normal current and temperature rise

Subclause 4.4 of IEC 62271-1 is applicable.

4.5 Rated short-time withstand current (I_k)

Subclause 4.5 of IEC 62271-1 is applicable.

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 4.6 of IEC 62271-1 is applicable.

4.7 Rated duration of short-circuit (t_k)

Subclause 4.7 of IEC 62271-1 is applicable.

4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a)

Subclause 4.8 of IEC 62271-1 is applicable.

4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits

Subclause 4.9 of IEC 62271-1 is applicable.

4.10 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems

Subclause 4.10 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

This rating applies only to power sources of operating devices.

NOTE Controlled pressure systems for insulation or switching are no longer manufactured up to 52 kV level. Therefore only gas supply for operating devices is considered.

4.11 Rated filling levels for insulation and/or operation

Subclause 4.11 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

4.11.101 Rated filling levels for insulation and/or switching

This rating applies for any kind of liquid or gas used for insulation or switching.

4.11.102 Rated filling levels for operation

This rating applies for any kind of liquid or gas used as power source for the operating device.

4.101 Rated mainly active load-breaking current (I_{load})

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. Its value shall be equal to the rated normal current if no other value is indicated on the nameplate.

4.102 Rated closed-loop breaking current (I_{loop} and I_{ptr})

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

4.103 Rated cable-charging breaking current (I_{cc})

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

4.104 Rated line-charging breaking current (I_{lc})

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

4.105 Rated single capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{sb})

The rated single capacitor bank breaking current is the maximum capacitor bank current that a special purpose switch shall be capable of breaking at its rated voltage with no capacitor bank connected to the supply side of the switch adjacent to the bank being switched.

4.106 Rated back-to-back capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{bb})

The rated back-to-back capacitor bank breaking current is the maximum capacitor bank current that a special purpose 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.

4.107 Rated back-to-back capacitor bank inrush making current for special purpose switches (I_{in})

The rated back-to-back capacitor bank inrush making current is the peak value of the current that a special purpose switch shall be capable of making at its rated voltage and with a frequency of the inrush current appropriate to the service conditions.

The assignment of a rated back-to-back capacitor bank inrush making current is mandatory for switches that have a rated back-to-back capacitor bank breaking current.

NOTE The frequency of the inrush current for back-to-back capacitor banks may be in the range of 2 kHz to 30 kHz. The frequency and magnitude of the inrush current are dependent upon the size and configuration of the capacitor bank being switched, the capacitor bank already connected to the supply side of the switch and the inclusion of limiting impedances, if any.

The switch is not necessarily rated to break the inrush making current produced by the back-to-back capacitor bank installation.

4.108 Rated earth fault breaking current (I_{ef1})

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

NOTE The maximum earth fault breaking current is 3 times the cable- and line-charging current occurring in normal conditions. This covers the most severe case, which occurs with individually screened cables.

4.109 Rated cable- and line-charging breaking current under earth fault conditions (I_{ef2})

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

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

4.110 Rated motor breaking current for special purpose switches (I_{mot})

The rated motor breaking current is the maximum steady-state current of a motor the switch shall be capable of opening at its rated voltage. Refer to IEC 62271-110.

NOTE Unless otherwise specified, the breaking current for the condition of a stalled motor is eight times the rated normal current of the motor.

4.111 Rated short-circuit making current (I_{ma})

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

4.112 Rated breaking and making currents 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 normal current;
- rated distribution line loop-breaking current equal to the rated normal 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;

and additionally for switches intended to be used in non-effectively earthed neutral systems:

- rated earth fault breaking current;
- rated cable- and line-charging breaking current under earth fault conditions.

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

NOTE The R10 series comprises the number 1 - 1,25 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3,15 - 4 - 5 - 6,3 - 8 and their products of 10^n .

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

Rated voltage U_r kV	Rated cable charging I_{cc} A	Rated line charging I_{lc} A
3,6	4	0,3
4,76 ^a	4	0,3
7,2	6	0,5
8,25 ^a	6	0,5
12	10	1
15 ^a	10	1

Rated voltage U_r kV	Rated cable charging I_{cc} A	Rated line charging I_{lc} A
17,5	10	1
24	16	1,5
25,8 ^a	16	1,5
36	20	2
38 ^a	20	2
48,3 ^a	24	2,5
52	24	2,5
^a North American values.		
NOTE Higher values selected from the R10 series may be stated by the manufacturer. Refer to IEC 62271-100 for suggested higher rated line and cable-charging breaking currents for a special purpose switch.		

4.113 Ratings for limited purpose switches

A limited purpose switch shall have a rated normal current, a rated short-time withstand current, and one or more, but not all, switching capabilities of a general purpose switch. If other ratings are specified, values from the R10 series should be selected.

4.114 Ratings for special purpose switches

A special purpose switch shall have a rated normal current, a rated short-time withstand current and may have one or more switching capabilities of a general purpose switch.

Ratings and capabilities shall be assigned for the specific special service application for which the switch is designed. The rated values should be selected from the R10 series. One or more of the following ratings and capabilities may be assigned:

- parallel power transformer breaking capacity;
- single capacitor bank breaking capacity;
- back-to-back capacitor bank switching;
- motor breaking capacity.

4.115 Ratings for switches backed by fuses

General purpose, limited purpose and special purpose switches may be backed by fuses.

If this is the case, short-circuit ratings, short-time withstand currents, and making currents of switches may be selected by consideration of the limiting effect on the duration and value of the short-circuit current by fuses. IEC 62271-105 may be used for this purpose.

4.116 Type and classes for general purpose, limited purpose and special purpose switches

Every switch complying with this standard shall be designated by type as general purpose, limited purpose, or special purpose.

In addition, a switch shall be also designated by its class of:

- mechanical endurance (M1 or M2);

- electrical endurance (E1, E2 or E3) for general purpose switch;
- capacitive switching (C1 or C2).

5 Design and construction

Clause 5 of IEC 62271-1 is applicable, with the additions and exceptions indicated below.

5.1 Requirements for liquids in switchgear and controlgear

Subclause 5.1 of IEC 62271-1 is applicable.

5.2 Requirements for gases in switchgear and controlgear

Subclause 5.2 of IEC 62271-1 is applicable.

5.3 Earthing of switchgear and controlgear

Subclause 5.3 of IEC 62271-1 is applicable.

5.4 Auxiliary and control equipment

Subclause 5.4 of IEC 62271-1 is applicable.

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 62271-1 is applicable.

5.6 Stored energy operation

Subclause 5.6 of IEC 62271-1 is applicable.

5.7 Independent manual or power operation (independent unlatched operation)

Subclause 5.7 of IEC 62271-1 is applicable.

5.8 Operation of releases

Subclause 5.8 of IEC 62271-1 is applicable.

5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices

Subclause 5.9 of IEC 62271-1 is applicable.

5.10 Nameplates

Subclause 5.10 of IEC 62271-1 is applicable with the following modifications.

Switches and their operating devices, that are designed to be used as stand alone or to be integrated by third parties as components for switchgear, shall be provided with nameplates which contain information in accordance with Table 2.

Switches and their operating devices that are designed to be integrated in a particular family of switchgears shall integrate the information in the nameplate(s) and/or in the manufacturer instructions manual of the switchgear, as indicated in Table 2.

Table 2 – Product information

(1)	Abbreviation (2)	Unit (3)	Switch (4)	Operating device (5)	Condition: marking required only if (6)
Information to be put on the nameplate					
Manufacturer			X	X	
Manufacturer's type designation			X	X	
Instruction book reference			X	X	
Year of manufacture			X	X	
Reference of this standard			X	X	
Classes			X	X	
Serial number			X	X	
Rated voltage	U_r	kV	X		
Rated lightning impulse withstand voltage	U_p	kV	X		
Rated power-frequency withstand voltage	U_d	kV	X		
Rated frequency	F_r	Hz	X		
Rated normal current	I_r	A	X		
Rated short-time withstand current	I_k	kA	X		
Rated duration of short circuit	T_k	s	Y		different from 1 s
Rated peak withstand current	I_p	kA	X		
Rated short circuit making current	I_{ma}	kA	Y		different from peak withstand current
Insulating fluid and mass	chemical formula for gas or commercial name for liquid	kg	Y		contains fluid
Temperature class	TC		Y	Y	different from: –5 °C indoor or –10 °C outdoor
Information to be put on the nameplate or in the instructions					
Designation of the type of the switch (general purpose, limited purpose or special purpose)			X		
Rated mainly active load breaking current	I_{load}	A	Y		
Rated distribution line closed-loop breaking current	I_{loop}	A	Y		
Rated parallel power transformer breaking current	I_{pptr}	A	Y		
Rated cable-charging breaking current	I_{cc}	A	Y		
Rated line-charging breaking current	I_{lc}	A	Y		
Rated single capacitor bank breaking current	I_{sb}	A	Y		
Rated back-to-back capacitor bank breaking current	I_{bb}	A	Y		
Rated earth-fault breaking current	I_{ef1}	A	Y		
Rated cable- and line-charging breaking current under earth-fault conditions	I_{ef2}	A	Y		
Rated motor breaking current	I_{mot}	A	Y		

	Abbreviation	Unit	Switch	Operating device	Condition: marking required only if
Rated back-to-back capacitor bank inrush making current	I_{in}	A	Y		
Rated filling pressure for operation	P_{rm}	Pa		Y	
Minimum functional pressure for operation	p_{mm}	kPa		Y	
Alarm pressure for operation	P_{am}	kPa		Y	
Rated filling pressure for insulation	P_{re}	kPa	Y		
Minimum functional pressure for insulation	p_{me}	kPa	Y		
Alarm pressure for insulation	P_{ae}	kPa	Y		
Minimum functional pressure for switching	p_{sw}	kPa	Y		
Rated auxiliary and control voltages	U_a	V		Y	
X The marking of these values is mandatory.					
Y The marking of these values is subject to the condition in column (6) or if applicable.					
NOTE 1 Abbreviations in column (2) may be used instead of terms in column (1). When terms of column (1) are used, the word "rated" need not appear.					
NOTE 2 It is permissible to combine abbreviations where values are identical, for example: $I_r, I_{load}, I_{loop} = 400 \text{ A}$.					
NOTE 3 Different rated currents and short-circuit making currents related to different classes may be given.					

5.11 Interlocking devices

Subclause 5.11 of IEC 62271-1 is applicable.

5.12 Position indication

Subclause 5.12 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

The open and closed positions of the switches shall be clearly indicated. This requirement is met if one of the following conditions is fulfilled:

- each open gap is visible;
- the position of each movable contact is indicated by a reliable indicating device. If all switch poles are linked together, a common indicating device may be used.

5.13 Degrees of protection provided by enclosures

Subclause 5.13 of IEC 62271-1 is applicable.

5.14 Creepage distances for outdoor insulators

Subclause 5.14 of IEC 62271-1 is applicable for outdoor equipment. No specific requirements for creepage distance are given for indoor equipment.

5.15 Gas and vacuum tightness

Subclause 5.15 of IEC 62271-1 is applicable.

5.16 Liquid tightness

Subclause 5.16 of IEC 62271-1 is applicable.

5.17 Fire hazard (flammability)

Subclause 5.17 of IEC 62271-1 is applicable.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 5.18 of IEC 62271-1 is applicable.

5.19 X-ray emission

Subclause 5.19 of IEC 62271-1 is applicable.

5.20 Corrosion

Subclause 5.20 of IEC 62271-1 is applicable.

5.101 Making and breaking operations

All switches shall be designed so as to be capable of making the circuits to which their rated making current apply.

All switches shall be designed so as to be capable of breaking at the assigned recovery voltage any current up to and including their rated breaking currents.

5.102 Requirements for switch-disconnectors

Switch-disconnectors shall, in addition, comply with the requirements specified for disconnectors in IEC 62271-102 for their disconnecting function.

5.103 Mechanical strength

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

5.104 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.

5.105 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 current, peak withstand current and short-time withstand current 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 open gap is at least 80 % of the total open gap, or until it is certain that the movable contacts will reach their fully open position.

5.106 No-load transformer breaking

All switches shall be designed so as to be capable of breaking no-load transformer breaking currents. Generally, the stress associated with this duty is negligible and is easily performed for a switch capable of switching active load.

Because of the variety of transformers and associated circuits, it is not possible to define a rated no-load transformer breaking current. 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. Tests conducted using an available transformer will only be valid for the tested transformer and cannot be representative for other transformers. If a special test is necessary, test circuits and test procedures have to be agreed between customer and manufacturer.

6 Type tests

Clause 6 of IEC 62271-1 is applicable, with the additions and exceptions indicated below.

All tolerances are defined in Annex A.

6.1 General

The purpose of type tests is to prove the characteristics of high-voltage switches, their operating devices and their auxiliary equipment.

Type tests include:

a) normal type tests:

- dielectric tests including lightning impulse withstand tests, power-frequency voltage withstand tests, and power-frequency voltage withstand tests on auxiliary and control circuits;
- temperature-rise tests;
- measurement of the resistance of the main circuit;
- short-time withstand current and peak withstand current tests;
- tests to prove the ability of the switch to make and break the specified currents;
- tests to prove satisfactory mechanical operation and endurance;
- verification of the protection;
- tightness tests;
- electromagnetic compatibility (EMC) tests;
- additional tests on auxiliary and control circuits
- X-radiation test procedure for vacuum interrupters.

All of the above tests, except other indication is given in each respective clause, shall be made on complete high-voltage switches (filled with the specified types and quantities of liquid or gas at specified density or reduced density, as required), and on their operating devices and auxiliary equipment.

b) special tests upon special request of the user:

- tests to prove satisfactory operation under severe ice conditions as defined in 6.102.5;
- tests to prove the integrity of the external insulation under conditions of air pollution as defined in IEC 60507 for ceramic and glass insulators.

6.1.1 Grouping of tests

Subclause 6.1.1 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions:

Short-circuit making test may be performed on an additional specimen.

Additional test samples may be used for additional special type tests.

6.1.2 Information for identification of specimens

Subclause 6.1.2 of IEC 62271-1 is applicable.

6.1.3 Information to be included in the type-test reports

Subclause 6.1.3 of IEC 62271-1 is applicable.

6.1.101 Reference no-load test

At the beginning of the type tests, the mechanical characteristics of the switch shall be established, for example, by recording no-load travel curves. The mechanical characteristics will serve as the reference for the purpose of characterising the mechanical behaviour of the switch. Furthermore, the mechanical characteristics shall not significantly differ in the different test samples used during the mechanical, making, breaking and switching type tests, according to the manufacturer tolerances as defined in 6.102.1.1. The test in which this reference is gained is referred to as reference no-load test and the curves or other parameters resulting from it as reference mechanical characteristics. Reference mechanical characteristics shall be established according to 6.102.1.1.

6.2 Dielectric tests

Subclause 6.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following exception:

6.2.8 Artificial pollution tests for outdoor insulators

Subclause 6.2.8 of IEC 62271-1 is applicable for outdoor equipment. No tests are required for indoor equipment.

6.2.9 Partial discharge tests

Subclause 6.2.9 of IEC 62271-1 is replaced by the following:

No partial discharge tests are required to be performed on the complete high voltage switch. However, switch components shall comply in this respect with their relevant IEC publications.

6.3 Radio interference voltage (r.i.v.) test

RIV tests are not required.

6.4 Measurement of the resistance of circuits

Subclause 6.4 of IEC 62271-1 is applicable.

6.5 Temperature-rise tests

Subclause 6.5 of IEC 62271-1 is applicable.

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 6.6 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

Short time withstand current and peak withstand current tests performed at 50 Hz or 60 Hz, using a peak factor of 2,6, covers both frequencies for d.c. time constant network of 45 ms or smaller.

Short time withstand current and peak withstand current tests performed at 50 Hz or 60 Hz, using a peak factor of 2,7, covers both frequencies for networks with d.c. time constants higher than 45 ms.

6.7 Verification of the protection

Subclause 6.7 of IEC 62271-1 is applicable.

6.8 Tightness tests

Subclause 6.8 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

A tightness test before the mechanical operation test is not mandatory.

6.9 Electromagnetic compatibility (EMC) tests

Subclause 6.9 of IEC 62271-1 is applicable.

6.10 Additional tests on auxiliary and control circuits

6.10.1 General

Subclause 6.10.1 of IEC 62271-1 is applicable.

6.10.2 Functional tests

Subclause 6.10.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition:

If the mechanical operation test at ambient air temperature in accordance with 6.102.2 is performed on the complete switch equipped with its entire control unit, the functional tests according to 6.10.2 of IEC 62271-1 shall be regarded as covered and additional tests are not required.

6.10.3 Electrical continuity of earthed metallic parts test

Subclause 6.10.3 of IEC 62271-1 is applicable.

6.10.4 Verification of the operational characteristics of auxiliary contacts

Subclause 6.10.4 of IEC 62271-1 is applicable.

6.10.5 Environmental tests

Subclause 6.10.5 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition:

If the mechanical operation test at ambient air temperature in accordance with 6.102.2, the low and high temperature tests in accordance with 6.102.3 and, if applicable, the humidity test in accordance with 6.102.4 are performed on the complete switch equipped with its entire control unit or in the case of the humidity test on the control equipment respectively, the environmental tests according to subclause 6.10.5 of IEC 62271-1 shall be regarded as covered and additional tests are not required.

6.10.6 Dielectric test

Subclause 6.10.6 of IEC 62271-1 is applicable.

6.11 X-radiation test procedure for vacuum interrupters

Subclause 6.11 of IEC 62271-1 is applicable.

6.101 Making and breaking tests

6.101.1 Test duties for general purpose switches

6.101.1.1 Tables of test duties

The required number of operations, test voltages, and tests currents for class E1, E2 and E3 switches are given in Table 3 for three-phase tests and in Table 4 for single-phase tests. All test duties except test duty TD_{ma} shall be performed on the same switch but may be performed in any convenient order. The tests shall be performed without reconditioning of the switch during the test program.

For all breaking tests duties, contact separation shall be random.

**Table 3 – Test duties for general purpose switches –
Test duties for three-phase tests on three-pole operated,
switches**

Test duty		Test voltage	Test current	Number of cycles of operations		
Description	TD			Class E1	Class E2	Class E3
Mainly active load current	TD_{load2}	U_r	I_{load}	10	30	100
	TD_{load1}		$0,05 \times I_{load}$	20	20	20
Closed-loop distribution circuit current	TD_{loop}	$0,20 \times U_r$	I_{loop}	10	20	20
Cable-charging current	TD_{cc2}	U_r	I_{cc}	10^a	10^a	10^a
	TD_{cc1}		$0,1 - 0,4 \times I_{cc}$	10^a	10^a	10^a
Line-charging current	TD_{lc}	U_r	I_{lc}	10^a	10^a	10^a
Short-circuit making current	TD_{ma}	U_r	I_{ma}	2 making operations	3 making operations	5 making operations
Earth fault current	TD_{ef1}	U_r	I_{ef1}	10	10	10
Cable- and line-charging current under earth faults	TD_{ef2}	U_r	I_{ef2}	10	10	10

^a In the case of the switch is defined as a class C2 switch and if one restrike occurs during the test series, 6.101.8 is applicable

Table 4 – Test duties for general purpose switches – Single phase tests on three-pole switches operated pole-after-pole and single-pole switches applied on three-phase systems

Test duty		Test voltage	Test current	Number of cycles of operations		
Description	TD			Class E1	Class E2	Class E3
Mainly active load current	TD _{load2}	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{load}	5	15	50
	TD _{load2}	U_r^b	$0,87 \times I_{load}^a$	5	15	50
	TD _{load1}	U_r^b	$0,05 \times I_{load}$	20	20	20
Closed-loop distribution circuit current	TD _{loop}	$0,20 \times U_r^b$	I_{loop}	10	20	20
Cable-charging current	TD _{cc2}	c	I_{cc}	12 ^d	12 ^d	12 ^d
	TD _{cc1}	c	$0,1 - 0,4 \times I_{cc}$	12 ^d	12 ^d	12 ^d
Line-charging current	TD _{lc}	c	I_{lc}	12 ^d	12 ^d	12 ^d
Short-circuit making current	TD _{ma}	U_r	I_{ma}	2 making operations	3 making operations	5 making operations
Earth fault current	TD _{ef1}	$U_r / \sqrt{3}$	I_{ef1}	10	10	10
Cable- and line-charging current under earth faults	TD _{ef2}	U_r	I_{ef2}	10	10	10

^a Alternatively, one test series may be performed at rated voltage U_r and rated current I_{load} , provided 10 operations are performed for class E1, 30 operations for class E2, and 100 operations for class E3 switches.

^b The peak TRV values shall be $\sqrt{3}/1,5$ times the values shown in Tables 7 and 8.

^c The manufacturer shall select the test circuit to be representative of the intended application. The test voltage shall equal the product of $U_r / \sqrt{3}$ and one of the following factors:

- 1) 1,0 for effectively earthed neutral systems for switching of screened cables;
- 2) 1,2 for effectively earthed neutral systems for switching of belted cables;
- 3) 1,3 for effectively earthed neutral systems for switching of line;
- 4) 1,75 for non-effectively earthed neutral systems for switching of line and cable.

^d In the case of the switch is defined as a class C2 switch and if one restrike occurs during the test series, 6.101.8 is applicable

6.101.1.2 Test duties for short-circuit making tests

Short-circuit making tests shall be performed on a switch which has been subjected to at least 10 make-break operating cycles at 100 % mainly active load as required for test duty TD_{load}. If making and breaking are done by separate contacts or separate contacts areas, test duty TD_{ma} may be performed on a new switch.

The tests shall be performed with a sequence of two C operations with a no-load O in between, i.e. C – O (no-load) – C.

For class E2 switches, the test sequence is 2C – x – 1C, where x represents arbitrary switching tests, or even no-load tests.

For class E3 switches, the test sequence is 2C – x – 1C – y – 2C, where x and y represent arbitrary switching tests, or even no-load tests.

For class E2 and E3 switches, the 2C operations consist of C – O (no-load) – C.

The switch shall be able to make the current with pre-arcing 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-arcing time. The making shall occur within $-30/+15$ degrees of peak voltage;
- b) closing at the zero of the voltage wave, without pre-arcing, leading to a fully asymmetrical short-circuit current.

During the short-circuit making tests series, both requirements a) and b) shall be met once for class E1 switches, once for class E2 switches and twice for class E3 switches.

If due to long pre-arcing times, it is not possible to achieve the required rated short-circuit making current at rated voltage, it may be necessary to carry out tests at reduced voltage in order to obtain the fully asymmetrical short-circuit current.

6.101.1.3 Test duties for make-break tests

Make-break operating cycles shall be carried out for test duties TD_{load} , TD_{loop} , TD_{cc} , TD_{lc} , TD_{ef1} and TD_{ef2} . 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 opening and closing operations can be separated when design features of the switch or limitations of the test plant require it. For convenience, open-close operations may also be performed. The breaking currents shall be in accordance with 6.101.6.3.

If the TRV parameters achieved in test duty TD_{load2} are equal to or more severe than TRV parameters required for test duty TD_{loop} , then test duty TD_{loop} need not be performed provided 10 additional operations for class E1 switches or 20 for class E2 and E3 switches are performed for test duty TD_{load2} , with the consent of the manufacturer.

The TRV of test duty TD_{load2} has the same peak and a higher rate of rise, if:

- either the source side impedance is equal or greater than 20 % of the total impedance,
- or the TRV is adjusted with an increased amplitude factor, for example $(20/15) \times 1,5$ in the case of the source impedance is 15 %.

6.101.2 Test duties 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 or by reducing the test values according to the limited ratings.

6.101.3 Test duties for special purpose switches

Special purpose switches shall be tested according to at least one of the tests defined in Table 5 for three-phase tests and in Table 6 for single-phase tests. Special purpose switches shall also be tested in accordance with the tests specified for general purpose switches deleting the test duties for which the switch is not rated.

Make-break operating cycles shall be carried out for all test duties. 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 opening and closing operations can be separated when design features of the switch or limitations of the test plant require it. The time interval between closing and opening shall not normally exceed 3 min. For convenience, open-close operations may also be performed. The breaking currents shall be in accordance with 6.101.6.3.

For all breaking tests duties, contact separation shall be random.

**Table 5 – Test duties for special purpose switches –
Three-phase tests on three-pole operated, switches**

Test duty		Test voltage	Test current	Number of cycles of operations
Description	TD			
Closed-loop parallel power transformer circuit current	TD _{pptr}	$0,15 \times U_r$	I_{pptr}	10
Single capacitor bank current	TD _{sb2}	U_r	I_{sb}	10^b
	TD _{sb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{sb}$	10^b
Back-to-back capacitor bank breaking current and inrush making current	TD _{bb2}	U_r	I_{bb}	10^{b1}
	TD _{bb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{bb}$	10^b
Motor current	TD _{mot}	a	a	a
a Refer to IEC 62271-110 subclause 6.114.				
b In the case of the switch is defined as a class C2 switch and if one restrike occurs during the test series, 6.101.8 is applicable.				

**Table 6 – Test duties for special purpose switches –
Single phase tests on three-pole switches operated pole-after-pole
and single-pole switches applied on three-phase systems**

Test duty		Test voltage	Test current	Number of cycles of operations
Description	TD			
Closed-loop parallel power transformer circuit current	TD _{pptr}	$0,15 \times U_r^a$	I_{pptr}	10
Single capacitor bank current	TD _{sb2}	b	I_{sb}	12^e
	TD _{sb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{sb}$	12^e
Back-to-back capacitor bank current	TD _{bb2}	b	I_{bb}	$12^{c, e}$
	TD _{bb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{bb}$	12^e
Motor current	TD _{mot}	d	d	d
a The peak TRV values shall be $\sqrt{3}/1,5$ times the values shown in Table 9.				
b The manufacturer shall select the test circuit to be representative of intended application. The test voltage shall equal the product of $U_r/\sqrt{3}$ and one of the following factors:				
1) 1,0 for effectively earthed neutral systems for switching of capacitor banks with earthed neutrals;				
2) 1,75 non-effectively earthed neutral systems for switching capacitor banks.				
c At least three of the making operations shall take place within ± 25 electrical degrees of voltage peak.				
d Refer to subclause 6.114 of IEC 62271-110.				
e In the case of the switch is defined as a class C2 switch and if one restrike occurs during the test series, 6.101.8 is applicable				

6.101.4 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 pressure for operation, 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 functional pressure for insulation and/or switching.

Switches with independent manual operation may be operated by an arrangement provided for the purpose of making remote control possible.

Consideration shall be given to the effects of energization of either terminal of the switch.

The switch shall be supplied or energized as in service.

When the switch in service can be supplied or energized on both sides, the following applies,

- for TD_{load2} , if the physical arrangement of one side of the switch differs from that of the other side, 50 % of the total number of close-open operations of the test duty shall be carried out with supply side of the test circuit connected to one side of the switch and the remaining 50 % of the test duty shall be made with the supply connected to the other side. If the contact arrangement is symmetrical on both sides of the switch, then TD_{load2} may be performed using only one side;
- for other make-break tests and for TD_{ma} , the switch shall be supplied from the same side, at laboratory convenience.

Making and breaking tests on three-pole operated switches shall be made three-phase except as noted for capacitive current switching tests. Making and breaking tests on three-pole switches operated pole-after-pole, or single-pole switches applied on three-phase systems, may be performed single-phase when they have single-phase enclosures or are open-air type switches.

For switches normally installed within a metal enclosure, 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 insulated and then connected to earth through a current indicating device. The current indicating device can be a fuse consisting of a copper wire of 0,1 mm diameter and 5 cm in length, or a link to earth across a sensor to measure the current. The fuse wire may also be connected to the secondary side of a 1:1 ratio current transformer. The terminals of the current transformer should be protected by a spark gap or surge arrester. No significant leakage is assumed to have occurred if this wire is intact after the test or if the Joule integral of the leakage current is less than $5 A^2s$ from arc establishing up to 100 ms.

6.101.5 Earthing of test circuit and switch

Making and breaking tests, with the exception of capacitive current switching tests, conducted on three-pole operated switches, shall be performed using a three-phase test circuit with either the neutral point of the supply earthed, or the neutral point of the load earthed. In either case, the test circuit and the frame of the switch shall be earthed.

For single-phase breaking tests on three-pole switches operated pole-after-pole, or for tests on single-pole switches applied on three-phase systems, 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 2 and Figure 4, for example. For capacitive tests circuits, refer to 6.101.7.3.4 and 6.101.7.3.5.

The connections used in all tests shall be indicated in the test report.

6.101.6 Test parameters

6.101.6.1 Test frequency

Switches shall be tested at rated frequency, with a tolerance as stated in Annex A. Where it is possible, test conditions to cover both 50 Hz and 60 Hz frequencies are explained in each type test clause.

6.101.6.2 Test voltage for breaking tests

The power-frequency test voltage for breaking tests are as shown in Tables 3 to 6.

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 tolerance between any two phases is given in Annex A. The power-frequency test voltage shall be maintained for at least 0,3 s after arc extinction.

6.101.6.3 Breaking current

The current for breaking tests are as shown in Tables 3 to 6.

The current to be interrupted shall be symmetrical with negligible decrement. The contacts of the switch shall not be separated until transient currents due to closing of the circuit have subsided.

NOTE The value of the d.c.-component of the breaking current is considered negligible when the d.c.-component is equal to or less than 20 %.

The difference between the average current and the values obtained in each pole shall not exceed the value as given in Annex A.

The breaking currents for single-phase tests shall be as shown in Table 6.

The waveform of the test current for capacitive current switching tests should be sinusoidal. This requirement is satisfied if the ratio of the r.m.s. value of the total current to the r.m.s. 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.

6.101.6.4 Test voltage for short-circuit making tests

6.101.6.4.1 General

The power-frequency test voltage for short-circuit making tests are as shown in Table 3 and Table 4. The test voltage tolerance between any two phases is given in Annex A.

6.101.6.4.2 Alternative synthetic tests

Laboratory limitations of power may be such as to make direct tests at rated voltage and rated current 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.

6.101.6.4.3 Alternative tests at reduced voltage

As another alternative direct tests may be performed at reduced test voltage, by using means which ensure that the pre-arcing period at test voltage is not shorter than at the proper rated voltage.

Depending on the technology of the switch, different means for short-circuit making tests at reduced voltage may be applicable:

- when possible, the pre-arcing may be initiated by a fuse wire. A thin and rigid wire shall be fastened at the contacts (of all poles in case of three-phase tests);
- for switches breaking under gas, the short-circuit making tests may be performed under air or with gas, at reduced pressure. The test voltage shall be reduced by the same ratio as the difference of the flashover distance of air or the insulating gas at rated minimum pressure. The mechanical characteristics shall be in the limits of the manufacturer tolerances as defined in 6.102.1.1.

Prior to short-circuit making test at reduced voltage, the average pre-arcing time at rated voltage and its standard deviation have to be known.

These values can be calculated from 10 makings performed within $\pm 15^\circ$ on the peak voltage, taken from other test duties with the same type of switch, or if not available, from extra making tests, performed at reduced current in a range of 1 A to 50 A, not to cause essential contact erosion.

During short-circuit making tests at reduced voltage, the pre-arcing times shall not be less than the above calculated average pre-arcing time plus two times its standard deviation, to fulfil the requirement a) described in clause 6.101.1.2

6.101.6.5 Short-circuit making current

The short-circuit making current shall be expressed in terms of peak making current and the r.m.s. symmetrical making current. For general purpose switches, the symmetrical r.m.s. 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.

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 r.m.s. value for symmetrical making;

- c) the short-circuit current duration;
- d) the test circuit;
- e) the number of making operations.

Short-circuit making current tests performed at 50 Hz or 60 Hz, using a peak factor of 2,6, covers both frequencies for d.c. time constant network of 45 ms or smaller.

Short-circuit making current tests performed at 50 Hz or 60 Hz, using a peak factor of 2,7, covers both frequencies for networks with d.c. time constants higher than 45 ms.

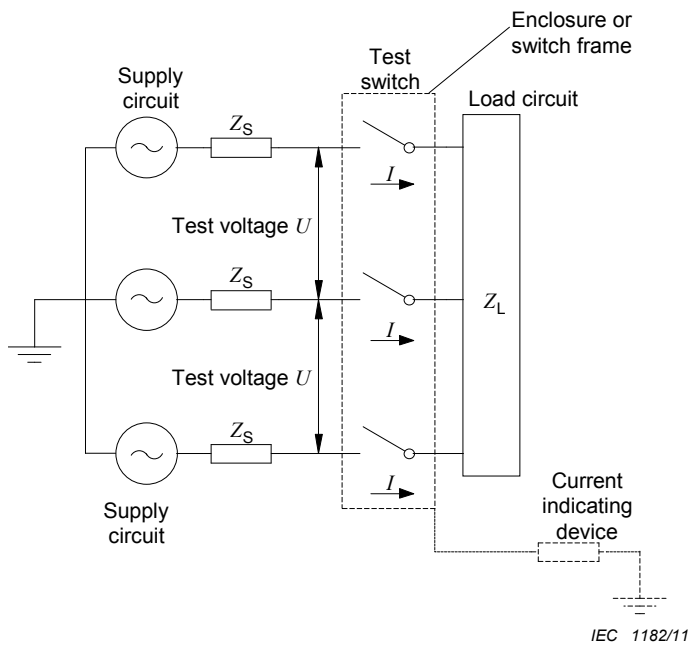
6.101.7 Test circuits

6.101.7.1 Mainly active load circuit (test duty TD_{load})

The test circuits, Figures 1 and 2, 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 as given in Figures 1 and 2. The impedance of the supply circuit shall be $(15 \pm 3) \%$ of the total impedance of the test circuit for test duty TD_{load} (at 100 % of the rated current). The same supply circuit impedance shall be used for the tests at 5 % of the rated current.

The impedance representing the supply side circuit shall be connected on the source side of the switch. 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 7. The load circuit should have a power factor as given in Figures 1 and 2 and shall consist of reactors and resistors connected in parallel. Lower power factors may be used by the testing laboratory with the agreement of the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011



Test-duty TD_{load} :

$$I = I_{load} \text{ and } 0,05 I_{load}$$

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 7

Load circuit:

power factor = 0,65 to 0,75

NOTE The load impedance circuit neutral may be earthed as an alternate to the supply neutral.

Figure 1a – General circuit

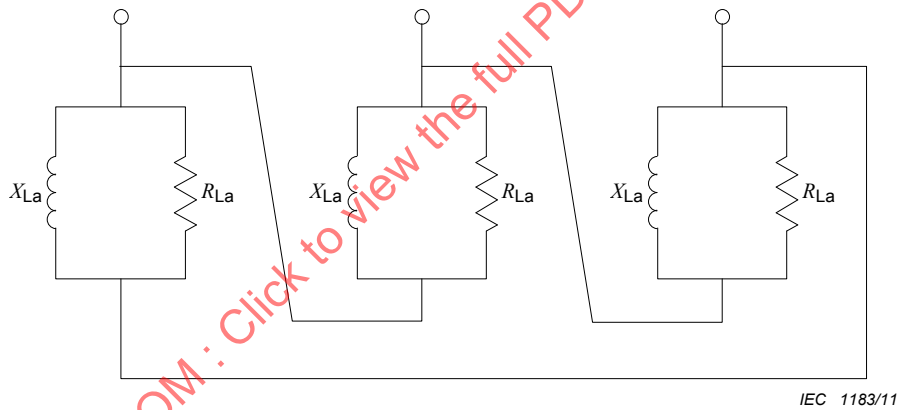


Figure 1b – Delta load connection

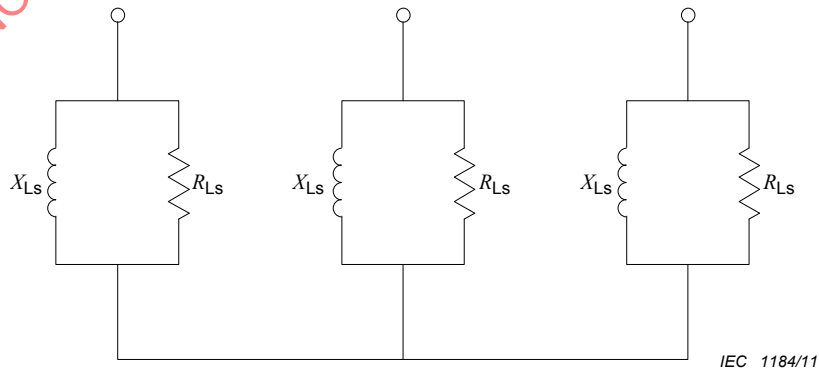
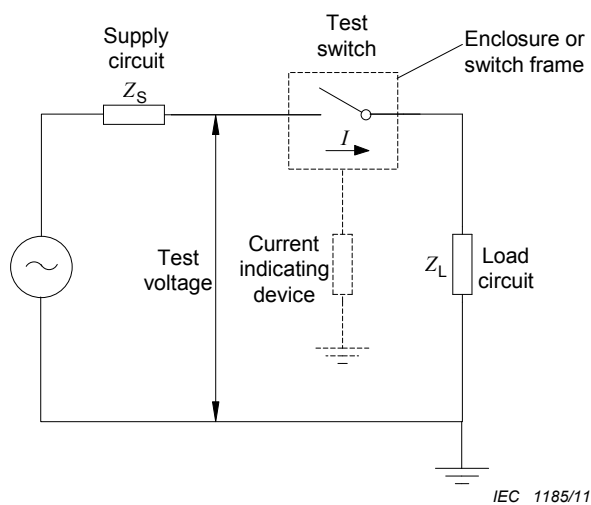


Figure 1c – Star load connection

Figure 1 – Three-phase test circuit for mainly active load current switching for test duty TD_{load}



Test voltage and current defined in Table 4

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 7 and 4, item b

Load circuit:

power factor = 0,65 to 0,75

Figure 2 – Single-phase test circuit for mainly active load current switching for test duty TD_{load}

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011

Table 7 – Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests^a

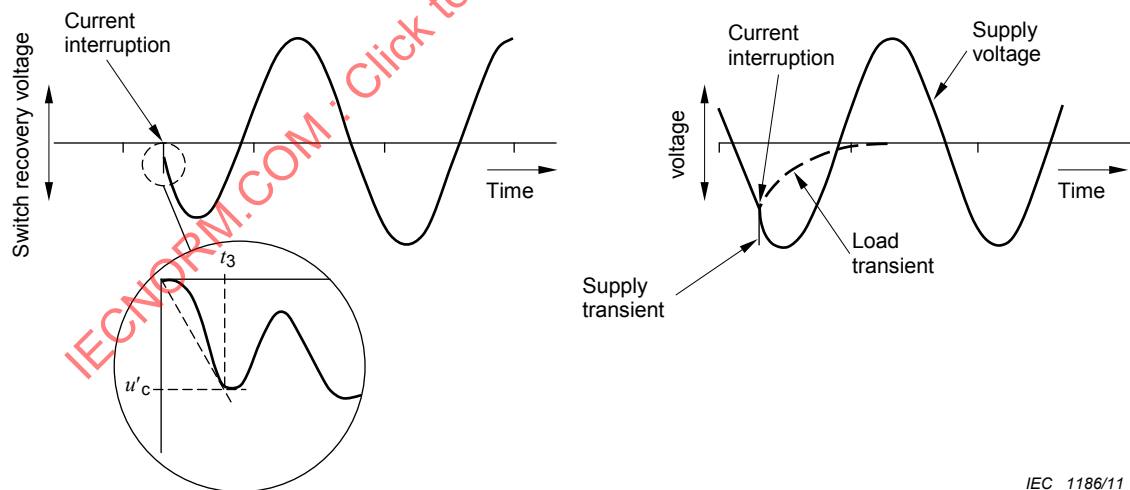
Rated voltage U_r kV	Supply TRV parameters	
	Peak voltage ^b U_c kV	Time coordinate ^b t_3 μs
3,6	6,2	40
4,76 ^c	8,2	40
7,2	12,3	52
8,25 ^c	14,1	52
12	20,6	60
15 ^c	25,7	72
17,5	30	72
24	41	88
25,8 ^c	44,2	88
36	62	108
38 ^c	65,1	108
48,3 ^c	82,8	132
52	89,2	138

^a Supply circuit TRV parameters under conditions of a terminal fault.

^b Users are cautioned that if current-limiting reactors are used, the supply circuit TRV may exceed the values specified.

^c North American values.

NOTE 1 The switch supply and load transient components are illustrated below. The peak value of the supply component, u'_c as illustrated, will be approximately 15 % of u_c at an approximate time t_3 . The actual u'_c and time to peak will be dependent upon the load circuit power factor and series impedance of the supply circuit.



u'_c = peak of supply circuit component of switch transient recovery voltage.

NOTE 2 The series supply impedance is (15 ± 3) % 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 distributed transformer impedance and remote supply impedance. The first pole-to-clear factor k_{pp} is 1,5. The amplitude factor is assumed to be 1,4.

$$u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1,5 \times 1,4$$

6.101.7.2 Closed-loop circuits

6.101.7.2.1 Test circuit for distribution line and parallel transformer

The test circuits for distribution line and parallel transformer are defined in Figures 3 and 4.

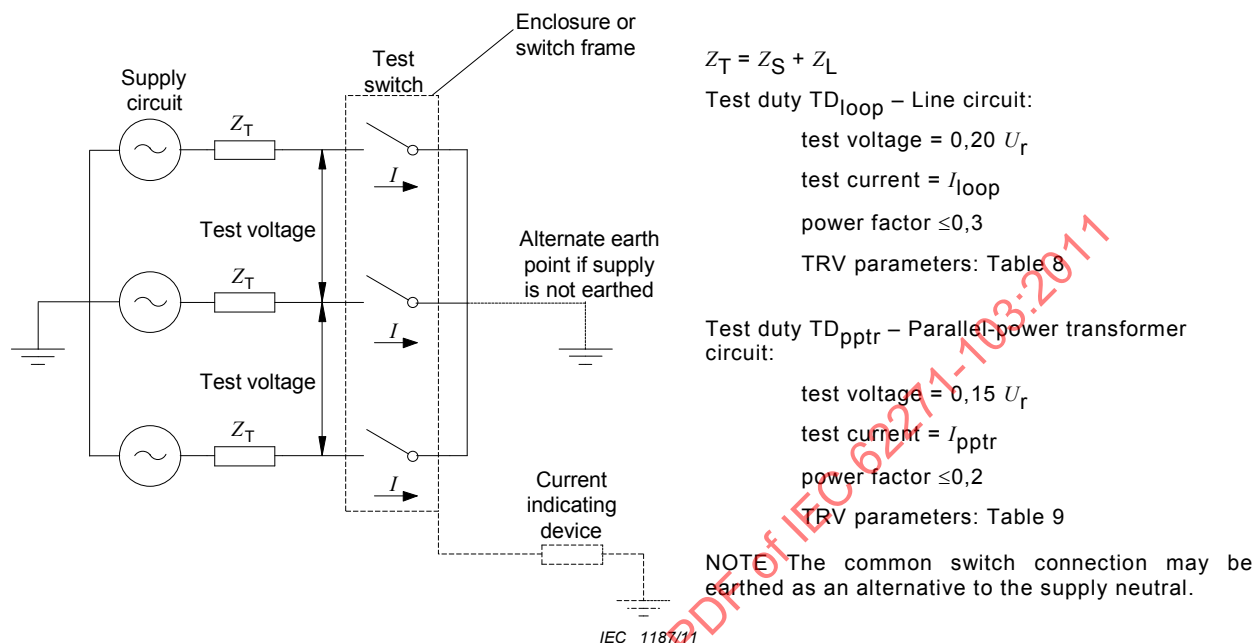


Figure 3 – Three-phase test circuit for distribution line closed-loop and parallel transformer current switching test for test duties TD_{loop} and TD_{ppt}

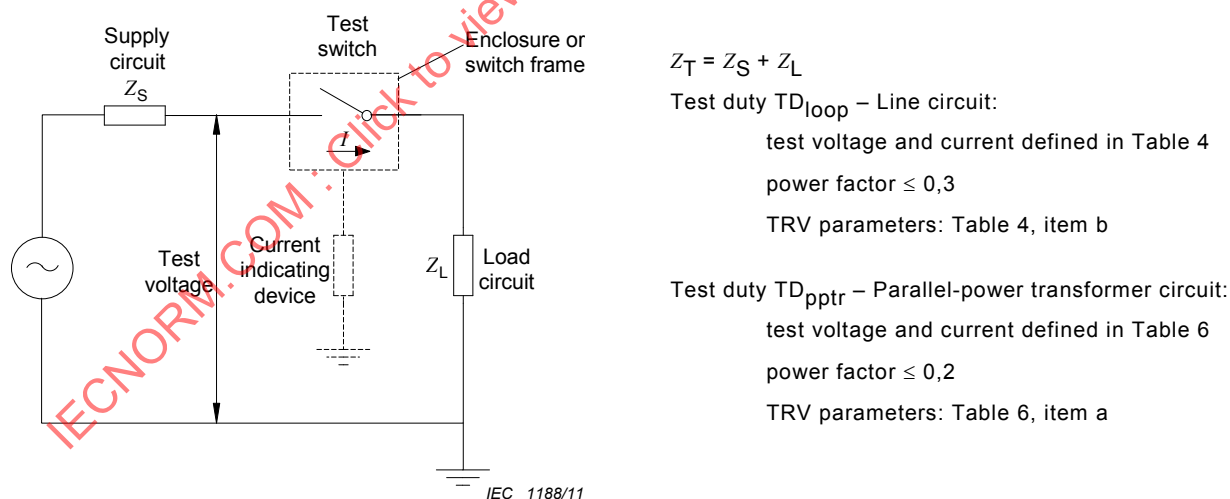


Figure 4 – Single-phase test circuit for distribution line closed-loop and parallel transformer current switching test, for test duties TD_{loop} and TD_{ppt}

6.101.7.2.2 Distribution line circuit (test duty TD_{loop})

The tests circuits, Figures 3 and 4, shall have series-connected reactors and resistors and a power factor as shown in Figures 3 and 4. The load impedance (Z_L) may be on the supply side of the switch, the load side or divided. If the load impedance is on the load side, the supply side impedance (Z_S) shall be as low as possible, but not such that the short-circuit current exceeds the making current of the switch. The prospective transient recovery voltages shall be not less severe than those specified in Table 8.

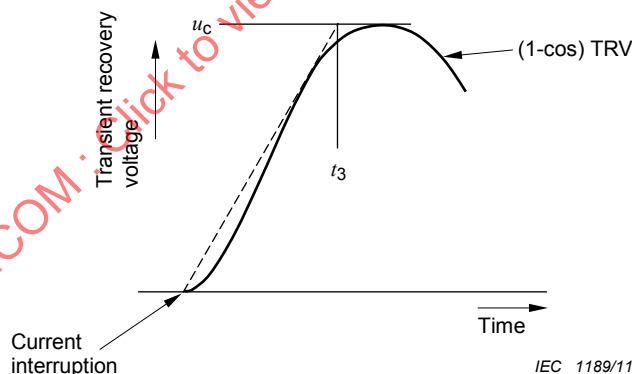
The open circuit, phase-to-phase, test voltage for three-phase tests is as noted in Table 3. Test voltages for single-phase tests on three-pole operated switches operated pole-after-pole, or single-pole switches applied on a three-phase system, are shown in Table 4.

Table 8 – TRV parameters for distribution line closed loop breaking tests

Rated voltage U_r kV	Peak voltage U_c kV	Time coordinate t_3 μs
3,6	1,2	110
4,76 ^a	1,7	110
7,2	2,4	110
8,25 ^a	2,9	110
12	4,1	150
15 ^a	5,1	200
17,5	6,0	200
24	8,3	250
25,8 ^a	8,9	250
36	12,3	310
38 ^a	13,1	310
48,3 ^a	16,5	350
52	17,8	370

^a North American values.

NOTE 1 The specified transient recovery voltage across the switch is of the (1-cos) form. A typical transient is illustrated below.



NOTE 2 Steady-state, phase-to-phase, open-circuit test voltage is 20 % of rated voltage. u_c is based on a system having a first pole-to-clear factor k_{pp} of 1,5 and an amplitude factor equal to 1,4.

$$u_c = U_r \times (0,20) \sqrt{\frac{2}{3}} \times 1,5 \times 1,4$$

6.101.7.2.3 Parallel power transformer circuit (test duty TD_{pptr})

The test circuits, Figures 3 and 4, shall have series-connected reactors and resistors and a power factor as shown in Figures 3 and 4. The prospective transient recovery voltages shall be not less severe than those specified in Table 9.

The open-circuit, phase-to-phase, test voltage for three-phase tests on three-pole switches is as noted in Table 5. Test voltages for single-phase tests on three-pole operated switches operated pole-after-pole, or single-pole switches applied on a three-pole phase system, are shown in Table 6.

Table 9 – TRV parameters for parallel power transformer current breaking tests

Rated voltage U_r kV	Peak voltage u_c kV	Time coordinate t_3^a K factor
3,6	0,6	0,25
4,76 ^b	0,7	0,28
7,2	1,1	0,35
8,25 ^b	1,3	0,38
12	1,9	0,45
15 ^b	2,3	0,50
17,5	2,7	0,55
24	3,7	0,63
25,8 ^b	4,0	0,67
36	5,6	0,78
38 ^b	5,9	0,80
48,3 ^b	7,5	0,90
52	8,1	0,93
^a The time coordinate is calculated as $t_3 = K \sqrt{\frac{1480 + 600 I}{6,7 I}}$, where t_3 is in microseconds and I is the test current in kA. The K factor and the equation for t_3 were derived from published transient recovery voltage frequencies obtained by low-voltage current injection of transformers. The frequency is typical of power transformers having a current rating close to the test current and an impedance of 15 % at the forced cooled rating. ^b North American values. NOTE 1 The transient recovery voltage across the switch 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 1,5. The 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 power transformers are in parallel with one transformer being switched. The TRV is mainly from the transformer being switched. This implies that the transient recovery voltage is based only on half of the steady-state recovery voltage. $u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1,5 \times 1,7 \times \frac{0,15}{2}$		

6.101.7.3 Capacitive circuits (test duties TD_{cc} , TD_{lc} , TD_{sb} , TD_{bb})**6.101.7.3.1 General**

Tests are normally carried out in a laboratory. However, field tests may also be performed. For field tests, the actual lines, cables and capacitor banks shall be used.

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

Tests at 60 Hz are valid to demonstrate the breaking performance at 50 Hz.

Tests at 50 Hz are valid 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 instantaneous voltage being higher than it would be during a test at 60 Hz with the specified voltage, and the switch has a very low expected probability of restrike, the test duty shall be done at 60 Hz with a test voltage as

prescribed for the 60 Hz test. If no restrikes occur, the switch shall be considered to have passed the test.

NOTE The laboratory test circuits representing lines and cables and capacitor banks are not applicable for determining the magnitude of possible overvoltages when restrikes occur. They are adapted to demonstrate the switching performance only.

Three-phase tests should be performed. However, single-phase laboratory tests on three-pole operated switches, are permitted for capacitive current switching tests.

6.101.7.3.2 Test voltages

The power-frequency test voltages for three-phase tests are given in Table 3 or 5.

Test voltage for single-phase tests on three-pole operated switches shall be equal to the product of $U_r/\sqrt{3}$ and one of the following factors. These factors are for switches having a pole non-simultaneity equal to or less than 1/6 cycle:

- 1,0 for effectively earthed neutral system for switching of capacitor banks with earthed neutrals and for switching of screened cables;
- 1,1 for effectively earthed neutral systems for switching of belted cables;
- 1,2 for effectively earthed neutral systems for switching of overhead distribution lines;
- 1,4 for effectively earthed neutral systems for switching of unearthed neutral capacitor banks;
- 1,4 for non-effectively earthed neutral systems for switching of capacitor banks, lines or cables.

For three-pole operated switches with non-simultaneity greater than 1/6 cycle, either three-phase tests may be performed or single-phase tests may be conducted, using the test voltages in Table 4 or Table 6.

6.101.7.3.3 Characteristics of supply circuit

TD_{lc} and TD_{cc} : For line and cable charging current breaking tests, the supply side circuit shall be that specified for mainly active load switching tests including TRV control capacitors and resistors.

TD_{sb} and TD_{bb} : For capacitor bank switching tests, the characteristic of the supply circuit shall be such that the voltage variation (voltage increase after making, voltage decrease after breaking) is less than 2 % for TD_{sb1} and TD_{bb1} and less than 5 % for TD_{sb2} and TD_{bb2} .

Where the voltage variation is higher than the values specified, it is alternatively permissible to perform tests with the specified recovery voltage (6.101.7.3.9). The impedance of the supply circuit shall not be so low that its prospective short-circuit current exceeds the rated short-circuit current of the switch.

TD_{sb} : The prospective TRV parameters of the supply circuit shall be no more severe than those specified in Table 7.

TD_{bb2} : The capacitance of the supply circuit and the impedance between the capacitors on the supply and load sides shall be such as to give the rated capacitor bank inrush making current when testing with 100 % of the rated back-to-back capacitor bank breaking current.

NOTE For back-to-back capacitor bank current switching tests where separate making tests are performed, a lower capacitance of the supply circuit may be chosen for the breaking tests.

6.101.7.3.4 Earthing of the supply circuit

For three-phase tests, the earthing shall be as follows:

- for tests of a switch intended for use in non-effectively earthed neutral systems, the neutral point of the supply side shall be isolated so as to achieve a first pole-to-clear factor of 1,5. For convenience of testing, it is equivalent to earth the supply circuit and isolate the load circuit instead;

NOTE To achieve a first pole-to-clear factor of 1,5, particularly for line-charging current breaking tests, it might be necessary to disconnect the TRV control elements from earth. For very low currents, this should have no influence on the breaking performance. Alternatively, the neutral of the load circuit may be disconnected from earth.

- for tests of a switch intended for use in effectively earthed neutral systems, the neutral point of the supply circuit shall be earthed. The zero sequence impedance shall be less than three times the positive sequence impedance of the supply side.

For single-phase laboratory tests, either terminal of the single-phase supply circuit may be earthed.

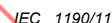
6.101.7.3.5 General characteristics of the capacitive circuits to be switched

For three-phase tests, the earthing of the capacitive circuit to be switched shall be such as to conform to the applications for which the switch is intended.

If both sides, supply and load are solidly earthed the recovery voltage peak of the first pole-to-clear will be based on $2,0 \times U_{\text{phase}}$ (first pole-to-clear factor 1,0).

If only one side, supply or load is earthed, the recovery voltage peak of the first pole-to-clear will be based on $2,5 \times U_{\text{phase}}$ (first pole-to-clear factor 1,5). In back-to-back capacitive circuits that applies only, if the supply side is earthed and the capacitive banks (C1 and C2) are isolated. Tests performed based on the voltage factor of 2,5 cover all common applications of the switch.

The characteristics of the capacitive circuit, with all necessary measuring devices such as voltage dividers included, shall be such that the voltage decay on the switched capacitance does not exceed 10 % at the end of an interval of 300 ms after final arc extinction. This requirement does not apply for field tests.



The star connections above apply only to three-phase test circuits. Where the power source is isolated it may be delta connected as well.

- 1) For tests of a switch intended for use in effectively earthed neutral systems.
- 2) For tests of a switch intended for use in non-effectively earthed neutral systems. For convenience of testing, it is equivalent to earth the supply circuit and to isolate the load circuit.

^a For C3, equivalent capacitance circuit may be used instead of the parallel capacitor bank represented.

Figure 5 – General test circuit for three- and single-phase capacitive switching tests

6.101.7.3.6 Cable-charging circuit (test duties TD_{cc1} and TD_{cc2})

Capacitors may be used to simulate screened and belted cables for convenience of the laboratory. Belted cables are typically used at system voltages up to and including 15 kV. For three-phase tests with an earthed neutral supply, representing three-core belted cables, the positive sequence capacitance of the capacitance circuit shall be approximately equal to three times the zero sequence capacitance. For an unearthed supply neutral, this requirement is not necessary.

When capacitors are used to simulate cables, a non-inductive resistance, not exceeding 5 % of the capacitive impedance, may be inserted in series with the capacitors. Higher values may unduly influence the recovery voltage.

6.101.7.3.7 Line-charging circuit (test duty TD_{lc})

Capacitors may be used to simulate lines for convenience of the laboratory. For three-phase tests, with an earthed neutral supply, the positive sequence capacitance of the capacitive circuit shall be approximately three times the zero sequence capacitance. For an unearthed neutral supply, this requirement is not necessary.

When capacitors are used to simulate overhead lines, a non-inductive resistance, not exceeding 5 % of the capacitive impedance, may be inserted in series with the capacitors. Higher values may unduly influence the recovery voltage.

6.101.7.3.8 Capacitor bank circuits (test duties TD_{sb1} , TD_{sb2} , TD_{bb1} and TD_{bb2})

For three-phase tests, the neutral of the capacitor bank shall be isolated or earthed, depending upon the application of the switch and the earthing of the neutral of the supply circuit.

In a three-phase back-to-back capacitor bank circuit both banks, C1 and C2, shall likewise either be earthed or isolated. A first pole-to-clear factor of 1,5 only occurs, if the C1 and C2 are isolated and the power supply is earthed.

6.101.7.3.9 Tests with specified TRV

If it is not possible to fulfil the requirements of 6.101.7.3.3, switching tests may be performed in circuits which fulfil the following requirements for the prospective recovery voltage as specified in Table 10 and identified in Figure 6.

**Table 10 – Prospective recovery voltage parameter limits
for capacitor bank current breaking tests**

Test duties	Recovery voltage ^{a,b}		Time coordinates ^a		
			t_a^d	t_2^e	ms
	u_c^e	u_a^d		50 Hz	60 Hz
1	1,98	0,028	t_3^c		
2	1,95	0,070	t_3^c	8,7	7,3

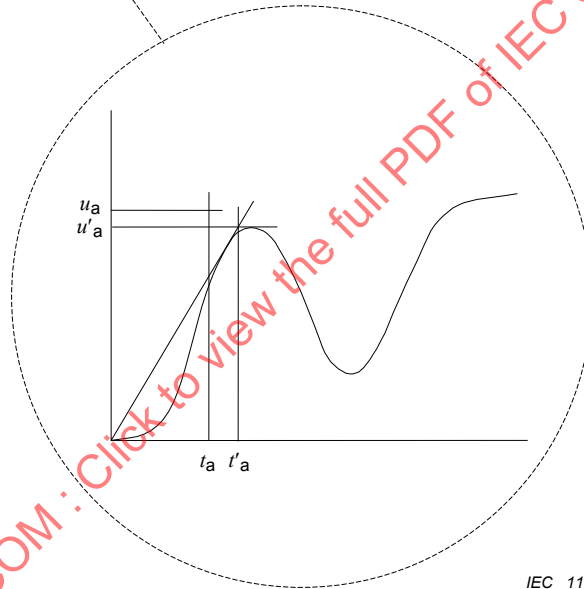
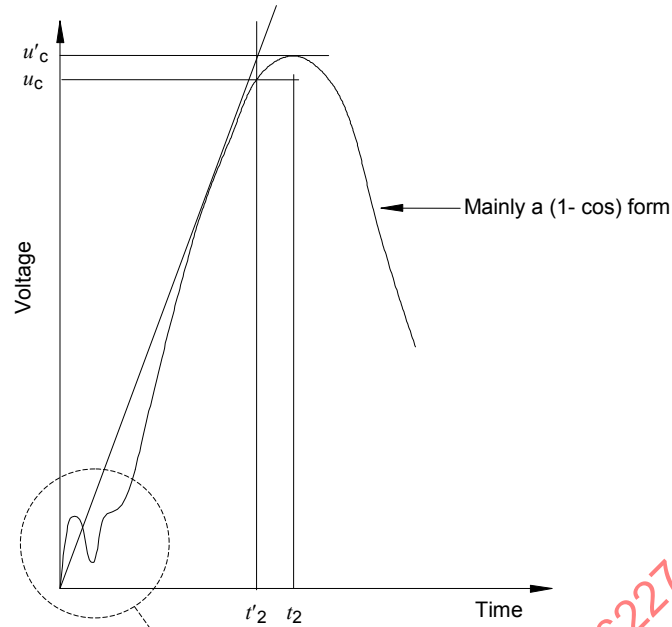
^a Refer to Figure 6.

^b Values are per unit with respect to the peak value of the test voltage.

^c t_3 in Table 7.

^d The peak value u_a of the initial part of the prospective TRV shall be less than u_a and the time to peak t_a shall be greater than t_a as shown in Figure 6.

^e The prospective peak recovery voltage u'_c shall be greater than u_c and the time to peak t_2 shall be less than t_2 as shown in Figure 6.



IEC 1191/11

The prospective TRV (u'_a , t'_a , u'_c , t'_2) shall be as follows:

$$u'_a < u_a \quad u'_c > u_c \quad t'_a > t_a \quad t'_2 < t_2$$

u_a , t_a , u_c and t_2 are defined in Table 10.

Figure 6 – Prospective TRV parameter limits for capacitor bank current breaking tests

6.101.7.4 Test circuits for earth fault tests (test duties TD_{ef1} and TD_{ef2})

Test circuits according to Figures 7 and 8 shall be used with the impedance Z_s equal to the impedance of the supply side for test duty TD_{load} for general purpose switches. The supply side circuit shall be that specified for mainly active load switching tests including TRV control capacitors and resistors.

Non-inductive resistors R having a resistance not exceeding 5 % of the capacitive impedance may be inserted in series with the capacitors.

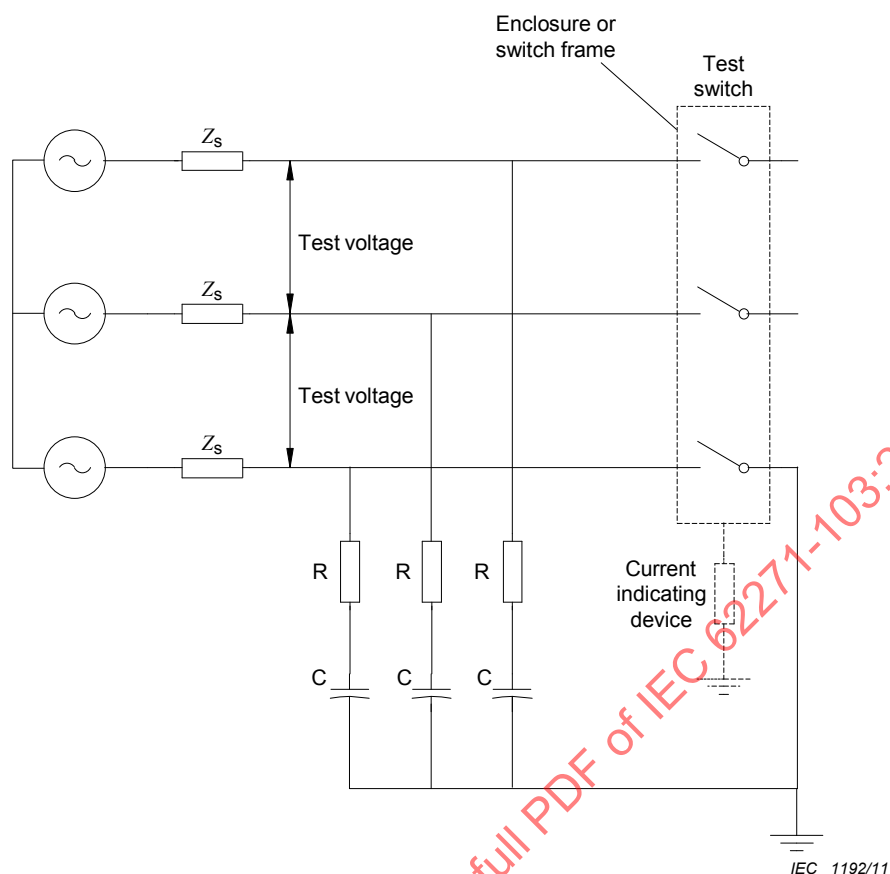


Figure 7 – Three-phase test circuit for earth fault breaking current tests, for test duty TD_{ef1}

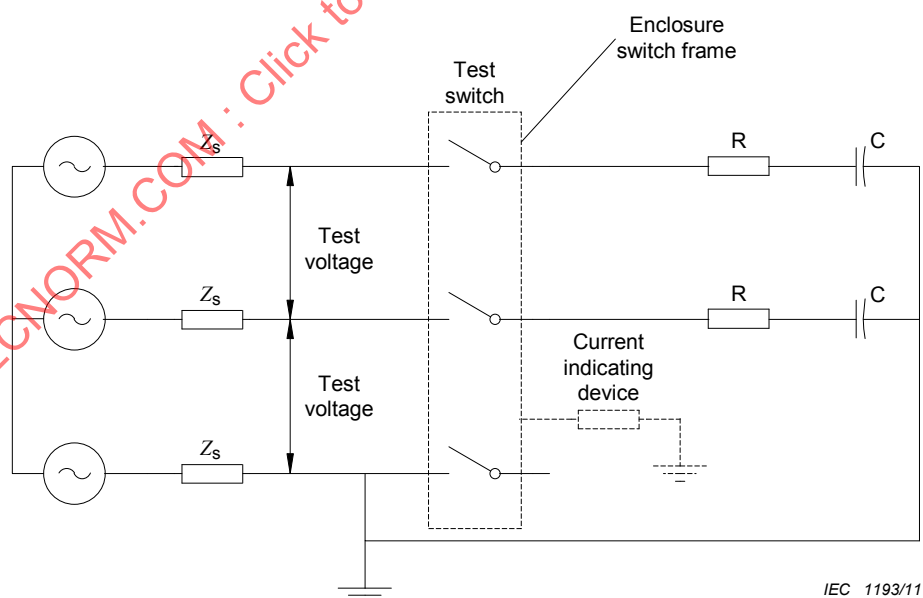


Figure 8 – Three-phase test circuit for cable-charging breaking current tests under earth fault conditions, for test duty TD_{ef2}

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

The test circuit for three-phase tests shall be as shown in Figure 9. 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 10.

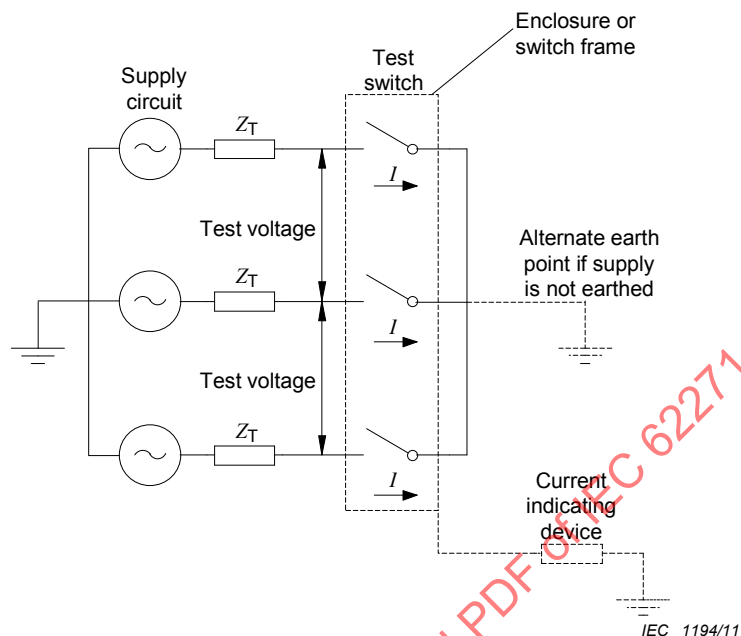


Figure 9 – Three-phase test circuit for short-circuit making current test for test duty TD_{ma}

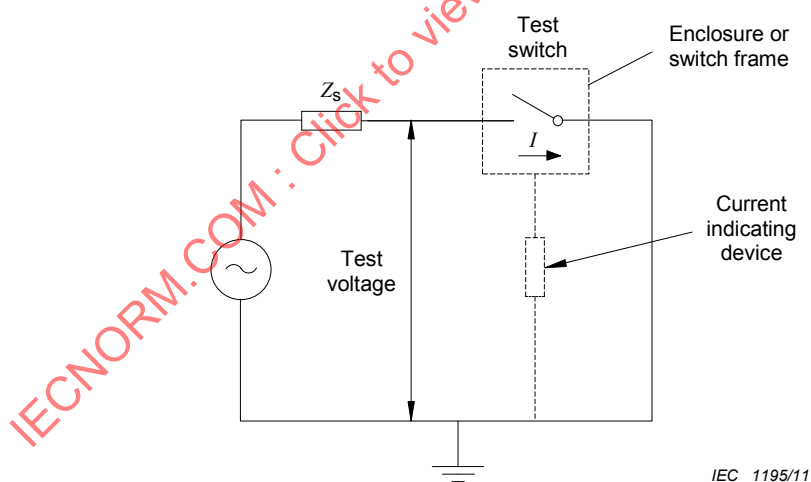


Figure 10 – Single-phase test circuit for short-circuit making current test for test duty TD_{ma}

6.101.7.6 Motor circuits (test duty TD_{mot})

Subclause 6.114 of IEC 62271-110 is applicable.

6.101.8 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, that may be harmful to operating personnel.

For capacitive current breaking tests, restrikes are permitted during switching for class C1 switches.

For class C2, if one single restrike occurs along an entire specific series of capacitive switching, for example test duties TD_{cc1} and TD_{cc2} for cable charging current, the number of operations as indicated in Tables 3 to 6, shall be doubled for this test series. The additional operations shall be performed on the same switch and without any maintenance or reconditioning in between. The requirements for class C2 are still fulfilled, if no further restrike occurs. A re-ignition followed by interruption at a later current zero shall be treated as a breaking operation with long arcing time.

There shall be no significant leakage current to the earthed structure or screens, such as to endanger an operator or damage insulation materials. This may be verified by following the procedure specified in 6.101.4.

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.

NSDDs may occur during the recovery voltage period following a breaking operation. However, their occurrence is not a sign of distress of the switching device under test. Therefore, their number is of no significance to interpreting the performance of the switch under test. They shall always be reported in the test report in order to differentiate them from restrikes.

6.101.9 Condition of switch after breaking tests and short-circuit making tests

After performing the specified breaking tests on one sample and after test duty TD_{ma} , the mechanical function and the insulators of the switch shall be in practically the same condition as before the tests. The switch shall be capable of carrying its rated normal current without its temperature rise exceeding the values specified.

After the specified tests, a no-load operation and a condition check test according to 6.2.11 of IEC 62271-1 shall be done.

The requirement of being capable of carrying its rated normal current is considered met if one of the following criteria is satisfied:

- a) visual inspection of the main contacts shows evidence of their good condition;
or if impracticable or unsatisfying,
- b) the resistance measured, as close as possible to the main contacts, and according to the procedure of 6.4.1 of IEC 62271-1 does not exhibit an increase of more than 20 % compared with resistance measured before the test. Before measurement of contact resistance, a maximum of 10 no-load operations may be done,
or if the condition of b) is not satisfied
- c) a test under rated thermal maximum current demonstrates that no thermal runaway occurs, by monitoring the temperature at the points where resistance measurement were made until stabilization (variation less than 1 K/h), and that the limits of temperature and temperature rise given in Table 3 of IEC 62271-1 are not exceeded. During this test, no other temperature measurement is made inside of the switching device. If the stabilization can not be obtained, or the temperature and temperature rise are exceeding the limits, then the condition check has failed and the switch is considered to have failed the test duty as well.

6.101.10 Type-test reports

6.101.10.1 Information and results to be recorded

All relevant information and results of type tests shall be included in the type-test report. Typical oscillographic records shall be made of all tests and included in the type-test report.

It is necessary to record in the document the test results of all tests made. However, it is permissible to reproduce in the report only the first and last oscillogram of each duty at a specific test current. Any records showing re-ignitions, restrikes or other unusual characteristics shall be included in the report. The testing laboratory must retain all the recorded oscillograms and test results.

Test duty TD_{load2} for Class E3 switches requires 100 operations to be undertaken. The values for each test shall be observed by suitable means in order to ensure that the switch performs satisfactorily. All test parameters measured for each operation shall be included in the test report. For the convenience of testing, it shall be permissible to take permanent recordings at regular intervals approximating to every tenth operation. At least the first and the last of these recordings shall be included in the report. All the recorded oscillograms and test results of this test duty must be retained by the testing laboratory or the manufacturer.

The type-test report shall include a statement of the performance of the switch during each test-duty and of the condition of the switch after each test-duty, in so far as an examination is made, and at the end of the series of test-duties. The statement shall include the following particulars:

- a) condition of the switch, giving details of any replacements or adjustments made and condition of contacts, arc control devices, oil (including any quantity lost), statement of any damage to arc shields, enclosures, insulators and bushings;
- b) description of performance during test-duty, including observations regarding emission of oil, gas or flame.

6.101.10.2 Information to be included in type-test reports

Subclause 6.1.3 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition:

Test conditions (for each series of tests)

- a) number of poles;
- b) power factor;
- c) frequency, in Hz;
- d) generator neutral (earthed or isolated);
- e) transformer neutral (earthed or isolated);
- f) short-circuit point or load side neutral (earthed or isolated);
- g) diagram of test circuit including connection(s) to earth;
- h) details of connection of switch to the test circuit (e.g. orientation);
- i) pressure of fluid for insulation and/or switching;
- j) pressure of fluid for operation.

6.101.10.2.1 Short-time withstand current test

- a) current
 - 1) r.m.s. value, in kA,
 - 2) peak value, in kA;
- b) duration, in s;
- c) behaviour of switch during tests;

- d) condition after tests;
- e) resistance of the main circuit before and after tests, in $\mu\Omega$.

6.101.10.2.2 Making and breaking tests

- a) applied voltage, in kV;
- b) making current (peak value), in kA; (in case of short-circuit making tests);
- c) breaking current r.m.s. value of a.c. component in A for each phase and average;
- d) power frequency recovery voltage, in kV;
- e) prospective transient recovery voltage;
- f) arcing time, in ms;
- g) opening time, in ms (if applicable);
- h) break time, in ms (if applicable);
- i) make time, in ms (if applicable);
- j) behaviour of switch during tests, including, where applicable, emission of flame, gas, oil or occurrence of NSDDs, etc;
- k) condition after tests;
- l) parts renewed or reconditioned during the tests.

6.101.10.2.3 Capacitive current switching tests

- a) test voltage, in kV;
- b) breaking current in each phase, in A;
- c) peak values of the voltage between phase and earth, in kV after interruption
 - 1) supply side of the switch,
 - 2) load side of the switch;
- d) number of restrikes (if any);
- e) opening time, in ms (if applicable);
- f) break time, in ms (if applicable);
- g) make time, in ms (if applicable);
- h) behaviour of switch during tests;
- i) condition after tests.

6.102 Mechanical and environmental tests

6.102.1 Miscellaneous provisions for mechanical and environmental tests

6.102.1.1 Mechanical characteristics

At the beginning of the type tests, the mechanical characteristics of the switch shall be established, for example, by recording no-load travel curves.

The mechanical characteristics shall be produced during a no-load test made with one single C operation and one single O operation and, if applicable at rated supply voltage of operating devices and of auxiliary and control circuits, rated functional pressure for operation and, at the rated functional pressure for interruption.

The opening and the closing characteristics recorded in the reference no-load test shall be used as reference closing and reference opening characteristics. The allowable deviations from these reference characteristics correspond to the tolerances given by the manufacturer when performed under the same conditions as used for the procedure to produce the reference mechanical characteristics.

6.102.1.2 Arrangement of the switch for tests

The switch should be mounted on its own support and its operating mechanism shall be operated in the specified manner.

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

If applicable, the supply voltage of the operating device shall be measured at the terminals of the closing and tripping coils 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 where the operating force is equivalent to that for operation with a manual handle.

At the beginning of each test, the switch shall be at its rated functional pressure for interruption, if applicable.

A switch design may be fitted with several variants of auxiliary equipment (shunt releases and motors) in order to accommodate the various rated control voltages and frequencies as stated in 4.8 and 4.9. These variants do not need to be tested if they are of similar designs and if the resulting no-load mechanical characteristics are within the tolerance given in 6.102.1.1.

6.102.1.3 Evaluation of the operating characteristics before and after mechanical and environmental tests

For evaluation of the operating characteristics, the following operations shall be performed:

- five close-open operating cycles at the rated supply voltage and/or pressure (if any);
- five close-open operating cycles at the minimum supply voltage and/or pressure (if any);
- five close-open operating cycles at the maximum supply voltage and/or pressure (if any);
- five close-open manual operations if the switch can only be operated manually or, if a power-operated switch also allows manual operation.

The operating characteristics shall be recorded, if applicable, such as operating times, consumption of the control circuit, maximum forces for manual operation; satisfactory operation of control and auxiliary contacts, and position-indicating devices (if any) shall be verified. It is not necessary to include all the oscillograms recorded in the type-test report.

6.102.1.4 Condition of switch during and after mechanical operation tests

The switch shall be in such a condition that it is capable of operating normally, making, carrying and breaking its rated normal current.

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

For switches having gas as a switching and/or insulating medium, a tightness test shall be performed after the mechanical operation test.

Some maintenance operations in accordance with the manufacturer's instructions are permissible during the mechanical endurance tests for class M1 and class M2 switches and, shall be recorded:

- lubrication is permissible during the test;

- some mechanical adjustments are allowed after each set of 1 000 CO operations, but change of contacts is not permitted.

Before the visual inspection, a condition check test according to 6.2.11 of IEC 62271-1 shall be done.

The requirement of being capable of carrying its rated normal current is considered met if one of the following criteria is satisfied:

- a) visual inspection of the main contacts shows evidence of their good condition;
or if impracticable or unsatisfying,
- b) the resistance measured, as close as possible to the main contacts, and according to the procedure of 6.4.1 of IEC 62271-1 does not exhibit an increase of more than 20 % compared with resistance measured before the test.
or if the condition of b) is not satisfied
- c) a test under rated thermal maximum current demonstrates that no thermal runaway occurs, by monitoring the temperature at the points where resistance measurement were made until stabilization (variation less than 1 K per hour), and that the limits of temperature and temperature rise given in Table 3 of IEC 62271-1 are not exceeded. During this test, no other temperature measurement is made inside of the switching device. If the stabilization can not be obtained, or the temperature and temperature rise are exceeding the limits, then the condition check shall have failed and the switch is considered to have failed the test duty as well.

Vacuum switches are excluded from the tightness verification tests. The integrity of the vacuum will be verified by a power frequency voltage test after the mechanical and after the environmental tests. However, if the vacuum switch is used in an enclosure filled with an insulating gas, for example SF₆, the tightness verification tests shall be performed on this enclosure.

6.102.2 Mechanical operation test at ambient air temperature

6.102.2.1 Mechanical endurance test for class M1 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 for all classes of switches, extended mechanical endurance tests should be conducted in accordance with 6.102.4.

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.

The operating cycles can be performed in any convenient order.

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. External cooling may be applied during the test.

6.102.2.2 Mechanical endurance tests for class M2 switches

These endurance tests only apply to power-operated switches.

Mechanical endurance tests shall be carried out as follows.

The tests shall be made according to 6.102.2 with the following addition: 5 000 operating cycles shall be performed comprising five times the number of operating cycles specified in the 6.102.2.

The program of maintenance during the tests shall be defined by the manufacturer before the test and recorded in the test report.

6.102.3 Low and high temperature tests

6.102.3.1 General

The two tests need not be performed in succession, and the order in which they are made is arbitrary. For class –5 °C indoor switches and for class –10 °C outdoor switches, no low temperature test is required.

For single enclosure switches or multi-enclosure switches with a common operating device, three-pole tests shall be made.

If heat sources are required, they shall be in operation.

No maintenance, replacement of parts, lubrication or readjustment of the switch is permissible during the tests.

6.102.3.2 Measurement of ambient air temperature

The ambient air temperature of the immediate test environment shall be measured at half the height of the switch and at a distance of 1 m from the switch.

The maximum temperature deviation over the height of the switch shall not exceed 5 K.

6.102.3.3 Low temperature test

The diagram of the test sequences and identification of the application points for the tests specified are given in Figure 11a.

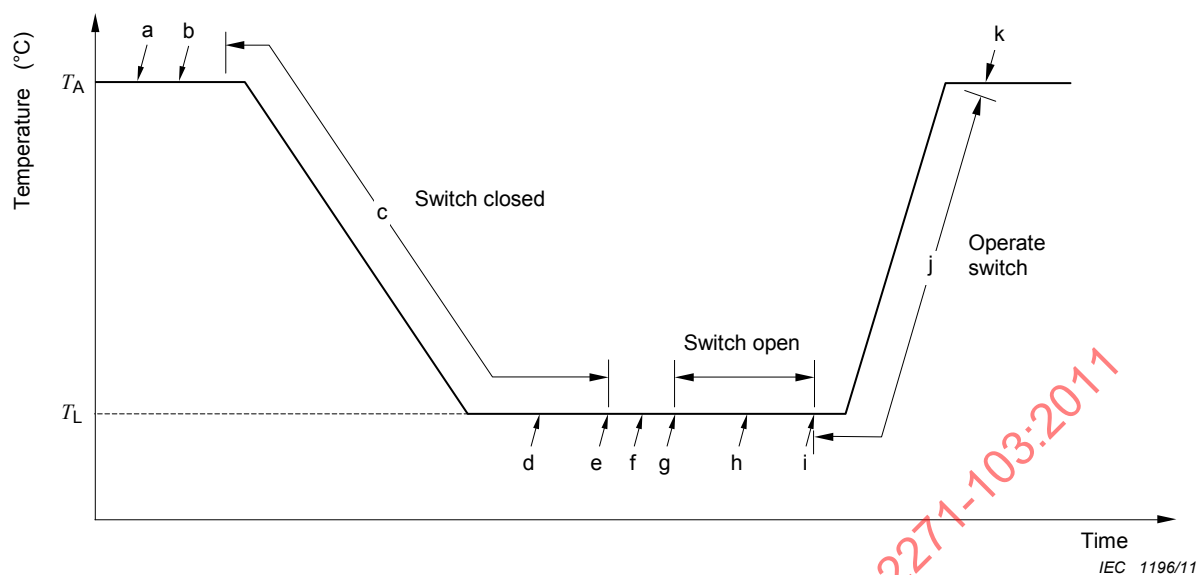


Figure 11a – Low temperature test

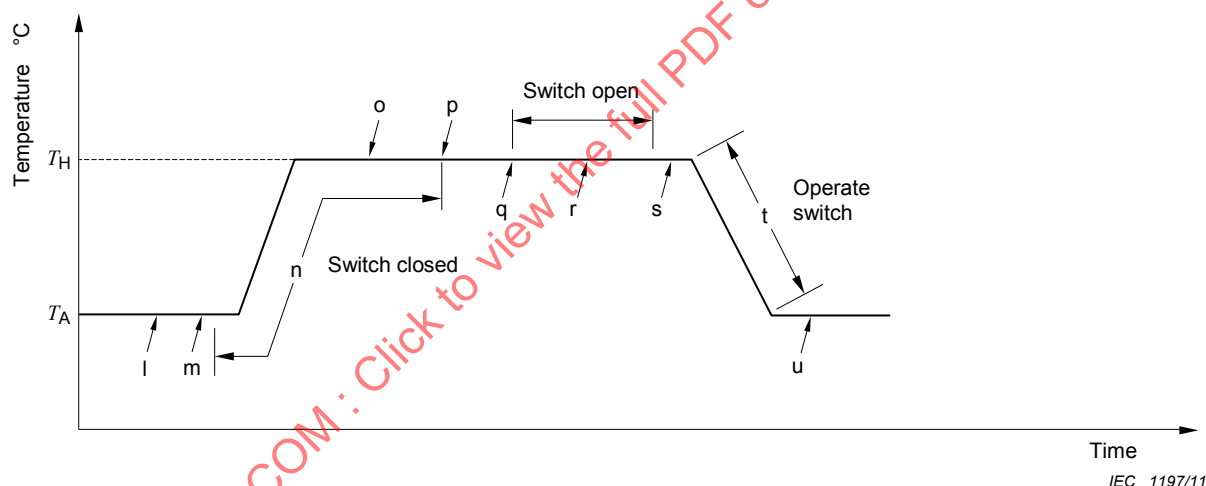


Figure 11b – High temperature test

NOTE Letters a to u identify application points of tests specified in 6.102.3.3 and 6.102.3.4

Figure 11 – Test sequences for low and high temperature tests

If the low temperature test is performed immediately after the high temperature test, the low temperature test can proceed after completion of item u) of the high temperature test. In this case items a) and b) are omitted.

- The test switch shall be adjusted in accordance with the manufacturer's instructions.
- Characteristics and settings of the switch shall be recorded in accordance with 6.102.1.3 and at an ambient air temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (T_A). The tightness test (if applicable) shall be performed according to 6.8.
- With the switch in the closed position, the air temperature shall be decreased to the appropriate, minimum ambient air temperature (T_L), according to the class of the switch as given in 2.1.1, 2.1.2 and 2.2.3 of IEC 62271-1. The switch shall be kept in the closed position for 24 h after the ambient air temperature stabilises at T_L .

- d) During the 24 h period with the switch in the closed position at temperature T_L , a tightness test shall be performed (if applicable). An increased leakage rate is acceptable, provided that it returns to the original value when the switch is restored to the ambient air temperature T_A and is thermally stable. The increased temporary leakage rate should not exceed the permissible temporary leakage rate of Table 13 of IEC 62271-1. However, it is technically hardly possible to do an accumulation test at low temperature for e.g. switches filled with SF_6 pressure slightly higher than atmospheric pressure, since accumulation times might be far longer than 24 h. A tightness test at low temperature may easily lead to questionable and irreproducible results. Under these conditions only sniffing for SF_6 is possible, provided the detectors are suitable for these temperatures. Although the test provides numerical results, these can only indicate the presence of local leaks, if any, which cannot be considered as representative of the cumulative leakage rate. If a leakage is detected by the sniffing, then the test has failed.
- e) After 24 h at temperature T_L , the switch shall be opened and closed at rated values of supply voltage and operating pressure, if applicable. The opening and the closing characteristics shall be recorded to establish low temperature operating characteristics.
- f) The low temperature behaviour of the switch shall be verified by disconnecting the supply of all heating devices, including also the anti-condensation heating elements, for a duration t_x . At the end of the interval t_x , an opening order, at rated values of supply voltage and operating pressure, shall be given, if applicable.

The switch shall then open. The opening characteristics shall be recorded to allow assessment of the interrupting capability.

The manufacturer shall state the value of t_x (not less than 2 h) up to which the switch is still operable without auxiliary power to the heaters. In the absence of such a statement, the preferred value shall be equal to 2 h.
- g) The switch shall be left in the open position for 24 h.
- h) During the 24 h period with the switch in the open position at temperature T_L , a tightness test shall be performed (if applicable). An increased leakage rate is acceptable, provided that it returns to the original value when the switch is restored to the ambient air temperature T_A and is thermally stable. The increased temporary leakage rate shall not exceed the permissible temporary leakage rate of Table 13 of IEC 62271-1.
- i) At the end of the 24 h period, 50 closing and 50 opening operations shall be made at rated values of supply voltage and operating pressure, if applicable, with the switch at temperature T_L . The first closing and opening operation shall be recorded to establish low temperature operating characteristics. The minimum time interval between operations shall be specified by the manufacturer.
- j) After completing the 50 opening and 50 closing operations, the air temperature shall be increased to ambient air temperature T_A at a rate of change of approximately 10 K per hour. During the temperature transition period, the switch shall be subjected to the operating sequences C-O-C and O-C-O at rated values of supply voltage and operating pressure. Both operating sequences should be made at 30 min intervals so that the switch will be in open and closed positions for 30 min periods between the operating sequences.
- k) After the switch has stabilised thermally at ambient air temperature T_A , a recheck shall be made of the switch settings, operating characteristics and tightness as in items a) and b) for comparison with the initial characteristics.

The accumulated leakage during the complete low temperature test sequence from item b) to item j) shall not be such that minimum pressure for insulation and/or for switching (if any) is reached.

6.102.3.4 High-temperature test

The diagram of the test sequence and identification of the application points for the tests specified are given in Figure 11b.

If the high temperature test is performed immediately after the low temperature test, the high temperature test can proceed after completion of item j) of the low temperature test. In this case, items l) and m) below are omitted.

- l) The test switch shall be adjusted in accordance with the manufacturer's instructions.
- m) Characteristics and settings of the switch shall be recorded in accordance with 6.102.1.3 and at an ambient air temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (T_A). The tightness test (if applicable) shall be performed according to 6.8.
- n) With the switch in the closed position, the air temperature shall be increased to the appropriate, maximum ambient air temperature (T_H), according to the upper limit of ambient air temperature as given in 2.1.1, 2.1.2 and 2.2.3 of IEC 62271-1. The switch shall be kept in the closed position for 24 h after the ambient air temperature stabilises at T_H .

NOTE The influence of solar radiation is not considered.

- o) During the 24 h period with the switch in the closed position at the temperature T_H , a tightness test shall be performed (if applicable). An increased leakage rate is acceptable, provided that it returns to the original value when the switch is restored to the ambient air temperature T_A and is thermally stable. The increased temporary leakage rate shall not exceed the permissible temporary leakage rate of Table 13 of IEC 62271-1.
- p) After 24 h at the temperature T_H , the switch shall be opened and closed at rated values of supply voltage and operating pressure. The opening and the closing characteristics shall be recorded to establish high temperature operating characteristics.
- q) The switch shall be opened and left open for 24 h at the temperature T_H .
- r) During the 24 h period with the switch in the open position at the temperature T_H , a tightness test shall be performed (if applicable). An increased leakage rate is acceptable, provided that it returns to the original value when the switch is restored to the ambient air temperature T_A and is thermally stable. The increased temporary leakage rate should not exceed the permissible temporary leakage rate of Table 13 of IEC 62271-1. However, it is technically hardly possible to do an accumulation test at high temperature for e.g. switches filled with SF_6 pressure slightly higher than atmospheric pressure, since accumulation times might be far longer than 24 h. A tightness test at high temperature may easily lead to questionable and irreproducible results. Under these conditions only sniffing for SF_6 is possible, provided the detectors are suitable for these temperatures. Although the test provides numerical results, these can only indicate the presence of local leaks, if any, which cannot be considered as representative of the cumulative leakage rate. If a leakage is detected by the sniffing, then the test has failed.
- s) At the end of the 24 h period, 50 closing and 50 opening operations shall be made at rated values of supply voltage and operating pressure with the switch at the temperature T_H . The first closing and opening operation shall be recorded to establish high temperature operating characteristics. The minimum time interval between operations shall be specified by the manufacturer.
- t) After completing the 50 opening and 50 closing operations, the air temperature shall be decreased to ambient air temperature T_A , at a rate of change of approximately 10 K/h. During the temperature transition period the switch shall be subjected to the operating sequences C-O-C and O-C-O at rated values of supply voltage and operating pressure. Both operating sequences should be made at 30 min intervals so that the switch will be in open and closed positions for 30 min periods between the operating sequences.
- u) After the switch has stabilised thermally at ambient air temperature T_A , a recheck shall be made of the switch settings, operating characteristics and tightness as in items l) and m) for comparison with the initial characteristics.

The accumulated leakage during the complete high temperature test sequence from item l) to item t) shall not be such that minimum pressure for insulation and/or for switching (if any) is reached.

6.102.4 Humidity test on auxiliary and control circuits

6.102.4.1 General

The humidity test does not apply to equipment which is designed to be directly exposed to precipitation, for example primary parts of outdoor switches. The test shall be performed on switches or switch components, where due to sudden changes of the temperature condensation may occur on insulating surfaces which are continuously stressed by voltage. This is mainly the insulation of the auxiliary and control circuits of indoor installed switches. The test is not necessary if the switch is used within a switchgear for which tests on auxiliary and control circuits include environmental tests. It is also not necessary where effective means against condensation are provided, for example control cubicles with anti-condensation heaters.

Applying the test procedure described in 6.102.4.2, the withstand of the test object, primarily switch components, to humidity effects, which may produce condensation on the surface of the test specimen, is determined in an accelerated manner.

6.102.4.2 Test procedure

The test object shall be arranged in a test chamber containing circulating air and in which the temperature and humidity shall follow the cycle given below:

During about half of the cycle the surfaces of the test object shall be wet, and dry during the other half. To obtain this result the test cycle consists of a period t_4 with low air temperature ($T_{\min} = 25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$) and a period t_2 with high air temperature ($T_{\max} = 40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) inside the test chamber. Both periods shall be equal in time. The generation of fog shall be maintained for that half of the cycle (see Figure 12) in which the low air temperature is applied.

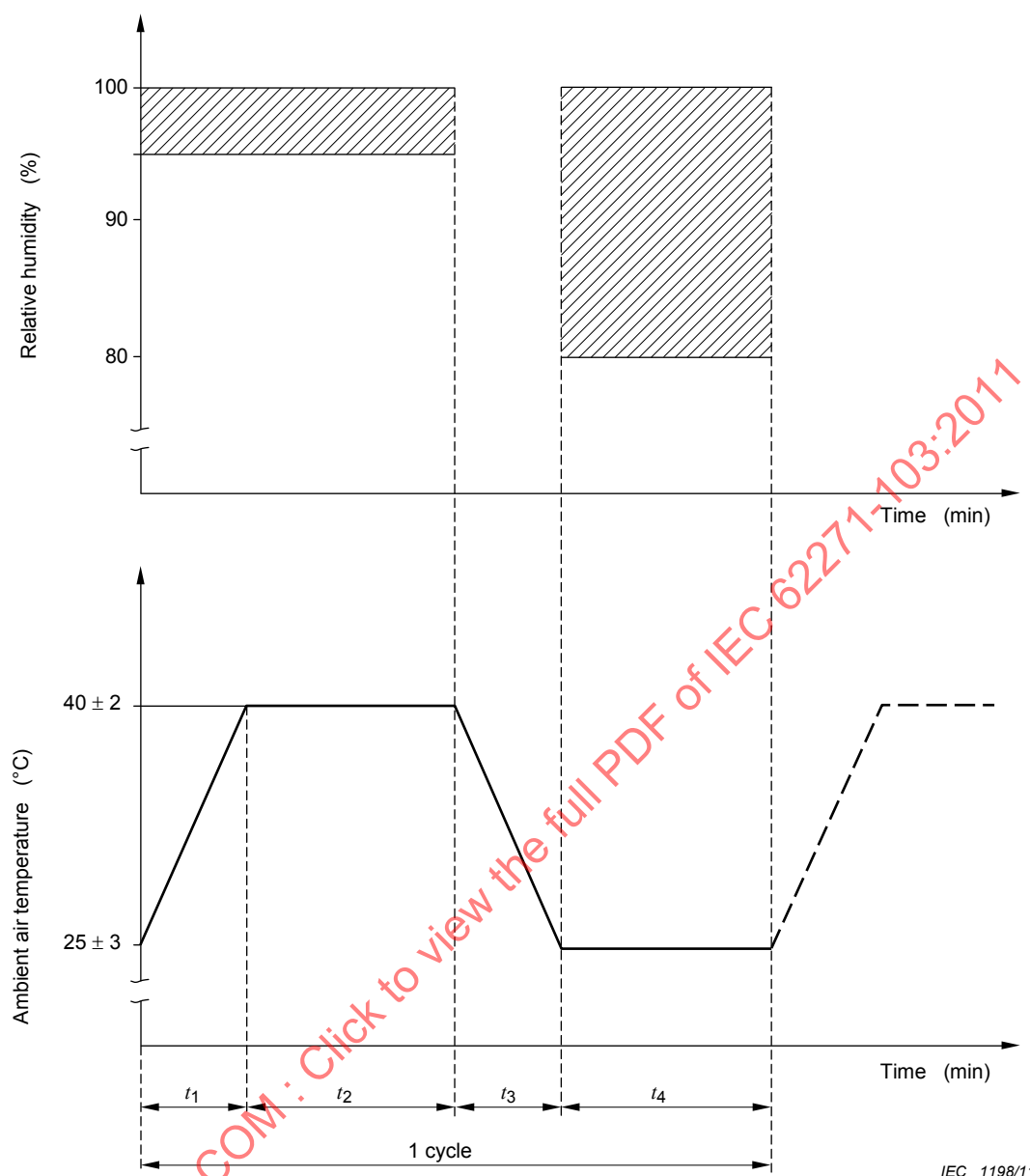


Figure 12 – Humidity test

The beginning of fog generation coincides in principle with the beginning of the low air temperature period. However, to wet the vertical surfaces of materials with a high thermal time constant, it may be necessary to start the fog generation later within the low air temperature period.

The duration of the test cycle depends on the thermal characteristics of the test objects, and shall be sufficiently long, both at high and low temperature, to cause wetting and drying of all insulation surfaces. In order to obtain these conditions, steam should be injected directly into the test chamber or heated water should be atomised; the rise from 25 °C to 40 °C may be obtained with the provision of heat coming from the steam or atomised water or, if necessary, by additional heaters. Preliminary cycles shall be carried out with the test object placed in the test chamber in order to observe and to check these conditions.

NOTE For low-voltage components of high-voltage switches, usually having time constants smaller than 10 min, the duration of the time intervals given in Figure 12 are: $t_1 = 10$ min, $t_2 = 20$ min, $t_3 = 10$ min and $t_4 = 20$ min.

The fog is obtained by the continuous or periodical atomisation of 0,2 l to 0,4 l of water (with the resistivity characteristics given below) per hour and per cubic metre of test chamber volume. The diameter of the droplets shall be less than 10 μm ; such a fog may be obtained by mechanical atomisers. The direction of the spraying shall be such that the surfaces of the test object are not directly sprayed. No water shall drop from the ceiling upon the test object.

During the fog generation the test chamber shall be closed and no additional forced air circulation is permitted.

The water used to create the humidity shall be such that the water collected in the test chamber has a resistivity equal to or greater than 100 Ωm and contains neither salt (NaCl) nor any corrosive element.

The temperature and the relative humidity of the air in the test chamber shall be measured in the immediate vicinity of the test object and shall be recorded for the whole duration of the test. No value of relative humidity is specified during the drop in temperature, however, the humidity shall be above 80 % during the period when the temperature is maintained at 25 °C.

The air shall be circulated in order to obtain uniform distribution of the humidity in the test chamber.

The number of cycles shall be 350.

During and after the test, the operating characteristics of the test objects shall not be affected. The auxiliary and control circuits shall withstand a power frequency voltage of 1 500 V for 1 min. The degree of corrosion, if any, should be indicated in the test report.

6.102.5 Operation under severe ice conditions

If required, tests shall be performed in accordance with 6.103 of IEC 62271-102, with the following exception:

Switches having stored energy or dependent power-operating mechanisms shall operate successfully on the first attempt to operate.

6.102.6 Tests to verify the proper functioning of the position indicating device

Subclause 6.105 of IEC 62271-102 is applicable with the following addition.

The position indicating device is specified in Annex A of IEC 62271-102, and shall be verified as defined for disconnectors.

However, for switches not having any isolating capability and actuated by independent driving mechanism, the position indicating device shall be verified as follows.

Besides the mechanical type tests specified in Clause 6, during which the correct functioning of the indicating device shall be verified, the equipment shall pass the following test in order to verify both the sufficient strength of the power kinematic chain and the reliability of the position-indicating kinematic chain.

- a) Five trials to open the switch shall be performed after blocking in closed position (with suitable means) the farthest moving contact of the switch measured from the point of transmission of the energy from the driving mechanism. No measurement of forces/torques is required during these trials.

The five trials shall be performed with its own driving mechanism for each one of the different manners of being operated i.e. at normal forces (if manually operated up to 250 N) and at rated voltage or pressure (if power operated or if release operated).

- b) When the position-indicating device is marked directly on a mechanical part of the power kinematic chain no more test is required.

If, during service operations, the part of the position-indicating kinematic chain between the power kinematic chain and the position-indicating device is inside an enclosure providing a minimum degree of protection equivalent to IP2XC of IEC 60529 as defined in Clause 4, and which has passed a mechanical impact test according to 6.7.2 of IEC 62271-1 with an energy of 2 J, no supplementary tests are required but the following remarks shall be considered.

The blows shall be applied to the points of the enclosure that are likely to be the weakest in relation to the protection of the indicating kinematic chain and the indicating device.

In all other cases, a test for each operating manner shall be carried out blocking the position-indicating device instead of the moving contact, and applying normal forces (if manually operated up to 250 N) and at rated voltage or pressure (if power operated or if release operated).

Each test is passed if

- after each test the three moving contacts remain in the close position and the position-indicating device indicates correctly the position of the moving contacts;
- there is no permanent distortion on the position-indicating kinematic chain.

7 Routine tests

Clause 7 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

7.101 Mechanical operating tests

Operating tests are made to ensure that switches comply with the prescribed performance within the specified limits.

During these tests, which are performed without voltage 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 shall comply with specifications for the mechanical operation type tests, refer to 6.102.1.

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;
- if a switch can be manually operated besides its normal electric or pneumatic operating device: five manual operating cycles.

A manually operated switch shall be subjected to the following test: 10 operating cycles.

During these tests, no adjustment shall be made and the operation shall be faultless. It shall be verified that the position indication is operating correctly when the switches open and close.

8 Guide to the selection of switchgear and controlgear

8.101 General

This guide presents suggestions on application as an aid to obtaining satisfactory performance of high-voltage switches rated up to and including 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 2.1 of IEC 62271-1 for normal service condition requirements.

8.102 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:

- 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 normal service conditions;
- i) unusual operating duty, frequency of operation, difficulty of maintenance, unbalanced voltages, special insulation requirements, etc.;
- j) for use at other than rated frequency, such as harmonics associated with capacitor banks, and rectifier circuits. The normal current rating of the switch should be such as to adequately carry the power-frequency current and the harmonic currents.

Refer to 2.2 of IEC 62271-1 for special service conditions.

8.103 Insulation coordination

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

Refer to IEC 60071-1 for a general discussion and recommendations on insulation coordination.

8.104 Selection of class of switch

8.104.1 General purpose switch

Refer to 3.4.103 for purpose and application of class E1, E2, E3, M1, M2, C1 and C2 general purpose switches.

8.104.2 Limited purpose switch

Refer to 3.4.104 for definitions of the capabilities of a limited purpose switch and application of class M1, M2, C1 and C2.

8.104.3 Special purpose switch

Refer to 3.4.105 for definition of the capabilities and application of a special purpose switch and its classes E1, E2, E3, M1, M2, C1 and C2.

8.105 Tests for special applications

For special applications, tests may be defined on agreement between customer and manufacturer:

- tests to prove the ability of the switch to make or break currents that are specified by the user or are beyond the scope of the normal type tests;
- tests to verify that switches installed in systems where cable is connected to the switch can withstand the d.c. test voltages normally applied for the dielectric testing of cables. The a.c. voltage on the supply side of the switch should be considered when determining test voltages.

9 Information to be given with inquiries, tenders and orders

9.1 Information to be given with inquiries and orders

Subclause 9.1 of IEC 62271-1 is not applicable. It is modified as follows.

When inquiring for or ordering a switch, the following particulars should be supplied by the inquirer:

- a) particulars of system: i.e., nominal and highest voltages, frequency, number of phases, and details of neutral earthing. Unusual characteristics of the system in which the switch is to be applied should be noted (harmonic currents, resonance conditions, number of operations required);
- b) service conditions including minimum and maximum ambient air temperatures, if beyond the normal values; altitude, if over 1 000 m; and any special conditions likely to exist or arise, e.g. unusual exposure to steam or vapour, moisture, fumes, explosive gases, excessive dust, or salt air (see 2.1, 2.2 and 6.2.8 of IEC 62271-1 and 8.2 of this standard);
- c) characteristics of the switch

The following information should be given:

- 1) number of poles;
- 2) type and class of switch as defined in Clause 3;
- 3) indoor or outdoor installation;
- 4) rated voltage (4.1 of IEC 62271-1);
- 5) rated insulation level where a choice exists between different insulation levels corresponding to a given rated voltage or, if other than standard, desired insulation level (4.2 of IEC 62271-1);
- 6) rated frequency (4.3 of IEC 62271-1);
- 7) rated normal current (4.4 of IEC 62271-1);
- 8) rated breaking currents;
- 9) rated short-circuit making current;
- 10) if other than standard, desired duration of short-circuit current (4.7 of IEC 62271-1);
- 11) the type tests required on special request;

- d) characteristics of the operating mechanism of switch and associated equipment, in particular:
 - 1) method of operation, whether manual or power;
 - 2) number and type of spare auxiliary switches;
 - 3) rated supply voltage and rated supply frequency;
- e) requirements concerning the use of compressed air and requirements for design and test of pressure vessels.

9.2 Information to be given with tenders

Subclause 9.2 of IEC 62271-1 is not applicable. It is modified as follows.

When the inquirer requests technical particulars of a switch, the following information, where applicable, should be given by the manufacturer, with any explanatory text and drawings:

- a) rated values and characteristics:
 - 1) number of poles,
 - 2) type and class of switch as defined in Clause 3,
 - 3) indoor or outdoor application,
 - 4) rated voltage (4.1 of IEC 62271-1),
 - 5) rated insulation level (4.2 of IEC 62271-1),
 - 6) rated frequency (4.3 of IEC 62271-1),
 - 7) rated normal current (4.4 of IEC 62271-1),
 - 8) rated breaking currents as defined in Clause 3 and 4, if applicable,
 - 9) rated short-circuit making current as defined in 3.7.115 and 4.112 if applicable,
 - 10) rated duration short-circuit current (4.7 of IEC 62271-1);
- b) type tests
 - list of certificates or reports on request, including the special tests requested by the inquirer;
- c) constructional features:
 - 1) mass of complete switch,
 - 2) gas pressure and limits of gas pressure within which the switch will operate correctly for air blast switches and gas switches (4.10 of IEC 62271-1),
 - 3) minimum clearances in air:
 - between poles;
 - to earth.
- d) operating mechanism of switch and associated equipment:
 - 1) type of operating mechanism,
 - 2) rated supply voltage of closing and opening devices (4.8 of IEC 62271-1),
 - 3) rated supply frequency (4.9 of IEC 62271-1),
 - 4) rated pressure of compressed gas supply for operation,
 - 5) current required at rated supply voltage to close and open the switch,
 - 6) quantity of free air required to close and open the switch at rated supply pressure,
 - 7) rated supply voltage of shunt opening release,
 - 8) current required at rated supply voltage for shunt opening release,
 - 9) number and type of spare auxiliary switch contacts,
 - 10) current required at rated supply voltage by other auxiliaries,

e) overall dimensions and other information.

The manufacturer should give the necessary information regarding overall dimensions of the switch and details necessary for installation. General information regarding maintenance should also be given.

10 Transport, storage, installation, operation and maintenance

Clause 10 of IEC 62271-1 is applicable with the following additional information.

Instructions shall also include every other rated value that is not in the mandatory list of the nameplate defined in Table 2.

11 Safety

Clause 11 of IEC 62271-1 is applicable.

12 Influence of the product on the environment

Clause 12 of IEC 62271-1 is applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011

Annex A (normative)

Tolerances on test quantities for type tests

Table A.1 – Tolerances on test quantities for type tests

Subclause	Designation of the test	Test quantity	Specified test value	Test tolerance	Reference to
6.101	Making and breaking tests				
6.101.6.1	Test frequency	Test frequency	Rated frequency	$\pm 8 \%$	
6.101.6.2	Test voltage for breaking tests	Test voltage (average phase to phase)	As specified in Tables 3 to 6	+ 10 % 0 %	Tables 3 to 6
		Test voltage between any two phases/average	1	$\pm 10 \%$	
6.101.6.3	Breaking current	DC component at instant of interruption		$\leq 20 \%$	
		AC component of test current in any phase/average	1	$\pm 10 \%$	
6.101.7.1	Mainly active load circuit	Power factor of supply circuit	$\leq 0,2$		
		Impedance of supply/total impedance	0,15	0,12 to 0,18	Figure 1a and 2
		Power factor of load	0,70	0,65 to 0,75	Figure 1a and 2
		Test voltage	U_r	+ 10 % 0 %	
		Mainly active load current	I_{load2}	+ 10 % 0 %	
		Mainly active load current	I_{load1}	+ 10 % -10 %	
6.101.7.2	Closed loop switching tests				
6.101.7.2.1	Distribution line switching tests (test duty TD_{loop})	Power factor	$\leq 0,3$		Figure 3
		Closed loop current	I_{loop}	+ 10 % 0 %	
6.101.7.2.1	Parallel power transformer switching tests (test duty TD_{pptr})	Power factor	$\leq 0,2$		Figure 3
		Closed loop parallel power transformer circuit current	I_{pptr}	+ 10 % 0 %	

Table A.1 – Tolerances on test quantities for type tests (*continued*)

Subclause	Designation of the test	Test quantity	Specified test value	Test tolerance	Reference to
6.101.7.3	Capacitive current switching tests	Voltage decay of switched capacitors 300 ms after arc extinction		$\leq 10 \%$	
		Cable charging current	I_{cc}	+ 10 % 0 %	
		Cable charging current	$0,1 - 0,4 I_{cc}$		
		Line-charging current	I_{lc}	+ 10 % 0 %	
		Single capacitor bank current	I_{sb}	+ 10 % 0 %	
		Single capacitor bank current	$0,1 - 0,4 I_{sb}$		
		Back-to-back capacitor bank breaking current	I_{bb}	+ 10 % 0 %	
		Back-to-back capacitor bank breaking current	$0,1 - 0,4 I_{bb}$		
		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		As close as possible to the required value. shall not be lower than 77 % of service condition and not be higher than 6000 Hz.	
6.101.7.4	Earth fault tests	Earth fault current	I_{ef1}	+ 10 % 0 %	
		Cable-and line-charging current under earth faults	I_{ef2}	+ 10 % 0 %	
		Test voltage	As specified in Tables 3 and 4	+ 10 % 0 %	Tables 3 and 4
6.101.6.4	Test voltage for short-circuit making tests	Test voltage	U_r	+ 10 % 0 %	
6.101.6.5	Short-circuit making current	Short-circuit making current	I_{ma}	+ 5 % 0 %	
		Short-circuit current after 200 ms	I_{end}	$\geq 80 \%$	

Bibliography

- [1] IEC 60059, *IEC standard current ratings*
 - [2] IEC 60071-1:2006, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*
 - [3] IEC 62271-105, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations*
 - [4] IEC 60507, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	72
1 Généralités	74
1.1 Domaine d'application	74
1.2 Références normatives	74
2 Conditions normales et spéciales de service	75
3 Termes et définitions	75
3.1 Termes généraux	75
3.2 Ensembles d'appareillages	75
3.3 Parties d'ensemble	76
3.4 Appareils de connexion	76
3.5 Parties d'appareillage	78
3.6 Fonctionnement	78
3.7 Grandeurs caractéristiques	78
3.8 Liste des définitions	80
4 Caractéristiques assignées	81
4.1 Tension assignée (U_r)	81
4.2 Niveau d'isolement assigné	81
4.3 Fréquence assignée (f_r)	81
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	81
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	81
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	81
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)	81
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	81
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	82
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue	82
4.11 Niveaux assignés de remplissage pour l'isolement et/ou la manœuvre	82
4.101 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active (I_{load})	82
4.102 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée (I_{loop} et I_{ptr})	82
4.103 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide (I_{cc})	82
4.104 Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide (I_{lc})	82
4.105 Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs pour interrupteurs d'usage spécial (I_{sb})	82
4.106 Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{bb})	83
4.107 Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{in})	83
4.108 Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre (I_{ef1})	83
4.109 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre (I_{ef2})	83
4.110 Pouvoir de coupure assigné de moteur pour interrupteurs d'usage spécial (I_{mot})	83
4.111 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (I_{ma})	84
4.112 Pouvoirs de coupure et de fermeture assignés pour interrupteur d'usage général	84
4.113 Caractéristiques assignées pour interrupteur d'usage limité	85

4.114	Caractéristiques assignées pour interrupteur d'usage spécial	85
4.115	Caractéristiques assignées pour interrupteurs protégés par des fusibles	86
4.116	Type et classes des interrupteurs d'usage général, d'usage limité et d'usage spécial	86
5	Conception et construction	86
5.1	Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage	86
5.2	Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage	86
5.3	Raccordement à la terre de l'appareillage	86
5.4	Équipements auxiliaires et de commande	86
5.5	Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure	86
5.6	Manœuvre à accumulation d'énergie	86
5.7	Manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (manœuvre indépendante sans accrochage mécanique)	86
5.8	Fonctionnement des déclencheurs	87
5.9	Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression	87
5.10	Plaques signalétiques	87
5.11	Dispositifs de verrouillage	89
5.12	Indicateur de position	89
5.13	Degrés de protection procurés par les enveloppes	89
5.14	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	89
5.15	Étanchéité au gaz et au vide	89
5.16	Étanchéité au liquide	89
5.17	Risque de feu (inflammabilité)	89
5.18	Compatibilité électromagnétique (CEM)	89
5.19	Emission de rayons X	89
5.20	Corrosion	90
5.101	Manœuvres d'établissement et de coupure	90
5.102	Exigences pour les interrupteurs-sectionneurs	90
5.103	Résistance mécanique	90
5.104	Maintien en position	90
5.105	Contacts auxiliaires de signalisation	90
5.106	Pouvoir de coupure de transformateur à vide	90
6	Essais de type	91
6.1	Généralités	91
6.1.1	Groupement des essais	91
6.1.2	Informations pour l'identification des spécimens d'essai	92
6.1.3	Informations à inclure dans les rapports d'essai de type	92
6.1.101	Essai à vide de référence	92
6.2	Essais diélectriques	92
6.3	Essai de tension de perturbation radioélectrique	92
6.4	Mesurage de la résistance des circuits	92
6.5	Essais d'échauffement	92
6.6	Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	92
6.7	Vérification de la protection	93
6.8	Essais d'étanchéité	93
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	93
6.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande	93
6.10.1	Généralités	93

6.10.2	Essais fonctionnels	93
6.10.3	Essai de continuité électrique des parties métalliques reliées à la terre	93
6.10.4	Vérification des caractéristiques de fonctionnement des contacts auxiliaires	93
6.10.5	Essais d'environnement	93
6.10.6	Essai diélectrique	93
6.11	Procédure d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	93
6.101	Essais d'établissement et de coupure	94
6.101.1	Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général	94
6.101.2	Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage limité	96
6.101.3	Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial	96
6.101.4	Etat de l'interrupteur pour les essais	98
6.101.5	Mise à la terre du circuit d'essai et de l'interrupteur	98
6.101.6	Paramètres d'essai	99
6.101.7	Circuits d'essai	101
6.101.8	Comportement de l'interrupteur pendant les essais de coupure	115
6.101.9	Etat de l'interrupteur après les essais de coupure et les essais de fermeture sur court-circuit	115
6.101.10	Rapports d'essais de type	116
6.102	Essais mécaniques et d'environnement	118
6.102.1	Dispositions diverses pour les essais mécaniques et d'environnement	118
6.102.2	Essai de fonctionnement mécanique à la température de l'air ambiant	120
6.102.3	Essais à basse et haute températures	120
6.102.4	Essai d'humidité sur les circuits auxiliaires et de commande	124
6.102.5	Fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace	126
6.102.6	Essais de vérification du bon fonctionnement du dispositif indicateur de position	126
7	Essais individuels de série	127
7.101	Essais de fonctionnement mécanique	127
8	Guide pour le choix de l'appareillage	128
8.101	Général	128
8.102	Conditions influant sur l'application	128
8.103	Coordination de l'isolement	128
8.104	Choix de la classe de l'interrupteur	129
8.104.1	Interrupteur d'usage général	129
8.104.2	Interrupteur d'usage limité	129
8.104.3	Interrupteur d'usage spécial	129
8.105	Essais pour applications spéciales	129
9	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	129
9.1	Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes	129
9.2	Renseignements à donner dans les soumissions	130
10	Transport, stockage, installation, manoeuvre et maintenance	131
11	Sécurité	131
12	Influence du produit sur l'environnement	131
Annexe A (normative)	Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type	132

Bibliographie	134
Figure 1 – Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de charge principalement active, pour la séquence d'essais TD_{load}	102
Figure 2 – Circuit monophasé pour les essais de courant de charge principalement active, séquence d'essais TD_{load}	103
Figure 3 – Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de boucle fermée de lignes de distribution et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr}	105
Figure 4 – Circuit monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de boucle fermée de lignes de distribution et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr}	105
Figure 5 – Circuit d'essai général pour essais triphasés et monophasés de manœuvre de charges capacitatives	110
Figure 6 – Paramètres limites de TTR présumée pour les essais de coupure de batterie de condensateurs	112
Figure 7 – Circuit triphasé pour les essais de coupure de courant de défaut à la terre, séquence d'essais TD_{ef1}	113
Figure 8 – Circuit triphasé pour les essais de coupure de courant de câbles à vide en cas de défaut à la terre, séquence d'essais TD_{ef2}	113
Figure 9 – Circuit triphasé pour les essais d'établissement de courant de court-circuit, séquence d'essais TD_{ma}	114
Figure 10 – Circuit monophasé pour les essais d'établissement de courant de court-circuit, séquence d'essais TD_{ma}	114
Figure 11 – Séquences des essais à basse et haute températures	121
Figure 12 – Essai d'humidité	125
Tableau 1 – Valeurs privilégiées pour les pouvoirs de coupure de lignes à vide et de câbles à vide pour interrupteur d'usage général	85
Tableau 2 – Renseignement concernant le produit	87
Tableau 3 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général – Séquences d'essais en triphasé des interrupteurs tripolaires	94
Tableau 4 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général – Essais en monophasé des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle et des interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés	95
Tableau 5 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial – Essais en triphasé des interrupteurs tripolaires à manœuvre simultanée	97
Tableau 6 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial – Essais monophasés sur des interrupteurs tripolaires à manœuvre pôle après pôle et des interrupteurs monophasés utilisés dans des réseaux triphasés	97
Tableau 7 – Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de charge principalement active ^a	104
Tableau 8 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de boucle fermée de lignes de distribution	106
Tableau 9 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de transformateurs en parallèle	107
Tableau 10 – Valeurs limites des paramètres de tension de rétablissement présumée pour les essais de coupure de batterie de condensateurs	111
Tableau A.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type	132

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 62271-103 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

La présente norme annule et remplace la troisième édition de la CEI 60265-1 parue en 1998. Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à la CEI 60265-1:1998:

- la tension assignée de 52 kV est désormais comprise;
- le document est aligné avec la CEI 62271-1 et la CEI 62271-100;

- ajout d'une procédure d'essai pour les essais d'établissement de courant de court-circuit;
- introduction du concept de NSDD (décharge disruptive non soutenue) comme défini dans la CEI 62271-1 et des réamorçages;
- nouvelles classes C1 et C2 pour manœuvre de charges capacitives;
- nouvelle Annexe A définissant les tolérances.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/961/FDIS	17A/966/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente Norme doit être lue conjointement à la CEI 62271-1:2007, à laquelle elle fait référence et qui est applicable, sauf indication contraire dans la présente Norme. Pour faciliter le repérage des exigences correspondantes, cette norme utilise une numérotation identique des articles et des paragraphes à celle de la CEI 62271-1. Les modifications de ces articles et de ces paragraphes ont des références identiques; les paragraphes supplémentaires qui n'ont pas d'équivalent dans la CEI 62271-1, sont numérotés à partir de 101.

Une liste de toutes les parties de la série des normes CEI 62271, publiées sous le titre général: *Appareillage à haute tension*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

Le contenu du corrigendum d'octobre 2013 a été pris en considération dans cet exemplaire.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62271 est applicable aux interrupteurs et interrupteurs-sectionneurs à courant alternatif triphasé ayant des pouvoirs de coupure et de fermeture assignés, prévus pour l'installation à l'intérieur et à l'extérieur, de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égales à 52 kV et de fréquences assignées allant de $16\frac{2}{3}$ Hz jusqu'à et y compris 60 Hz. La présente norme est également applicable aux interrupteurs unipolaires prévus pour des réseaux triphasés.

La présente norme est également applicable aux dispositifs de manœuvre de ces interrupteurs et à leurs équipements auxiliaires.

Les interrupteurs-sectionneurs sont aussi couverts par la CEI 62271-102 pour leur fonction de sectionnement.

Les dispositifs qui requièrent une manœuvre manuelle dépendante ne sont pas couverts par la présente norme.

Les principes généraux et les dispositions de la présente norme peuvent être aussi applicables aux interrupteurs unipolaires prévus pour des réseaux monophasés. Il convient que les exigences pour les essais diélectriques et les essais d'établissement et de coupure correspondent aux exigences de l'application spécifique.

La présente norme établit des exigences pour les interrupteurs d'usage général, d'usage limité et d'usage spécial, utilisés dans les réseaux de distribution.

Il est supposé que les manœuvres d'ouverture et de fermeture sont effectuées selon les instructions du constructeur. Une manœuvre de fermeture peut suivre immédiatement une manœuvre d'ouverture mais une manœuvre d'ouverture ne devrait pas suivre immédiatement une manœuvre de fermeture puisque le courant à interrompre pourrait alors dépasser le pouvoir de coupure assigné de l'interrupteur.

NOTE 1 Sauf si des précisions spéciales sont exigées, le terme «interrupteur» est utilisé pour tous les genres d'interrupteurs et d'interrupteurs-sectionneurs qui entrent dans le domaine d'application de la présente norme.

NOTE 2 Les sectionneurs de terre ne sont pas couverts par la présente norme. Les sectionneurs de terre formant partie intégrante d'un interrupteur sont couverts par la CEI 62271-102.

NOTE 3 La présente norme n'est pas applicable aux dispositifs de commutation joints en tant qu'accessoires à un ensemble de fusibles à haute tension ou à son support et manœuvrés par l'ouverture et la fermeture de l'ensemble de fusibles.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

CEI 62271-100:2008, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

CEI 62271-102:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

CEI 62271-110:2009, *Appareillage à haute tension – Partie 110: Manœuvre de charges inductives*

2 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 2 de la CEI 62271-1 est applicable.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-441 et la CEI 62271-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE 1 Certains termes et définitions sont rappelés pour plus de facilité ou pour des besoins de précision ou d'adaptation pour l'interprétation de la présente norme.

NOTE 2 Les termes et définitions donnés ci-après sont classés selon la CEI 60050-441. Les termes et définitions complémentaires sont classés de sorte à être alignés sur la classification utilisée dans la CEI 60050-441.

3.1 Termes généraux

Le paragraphe 3.1 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

3.1.101

réseau à neutre effectivement à la terre

réseau qui est mis à la terre par une impédance suffisamment faible de sorte que pour toutes les conditions de réseaux le rapport entre les composantes directe et homopolaire de la réactance (X_0/X_1) est positif et inférieur à 3, et le rapport entre la composante homopolaire de la résistance et la composante directe de la réactance (R_0/X_1) est positif et inférieur à 1. Normalement, ces réseaux sont avec neutre effectivement à la terre ou mis à la terre à travers une faible impédance

NOTE Pour estimer correctement les conditions de mise à la terre, il ne faut pas seulement prendre en compte les conditions physiques de mise à la terre autour du lieu considéré mais aussi celles de tout le réseau.

3.1.102

réseau à neutre non effectivement à la terre

réseau autre que ceux avec neutre effectivement à la terre, ne remplissant pas les conditions données en 3.1.101. Normalement ces systèmes sont à neutre isolé, à neutre non effectivement à la terre ou compensés par bobine d'extinction

NOTE Pour estimer correctement les conditions de mise à la terre, il ne faut pas seulement prendre en compte les conditions physiques de mise à la terre autour du lieu considéré mais aussi celles de tout le réseau.

3.2 Ensembles d'appareillages

Le paragraphe 3.2 de la CEI 62271-1 s'applique.

3.3 Parties d'ensemble

Le paragraphe 3.3 de la CEI 62271-1 s'applique.

3.4 Appareils de connexion

Le paragraphe 3.4 de la CEI 62271-1 s'applique avec le complément suivant:

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

[CEI 60050-441:1984, 441-14-10, modifiée]

3.4.102

interrupteur-sectionneur

interrupteur qui, en position ouverte, satisfait aux conditions d'isolement spécifiées pour un sectionneur

[CEI 60050-441:1984, 441-14-12, modifiée]

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 dans les réseaux de distribution. L'interrupteur est aussi capable de supporter et d'établir des courants de court-circuit

3.4.103.1

interrupteur d'usage général de classe E1

interrupteur d'usage général présentant une endurance électrique de base en termes de pouvoirs de coupure de charge et établissements de court-circuit

NOTE En général, cette classe est adaptée pour des applications où des manœuvres de commutation non fréquentes sont effectuées ou le cas échéant des opérations de contrôle et de remplacement des pièces de manœuvre sont autorisées.

3.4.103.2

interrupteur d'usage général de classe E2

interrupteur d'usage général présentant une endurance électrique moyenne en termes de pouvoirs de coupure de charge et établissements de court-circuit

NOTE En général, cette classe est adaptée pour des applications où des manœuvres de commutation non fréquentes sont effectuées mais dont les opérations de contrôle et de remplacement des pièces de manœuvre ne sont pas autorisées ou possibles.

3.4.103.3

interrupteur d'usage général de classe E3

interrupteur d'usage général présentant une endurance électrique élevée en termes de pouvoirs de coupure de charge et établissements de court-circuit

NOTE En général, cette classe est adaptée pour des applications où des manœuvres de commutation fréquentes sont réalisées mais dont les opérations de contrôle et de remplacement des pièces de manœuvre ne sont pas autorisées ou possibles.

3.4.103.4**interrupteur de classe M1**

interrupteur convenant à des applications nécessitant une endurance mécanique de 1 000 manœuvres

3.4.103.5**interrupteur de classe M2**

interrupteur convenant à des conditions de service spéciales et à des manœuvres fréquentes ayant une endurance mécanique allant jusqu'à 5 000 manœuvres

3.4.103.6**interrupteur de classe C1**

interrupteur présentant un pouvoir de coupure de charges capacitives, démontré par des essais de type spécifiques (séquences d'essais I_{cc} , I_{lc} , I_{sb} et I_{bb})

3.4.103.7**interrupteur de classe C2**

interrupteur présentant une très faible possibilité de réamorçage pendant une coupure de courant capacitif, démontré par des essais de type spécifiques (séquences d'essais I_{cc} , I_{lc} , I_{sb} et I_{bb})

3.4.104**interrupteur d'usage limité**

interrupteur qui a un courant assigné en service continu, un courant de courte durée admissible assigné et un ou plusieurs pouvoirs de coupure d'un interrupteur d'usage général

3.4.105**interrupteur d'usage spécial**

interrupteur d'usage général ou d'usage limité convenant à une ou plusieurs des applications suivantes:

- manœuvre de batteries uniques de condensateurs;
- manœuvre de batteries de condensateurs à gradins;
- manœuvre de circuits en boucle fermée constitués de gros transformateurs de puissance en parallèle;
- manœuvre de moteurs en régime permanent et au démarrage

3.4.105.1**interrupteur de batterie unique de condensateurs**

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

3.4.105.2**interrupteur de batteries de condensateurs à gradins**

interrupteur d'usage spécial prévu pour 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, une ou plusieurs batteries de condensateurs étant reliées au côté source de l'interrupteur. L'interrupteur est capable d'établir le courant d'appel correspondant, sans dépassement de son pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs

3.4.105.3**interrupteur de moteur**

interrupteur d'usage spécial prévu pour la manœuvre de moteurs en régime permanent et en cas de blocage

3.4.105.4

interrupteur de boucle fermée de transformateurs de puissance en parallèle

interrupteur d'usage spécial prévu pour la manœuvre d'un circuit en boucle fermée constitué de gros transformateurs de puissance en parallèle

NOTE L'interrupteur est typiquement utilisé comme interrupteur de liaison moyenne tension entre les circuits secondaires des transformateurs de telle sorte que le courant de fermeture soit élevé et les conditions de tension transitoire de rétablissement (TTR) soient sévères.

3.5 Parties d'appareillage

Le paragraphe 3.5 de la CEI 62271-1 s'applique.

3.6 Fonctionnement

Le paragraphe 3.6 de la CEI 62271-1 s'applique.

3.7 Grandeurs caractéristiques

Le paragraphe 3.7 de la CEI 62271-1 s'applique avec le complément suivant.

3.7.101

pouvoir de coupure

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 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans les publications particulières.

NOTE 2 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 de condensateurs unique, etc.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-08, modifié]

3.7.102

pouvoir de coupure de charge principalement active

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de charge principalement active, le facteur de puissance étant au moins égal à 0,75, et dans lequel la charge peut 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 sans charge

3.7.104

pouvoir de coupure de boucle fermée

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de lignes de distribution en boucle fermée ou du circuit d'un transformateur de puissance en parallèle avec un ou plusieurs transformateurs de puissance, c'est-à-dire d'un circuit dans lequel les deux bornes de l'interrupteur restent sous tension après l'interruption

3.7.105

pouvoir de coupure de câbles à vide

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de câbles fonctionnant sans charge

3.7.106

pouvoir de coupure de lignes à vide

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de lignes aériennes fonctionnant sans charge

3.7.107**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 côté de la batterie qui est manoeuvrée

3.7.108**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 côté de la batterie qui est manoeuvrée

3.7.109**courant d'appel de batteries 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 côté de la batterie qui est manoeuvrée

3.7.110**pouvoir de coupure de moteur**

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de moteur en régime permanent et en cas de blocage

3.7.111**pouvoir de coupure en cas de défaut à la terre**

pouvoir de coupure dans la phase en défaut d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction 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

3.7.112**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 isolé ou compensé par bobine d'extinction lors de la coupure d'un câble à vide ou d'une ligne aérienne à vide, un défaut à la terre existant en amont de l'interrupteur

3.7.113**courant coupé**

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

[CEI 60050-441:1984, 441-17-07]

3.7.114**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 manoeuvre d'établissement

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

NOTE 2 Lorsqu'une seule valeur (de crête) du courant établi est indiquée pour un circuit triphasé, il s'agit de la plus grande valeur dans n'importe quelle phase, sauf spécification contraire.

3.7.115**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

[CEI 60050-441:1984, 441-17-10]

3.7.116

performance en réamorçage

probabilité présumée de réamorçage pendant des coupures de courant capacitif, comme démontré par les essais de type spécifiés

NOTE Des valeurs spécifiques de probabilités ne peuvent pas être définies pour la durée de service d'un interrupteur.

3.7.117

réallumage (d'un appareil mécanique de connexion à courant alternatif)

rétablissement du courant entre les contacts d'un appareil mécanique de connexion au cours d'une manœuvre de coupure, l'intervalle de temps durant lequel le courant est resté nul étant inférieur à un quart de la période correspondant à la fréquence industrielle

[CEI 60050-441:1984, 441-17-45]

3.7.118

réamorçage (d'un appareil mécanique de connexion à courant alternatif)

rétablissement du courant à la fréquence industrielle, ou dans le cas d'une interruption de courant capacitif, rétablissement du courant dans le circuit de charge principal, entre les contacts d'un appareil mécanique de connexion au cours d'une manœuvre de coupure, l'intervalle de temps durant lequel le courant est resté nul étant égal ou supérieur à un quart de la période correspondant à la fréquence industrielle

[CEI 60050-441:1984, 441-17-46, modifié]

3.8 Liste des définitions

A	
Performance de réamorçage	3.7.116
C	
Courant d'appel de batteries de condensateurs à gradins	3.7.109
Courant coupé	3.7.113
I	
Interrupteur	3.4.101
Interrupteur-sectionneur	3.4.102
Interrupteur d'usage général	3.4.103
Interrupteur d'usage général de classe E1	3.4.103.1
Interrupteur d'usage général de classe E2	3.4.103.2
Interrupteur d'usage général de classe E3	3.4.103.3
interrupteur de classe C1	3.4.103.6
interrupteur de classe C2	3.4.103.7
Interrupteur de classe M1	3.4.103.4
Interrupteur de classe M2	3.4.103.5
Interrupteur d'usage limité	3.4.104
Interrupteur d'usage spécial	3.4.105
Interrupteur de batterie unique de condensateurs	3.4.105.1
Interrupteur de batteries de condensateurs à gradins	3.4.105.2
Interrupteur de moteur	3.4.105.3
Interrupteur de boucle fermée de transformateurs de puissance en parallèle	3.4.105.4
P	
Pouvoir de coupure	3.7.101
Pouvoir de coupure de charge principalement active	3.7.102

Pouvoir de coupure de transformateur à vide	3.7.103
Pouvoir de coupure de boucle fermée	3.7.104
Pouvoir de coupure de câbles à vide	3.7.105
Pouvoir de coupure de lignes à vide	3.7.106
Pouvoir de coupure de batterie unique de condensateurs	3.7.107
Pouvoir de coupure de batteries de condensateurs à gradins	3.7.108
Pouvoir de coupure de moteur	3.7.110
Pouvoir de coupure en cas de défaut à la terre	3.7.111
Pouvoir de coupure de câbles et de lignes à vide en cas de défaut à la terre	3.7.112
Pouvoir de fermeture en court-circuit	3.7.115

R

Réallumage (d'un appareil mécanique de connexion à courant alternatif)	3.7.117
Réamorçage (d'un appareil mécanique de connexion à courant alternatif)	3.7.118
Réseau à neutre effectivement à la terre	3.1.101
Réseau à neutre non effectivement à la terre	3.1.102

V

Valeur (de crête) du courant établi	3.7.114
-------------------------------------	---------

4 Caractéristiques assignées

L'Article 4 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments et les exceptions indiqués ci-après.

4.1 Tension assignée (U_r)

Le paragraphe 4.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le paragraphe 4.2 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.3 Fréquence assignée (f_r)

Le paragraphe 4.3 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

Le paragraphe 4.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le paragraphe 4.5 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le paragraphe 4.6 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le paragraphe 4.7 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)

Le paragraphe 4.8 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires

Le paragraphe 4.9 de la CEI 62271-1 est applicable.

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

Le paragraphe 4.10 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Cette caractéristique assignée ne s'applique qu'aux sources d'alimentation des dispositifs de manœuvre.

NOTE Les systèmes à pression entretenue pour l'isolement ou la manœuvre ne sont plus fabriqués pour un niveau maximal de 52 kV. Par conséquent, seule l'alimentation en gaz des dispositifs de manœuvre est prise en compte.

4.11 Niveaux assignés de remplissage pour l'isolement et/ou la manœuvre

Le paragraphe 4.11 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

4.11.101 Niveaux assignés de remplissage pour l'isolement et/ou la manœuvre

Cette caractéristique assignée s'applique à tout type de fluide ou de gaz utilisé pour l'isolement ou la manœuvre.

4.11.102 Niveaux assignés de remplissage pour le fonctionnement

Cette caractéristique assignée s'applique à tout type de fluide ou de gaz utilisé comme source d'alimentation pour le dispositif de manœuvre.

4.101 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active (I_{load})

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. Sa valeur doit être égale au courant assigné en service continu en l'absence de toute autre valeur sur la plaque signalétique.

4.102 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée (I_{loop} et I_{pptr})

Le pouvoir de coupure assigné de boucle fermée est le courant maximal de boucle fermée que l'interrupteur doit être capable de couper. On peut assigner des valeurs différentes pour le pouvoir de coupure de boucle de lignes de distribution et pour le pouvoir de coupure de transformateurs de puissance en parallèle.

4.103 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide (I_{cc})

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

4.104 Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide (I_{lc})

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.

4.105 Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs pour interrupteurs d'usage spécial (I_{sb})

Le pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs pour interrupteurs d'usage spécial est le courant maximal de batterie de condensateurs qu'un interrupteur d'usage spécial

doit être capable de couper sous sa tension assignée, sans batterie de condensateurs reliée au côté source de l'interrupteur à côté de la batterie qui est manoeuvrée.

4.106 Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{bb})

Le pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial est le courant maximal de batteries de condensateurs qu'un interrupteur d'usage spécial doit être capable de couper sous sa tension assignée, avec une ou plusieurs batteries de condensateurs reliées au côté source de l'interrupteur à côté de la batterie qui est manoeuvrée.

4.107 Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{in})

Le pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial est la valeur de crête du courant qu'un interrupteur d'usage spécial doit être capable d'établir sous sa tension assignée et avec une fréquence du courant d'appel appropriée aux conditions de service.

La spécification d'un pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins est obligatoire pour les interrupteurs ayant un pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins.

NOTE La fréquence du courant d'appel pour les batteries de condensateur à gradins peut être de l'ordre de 2 kHz à 30 kHz. La fréquence et l'amplitude du courant d'appel dépendent de l'importance et de la disposition de la batterie de condensateurs mise sous tension, des batteries de condensateurs déjà connectées du côté source de l'interrupteur et des impédances limitatrices éventuelles.

L'interrupteur n'a pas nécessairement le pouvoir de coupure assigné correspondant au courant d'appel provoqué par l'installation de batteries de condensateurs à gradins.

4.108 Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre (I_{ef1})

Le pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre est le courant maximal de la phase en défaut d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

NOTE Le pouvoir de coupure maximal en cas de défaut à la terre est égal à 3 fois celui pour les câbles et lignes à vide se produisant dans des conditions normales. Ceci couvre le cas le plus sévère se produisant séparément avec les câbles à champ radial.

4.109 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre (I_{ef2})

Le pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre est le courant maximal des phases restées saines d'un réseau à neutre isolé ou compensé par bobine d'extinction que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

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

4.110 Pouvoir de coupure assigné de moteur pour interrupteurs d'usage spécial (I_{mot})

Le pouvoir de coupure assigné de moteur pour interrupteurs d'usage spécial est le courant maximal en régime établi d'un moteur que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée. Voir la CEI 62271-110.

NOTE Sauf spécification contraire, le pouvoir de coupure d'un moteur bloqué est égal à huit fois le courant assigné en service continu du moteur.

4.111 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (I_{ma})

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

4.112 Pouvoirs de coupure et de fermeture assignés pour interrupteur d'usage général

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

- un pouvoir de coupure assigné de charge principalement active égal au courant assigné en service continu;
- un pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes de distribution égal au courant assigné en service continu;
- un pouvoir de coupure assigné de câbles à vide comme indiqué dans le Tableau 1;
- un pouvoir de coupure assigné de lignes à vide comme indiqué dans le Tableau 1;
- un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit égal à la valeur de crête du courant admissible assigné;

et en outre pour les interrupteurs prévus pour être utilisés dans des réseaux à neutre isolé ou dans des réseaux mis à la terre par une impédance élevée:

- un pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre;
- un pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre.

Il convient de choisir les valeurs normalisées des caractéristiques assignées parmi la série R10 spécifiée dans la CEI 60059.

NOTE La série R10 comprend les nombres 1 - 1,25 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3,15 - 4 - 5 - 6,3 - 8 et leurs produits par 10^n .

Tableau 1 – Valeurs privilégiées pour les pouvoirs de coupure de lignes à vide et de câbles à vide pour 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
3,6	4	0,3
4,76 ^a	4	0,3
7,2	6	0,5
8,25 ^a	6	0,5
12	10	1
15 ^a	10	1
17,5	10	1
24	16	1,5
25,8 ^a	16	1,5
36	20	2
38 ^a	20	2
48,3 ^a	24	2,5
52	24	2,5
^a Valeurs utilisées en Amérique du Nord.		
NOTE Des valeurs plus élevées, choisies dans la série R10, peuvent être fixées par le constructeur.		
Pour un interrupteur d'usage spécial, voir la CEI 62271-100 pour des valeurs suggérées plus élevées de pouvoirs de coupure assignés de câbles ou de lignes à vide.		

4.113 Caractéristiques assignées pour interrupteur d'usage limité

Un interrupteur d'usage limité doit avoir un courant assigné en service continu, un courant de courte durée admissible assigné, et un ou plusieurs – mais pas tous – pouvoirs de coupure d'un interrupteur d'usage général. Si d'autres caractéristiques assignées sont spécifiées, il convient de choisir des valeurs de la série R10.

4.114 Caractéristiques assignées pour interrupteur d'usage spécial

Un interrupteur d'usage spécial doit avoir un courant assigné en service continu, un courant de courte durée admissible assigné, et peut avoir un ou plusieurs pouvoirs de coupure d'un interrupteur d'usage général.

Des caractéristiques assignées et des aptitudes doivent être attribuées pour les conditions de service spéciales spécifiques pour lesquelles il est employé. Il convient que les valeurs assignées soient choisies parmi la série R10. Une ou plusieurs des caractéristiques assignées ou des aptitudes suivantes peuvent être attribuées:

- pouvoir de coupure de transformateurs de puissance en parallèle;
- pouvoir de coupure de batterie unique de condensateurs;
- pouvoirs de coupure et de fermeture de batteries de condensateurs à gradins;
- pouvoir de coupure de moteur.

4.115 Caractéristiques assignées pour interrupteurs protégés par des fusibles

Les interrupteurs d'usage général, d'usage limité et d'usage spécial peuvent être protégés par des fusibles.

Dans ce cas, les caractéristiques assignées de court-circuit, les courants de courte durée admissible et les pouvoirs de fermeture des interrupteurs peuvent être choisis en tenant compte de l'effet de limitation par les fusibles de protection sur la durée et la valeur du courant de court-circuit. La CEI 62271-105 peut être utilisée à cet effet.

4.116 Type et classes des interrupteurs d'usage général, d'usage limité et d'usage spécial

Tout interrupteur conforme à la présente norme doit être désigné par un type, tel que d'usage général, d'usage limité ou d'usage spécial.

De plus, un interrupteur doit également être désigné par sa classe en termes de:

- endurance mécanique (M1 ou M2);
- endurance électrique (E1, E2 ou E3) pour interrupteur d'usage général;
- manœuvre de charges capacitatives (C1 ou C2).

5 Conception et construction

L'Article 5 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments et les exceptions indiqués ci-après:

5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 5.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 5.2 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.3 Raccordement à la terre de l'appareillage

Le paragraphe 5.3 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.4 Equipements auxiliaires et de commande

Le paragraphe 5.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 5.5 de la CEI 62271-1 est applicable

5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le paragraphe 5.6 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.7 Manœuvre indépendante manuelle ou manoeuvre indépendante à source d'énergie extérieure (manoeuvre indépendante sans accrochage mécanique)

Le paragraphe 5.7 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Le paragraphe 5.8 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression

Le paragraphe 5.9 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.10 Plaques signalétiques

Le paragraphe 5.10 de la CEI 62271-1 est applicable avec les modifications suivantes.

Les interrupteurs et leurs dispositifs de manœuvre, conçus pour fonctionner de manière autonome ou être intégrés par des tiers comme composants d'appareillage, doivent être équipés de plaques signalétiques contenant les informations en conformité avec le Tableau 2.

Les interrupteurs et leurs dispositifs de manœuvre conçus pour être intégrés dans une famille particulière d'appareillages doivent faire figurer les informations sur la ou les plaques signalétiques et/ou dans le manuel d'instructions du constructeur de l'appareillage, comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Renseignement concernant le produit

(1)	Abréviation (2)	Unité (3)	Inter- rupteur (4)	Dispositif de manœuvre (5)	Condition: inscription seulement si (6)
Renseignements à faire figurer sur la plaque signalétique					
Constructeur			X	X	
Désignation de type du constructeur			X	X	
Référence de la notice d'utilisation			X	X	
Année de construction			X	X	
Référence à la présente norme			X	X	
Classes			X	X	
Numéro de série			X	X	
Tension assignée	U_r	kV	X		
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_p	kV	X		
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	U_d	kV	X		
Fréquence assignée	F_r	Hz	X		
Courant assigné en service continu	I_r	A	X		
Courant de courte durée admissible assigné	I_k	kA	X		
Durée de court-circuit assignée	T_k	s	Y		différent de 1 s
Valeur de crête du courant admissible assigné	I_p	kA	X		
Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	I_{ma}	kA	Y		différent de la valeur de crête du courant admissible
Fluide d'isolation et masse	formule chimique pour un gaz ou nom commercial pour un liquide	kg	Y		contient du fluide

	Abréviation	Unité	Inter-rupteur	Dispositif de manœuvre	Condition: inscription seulement si
Classe de température	TC		Y	Y	différent de: –5 °C pour l'intérieur, ou –10 °C pour l'extérieur
Renseignements à faire figurer sur la plaque signalétique ou dans les Instructions					
Désignation du type de l'interrupteur (usage général, usage limité ou usage spécial)			X		
Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active	I_{load}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes de distribution	I_{loop}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de transformateurs en parallèle	I_{pptr}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide	I_{cc}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide	I_{lc}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs	I_{sb}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{bb}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre	I_{ef1}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre	I_{ef2}	A	Y		
Pouvoir de coupure assigné de moteur	I_{mot}	A	Y		
Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{in}	A	Y		
Pression assignée de remplissage pour la manœuvre	P_{rm}	Pa		Y	
Pression minimale de fonctionnement pour la manœuvre	p_{mm}	kPa		Y	
Pression d'alarme pour la manœuvre	P_{am}	kPa		Y	
Pression assignée de remplissage pour l'isolement	P_{re}	kPa	Y		
Pression minimale de fonctionnement pour l'isolement	p_{me}	kPa	Y		
Pression d'alarme pour l'isolement	P_{ae}	kPa	Y		
Pression (densité) minimale de fonctionnement pour la manœuvre	p_{sw}	kPa	Y		
Tensions assignées pour auxiliaire et commande	U_a	V		Y	

X L'inscription de ces valeurs est obligatoire.

Y L'inscription de ces valeurs dépend des conditions figurant à la colonne (6) ou s'il y a lieu.

NOTE 1 Les abréviations de la colonne (2) peuvent être utilisées à la place des termes de la colonne (1). Quand les termes de la colonne (1) sont utilisés, il n'est pas nécessaire de faire apparaître le mot «assigné».

NOTE 2 Il est permis de regrouper les abréviations quand les valeurs sont identiques, par exemple: $I_r, I_{load}, I_{loop} = 400$ A.

NOTE 3 Des courants assignés et des courants de fermeture sur court-circuit différents correspondant à des classes différentes peuvent être donnés.

5.11 Dispositifs de verrouillage

Le paragraphe 5.11 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.12 Indicateur de position

Le paragraphe 5.12 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les positions d'ouverture et de fermeture des interrupteurs doivent être clairement indiquées. Cette exigence est satisfaite lorsqu'une des conditions suivantes est remplie:

- a) la distance entre tous les contacts ouverts est visible;
- b) la position de chaque contact mobile est indiquée par un dispositif indicateur sûr. Si tous les pôles de l'interrupteur manœuvrés sont comme un seul élément, il est permis d'utiliser un dispositif indicateur commun.

5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes

Le paragraphe 5.13 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.14 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur

Le paragraphe 5.14 de la CEI 62271-1 est applicable pour le matériel d'extérieur. Aucune exigence spéciale n'est donnée pour les lignes de fuite concernant le matériel d'intérieur.

5.15 Etanchéité au gaz et au vide

Le paragraphe 5.15 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.16 Etanchéité au liquide

Le paragraphe 5.16 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.17 Risque de feu (inflammabilité)

Le paragraphe 5.17 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 5.18 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.19 Emission de rayons X

Le paragraphe 5.19 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.20 Corrosion

Le paragraphe 5.20 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.101 Manœuvres d'établissement et de coupure

Tous les interrupteurs doivent être conçus de manière à être capables d'établir les circuits correspondant à leur pouvoir de fermeture assigné.

Tous les interrupteurs doivent être conçus de manière à être capables de couper, sous la tension assignée de rétablissement, tout courant inférieur ou égal à leur pouvoir de coupure assigné.

5.102 Exigences pour les interrupteurs-sectionneurs

Les interrupteurs-sectionneurs doivent en plus répondre aux exigences spécifiées pour les sectionneurs dans la CEI 62271-102, pour leur fonction de sectionnement.

5.103 Résistance mécanique

Les interrupteurs doivent être capables de supporter les efforts mécaniques sur les bornes comme spécifié par le constructeur, lorsqu'ils sont installés selon les instructions du constructeur, ainsi que les forces électromagnétiques sans réduction de leur fiabilité ou de leur aptitude à supporter le courant.

5.104 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, vibrations, chocs d'importance raisonnable ou 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 rendant impossibles les manœuvres non autorisées.

5.105 Contacts auxiliaires de signalisation

La signalisation de la position de fermeture ne doit pas se produire avant qu'on soit 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 transportés 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 correspondante entre contacts ouverts soit au moins égale à 80 % de la distance totale entre contacts ouverts, ou avant qu'on soit assuré que les contacts mobiles atteindront leur position de pleine ouverture.

5.106 Pouvoir de coupure de transformateur à vide

Tous les interrupteurs doivent présenter des pouvoirs de coupure de transformateur à vide. En règle générale, la contrainte associée à cette fonction est négligeable et peut être facilement réalisée par un interrupteur capable d'effectuer des manœuvres d'ouverture sur charge active.

Compte tenu de la diversité des transformateurs et des circuits associés, il n'est pas possible de définir un pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide. A cause de la non-linéarité du noyau du transformateur, il n'est pas possible de modéliser correctement la coupure d'un courant magnétisant de transformateur dans un laboratoire d'essais en utilisant des composants linéaires. Des tests réalisés en utilisant un transformateur disponible seront seulement valides pour le transformateur testé et ne pourront pas être représentatifs pour

d'autres transformateurs. Si un essai spécial est nécessaire, les circuits d'essai et les procédures d'essai doivent être convenus entre le client et le constructeur.

6 Essais de type

L'Article 6 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments et les exceptions indiqués ci-après.

Toutes les tolérances sont définies à l'Annexe A.

6.1 Généralités

Les essais de type ont pour but de prouver les caractéristiques des interrupteurs à haute tension, de leurs dispositifs de manœuvre et de leurs équipements auxiliaires.

Les essais de type comprennent ce qui suit:

a) les essais de type normaux:

- essais diélectriques comprenant les essais de choc de foudre, les essais de tenue à la tension à fréquence industrielle et les essais de tenue à la tension à fréquence industrielle des circuits auxiliaires et de commande;
- essais d'échauffement;
- mesurage de la résistance du circuit principal;
- essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible;
- essais pour prouver l'aptitude de l'interrupteur à établir et couper les courants spécifiés;
- essais pour prouver le bon fonctionnement mécanique et l'endurance mécanique;
- vérification de la protection;
- essais d'étanchéité;
- essais de compatibilité électromagnétique (CEM);
- essais supplémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande;
- procédure d'essai des rayonnements X pour les interrupteurs à vide.

Tous les essais ci-dessus, sauf indication différente donnée dans les articles correspondants, doivent être effectués sur un interrupteur à haute tension complet (rempli avec les types et quantités spécifiés de liquide, ou de gaz, à la pression spécifiée ou à pression réduite, si nécessaire) et sur ses dispositifs de manœuvre et équipements auxiliaires.

b) les essais de type sur demande spéciale de l'utilisateur:

- essais pour prouver le bon fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace, tel que défini en 6.102.5;
- essais pour prouver la bonne tenue de l'isolation externe dans des conditions de pollution de l'air, tel que défini dans la CEI 60507 pour les isolants en céramique et en verre.

6.1.1 Groupement des essais

Le paragraphe 6.1.1 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants:

L'essai d'établissement de court-circuit peut être réalisé sur un spécimen supplémentaire.

Des échantillons supplémentaires d'essai peuvent être utilisés pour les essais de type spéciaux supplémentaires.

6.1.2 Informations pour l'identification des spécimens d'essai

Le paragraphe 6.1.2 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.1.3 Informations à inclure dans les rapports d'essai de type

Le paragraphe 6.1.3 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.1.101 Essai à vide de référence

Au début des essais de type, les caractéristiques mécaniques de l'interrupteur doivent être établies, par exemple, en enregistrant des courbes de déplacement à vide. Les caractéristiques mécaniques servent de référence pour les besoins de caractérisation du comportement mécanique de l'interrupteur. Par ailleurs, les caractéristiques mécaniques ne doivent pas présenter de différences significatives dans les différents échantillons utilisés pour les essais de type mécaniques de fermeture, de coupure et de manœuvre, en accord avec les tolérances du constructeur telles que définies au 6.102.1.1. L'essai qui utilise cette référence est désigné essai à vide de référence et les courbes ou autres paramètres qui en résultent sont désignés caractéristiques mécaniques de référence. Les caractéristiques mécaniques de référence doivent être établies selon 6.102.1.1.

6.2 Essais diélectriques

Le paragraphe 6.2 de la CEI 62271-1 est applicable avec l'exception suivante:

6.2.8 Essais de pollution artificielle pour les isolateurs d'extérieur

Le paragraphe 6.2.8 de la CEI 62271-1 est applicable pour le matériel d'extérieur. Aucun essai n'est requis pour le matériel d'intérieur.

6.2.9 Essais de décharges partielles

Le paragraphe 6.2.9 de la CEI 62271-1 est remplacé par ce qui suit:

Aucun essai de décharges partielles n'est requis sur l'interrupteur complet à haute tension. Cependant, les composants de l'interrupteur doivent satisfaire aux exigences de leur norme CEI correspondante.

6.3 Essai de tension de perturbation radioélectrique

Aucun essai de tension de perturbation radioélectrique (RIV) n'est requis.

6.4 Mesurage de la résistance des circuits

Le paragraphe 6.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.5 Essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5 de la CEI 62271-1 est applicable.

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

Le paragraphe 6.6 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible réalisés à 50 Hz ou 60 Hz, avec un facteur de crête de 2,6, couvrent les deux fréquences pour un réseau à constante de temps en courant continu de 45 ms ou moins.

Les essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible réalisés à 50 Hz ou 60 Hz, avec un facteur de crête de 2,7, couvrent les deux fréquences pour des réseaux à constantes de temps en courant continu supérieures à 45 ms.

6.7 Vérification de la protection

Le paragraphe 6.7 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 6.8 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Un essai d'étanchéité avant l'essai de fonctionnement mécanique n'est pas obligatoire.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.9 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.10 Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande

6.10.1 Généralités

Le paragraphe 6.10.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.10.2 Essais fonctionnels

Le paragraphe 6.10.2 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant:

Si l'essai de fonctionnement mécanique à la température de l'air ambiant selon 6.102.2 est réalisé sur l'interrupteur complet équipé de son unité de commande complète, les essais fonctionnels selon 6.10.2 de la CEI 62271-1 doivent être considérés comme suffisants et des essais supplémentaires ne sont pas nécessaires.

6.10.3 Essai de continuité électrique des parties métalliques reliées à la terre

Le paragraphe 6.10.3 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.10.4 Vérification des caractéristiques de fonctionnement des contacts auxiliaires

Le paragraphe 6.10.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.10.5 Essais d'environnement

Le paragraphe 6.10.5 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant:

Si l'essai de fonctionnement mécanique à la température de l'air ambiant selon 6.102.2, les essais à basse et haute températures selon 6.102.3 et, le cas échéant, l'essai d'humidité selon 6.102.4 sont réalisés sur l'interrupteur complet équipé de son unité de commande complète, ou pour l'essai d'humidité sur l'appareil de commande respectivement, les essais d'environnement selon 6.10.5 de la CEI 62271-1 doivent être considérés comme suffisants et des essais supplémentaires ne sont pas nécessaires.

6.10.6 Essai diélectrique

Le paragraphe 6.10.6 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.11 Procédure d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide

Le paragraphe 6.11 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.101 Essais d'établissement et de coupure

6.101.1 Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général

6.101.1.1 Tableaux des séquences d'essais

Le nombre requis de manœuvres, tensions d'essai et courants d'essai pour les interrupteurs des classes E1, E2 et E3 est donné au Tableau 3 pour les essais triphasés et au Tableau 4 pour les essais monophasés. Toutes les séquences d'essais, sauf la séquence d'essais TD_{ma}, doivent être effectuées sur le même interrupteur mais l'ordre des essais peut être quelconque. Les essais doivent être effectués sans remise en état de l'interrupteur pendant le programme d'essai.

Pour toutes les séquences d'essais de coupure, la séparation de contact doit être aléatoire.

**Tableau 3 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général –
Séquences d'essais en triphasé des interrupteurs tripolaires**

Séquence d'essais		Tension d'essai	Courant d'essai	Nombre de cycles de manœuvre		
Description	TD ¹			Classe E1	Classe E2	Classe E3
Charge principalement active	TD _{load2}	U_r	I_{load}	10	30	100
	TD _{load1}		$0,05 I_{load}$	20	20	20
Boucle fermée de ligne de distribution	TD _{loop}	$0,20 \times U_r$	I_{loop}	10	20	20
Courant de câble à vide	TD _{cc2}	U_r	I_{cc}	10 ^a	10 ^a	10 ^a
	TD _{cc1}		$0,1 - 0,4 \times I_{cc}$	10 ^a	10 ^a	10 ^a
Courant de ligne à vide	TD _{lc}	U_r	I_{lc}	10 ^a	10 ^a	10 ^a
Courant de fermeture en court-circuit	TD _{ma}	U_r	I_{ma}	2 manœuvres de fermeture	3 manœuvres de fermeture	5 manœuvres de fermeture
Courant de défaut à la terre	TD _{ef1}	U_r	I_{ef1}	10	10	10
Courant de câble à vide ou ligne à vide en cas de défaut à la terre	TD _{ef2}	U_r	I_{ef2}	10	10	10

^a Lorsque l'interrupteur est défini comme appartenant à la classe C2 et qu'un réamorçage se produit pendant la séquence d'essais, 6.101.8 est applicable

¹ TD = test duty.

Tableau 4 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général – Essais en monophasé des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle et des interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés

Séquence d'essais		Tension d'essai	Courant d'essai	Nombre de cycles de manœuvre		
Description	TD			Classe E1	Classe E2	Classe E3
Charge principalement active	TD _{load2}	$1,5 \times U_r / \sqrt{3}$	I_{load}	5	15	50
	TD _{load2}	U_r^b	$0,87 \times I_{load}^a$	5	15	50
	TD _{load1}	U_r^b	$0,05 \times I_{load}$	20	20	20
Courant de boucle fermée de ligne de distribution	TD _{loop}	$0,20 \times U_r^b$	I_{loop}	10	20	20
Courant de câble à vide	TD _{cc2}	c	I_{cc}	12 ^d	12 ^d	12 ^d
	TD _{cc1}	c	$0,1 - 0,4 \times I_{cc}$	12 ^d	12 ^d	12 ^d
Courant de ligne à vide	TD _{lc}	c	I_{lc}	12 ^d	12 ^d	12 ^d
Courant de fermeture en court-circuit	TD _{ma}	U_r	I_{ma}	2 manœuvres de fermeture	3 manœuvres de fermeture	5 manœuvres de fermeture
Courant de défaut à la terre	TD _{ef1}	$U_r / \sqrt{3}$	I_{ef1}	10	10	10
Courant de câble à vide ou ligne à vide en cas de défaut à la terre	TD _{ef2}	U_r	I_{ef2}	10	10	10

^a Alternativement, il est permis de réaliser une seule série d'essais à la tension assignée U_r et au courant assigné I_{load} , à condition que 10 manœuvres soient réalisées pour les interrupteurs de classe E1, 30 pour les interrupteurs de classe E2 et 100 pour les interrupteurs de classe E3.

^b Les valeurs de crête de la TTR doivent être $\sqrt{3}/1,5$ fois les valeurs indiquées dans les Tableaux 7 et 8.

^c Le constructeur doit choisir un circuit d'essai représentatif de l'application envisagée. La tension d'essai doit être égale au produit de $U_r / \sqrt{3}$ et un des facteurs suivants:

- 1) 1,0 pour la manœuvre de câbles à champ radial sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 2) 1,2 pour la manœuvre de câbles à ceinture sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 3) 1,3 pour la manœuvre de lignes sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 4) 1,75 pour la manœuvre de câbles et de lignes sur des réseaux autres que ceux à neutre mis à la terre.

^d Lorsque l'interrupteur est défini comme appartenant à la classe C2 et qu'un réamorçage se produit pendant la séquence d'essais 6.101.8 est applicable

6.101.1.2 Séquences d'essais de fermeture sur court-circuit

Les essais de fermeture sur court-circuit doivent être effectués sur un interrupteur qui a été soumis à au moins 10 cycles d'établissement-coupeure à 100 % de charge principalement active comme prescrit pour la séquence d'essais TD_{load}. Si les manœuvres de fermeture et de coupeure sont réalisées par des contacts séparés ou des zones de contact séparées, la séquence d'essais TD_{ma} peut être effectuée sur un interrupteur neuf.

Les essais doivent être réalisés selon une séquence de deux manœuvres C séparées par une manœuvre à vide O entre les deux, c'est-à-dire C – O (à vide) – C.

Pour les interrupteurs de classe E2, la séquence d'essais est 2C – x – 1C, où x représente des essais d'établissement et de coupeure arbitraires, ou même les essais à vide.

Pour les interrupteurs de classe E3, la séquence d'essais est 2C – x – 1C – y – 2C, où x et y représentent des essais d'établissement et de coupeure arbitraires, ou même les essais à vide. Pour les interrupteurs de classes E2 et E3, les manœuvres 2C consistent en C – O (à vide) – C.

L'interrupteur doit être capable d'établir le courant avec préamorçage de l'arc survenant à n'importe quel endroit sur l'onde de tension. Deux cas extrêmes sont spécifiés comme suit:

- a) établissement à la crête de l'onde de tension, conduisant à un courant de court-circuit symétrique et au temps d'arc de préamorçage le plus long. L'établissement doit se produire à moins de $-30/+15$ degrés électriques de la crête de tension;
- b) fermeture au zéro de l'onde de tension, sans préamorçage, conduisant à un courant de court-circuit totalement asymétrique.

Pendant la séquence d'essais d'établissement de courant de court-circuit, les deux exigences a) et b) doivent être satisfaites une fois pour les interrupteurs de classe E1, une fois pour les interrupteurs de classe E2 et deux fois pour les interrupteurs de classe E3.

Si du fait de temps d'arc de préamorçage de longue durée, il n'est pas possible de parvenir à la valeur de fermeture en court-circuit assignée requise à la tension assignée, il peut être nécessaire de réaliser des essais à tension réduite afin d'obtenir le courant de court-circuit totalement asymétrique.

6.101.1.3 Séquences d'essais d'établissement et de coupure

Des cycles d'établissement et de coupure doivent être effectués pour les séquences d'essais TD_{load} , TD_{loop} , TD_{cc} , TD_{lc} , TD_{ef1} et TD_{ef2} . La manœuvre d'ouverture doit suivre la manœuvre de fermeture avec un intervalle de temps entre les deux manœuvres au moins suffisant pour que tout courant transitoire disparaisse. Les manœuvres d'ouverture et de fermeture peuvent être séparées lorsque la conception de l'interrupteur ou les limitations de la station d'essai l'imposent. Pour des raisons de commodité, des manœuvres ouverture-fermeture peuvent également être effectuées. Les courants coupés doivent être conformes à 6.101.6.3.

Lorsque les paramètres de TTR obtenus dans la séquence d'essais TD_{load2} sont égaux ou plus sévères que les paramètres de TTR prescrits pour la séquence d'essais TD_{loop} , il n'est pas nécessaire d'effectuer la séquence d'essais TD_{loop} pourvu que 10 manœuvres supplémentaires, pour les interrupteurs de classe E1 ou 20 pour les interrupteurs de classe E2 et E3 soient effectuées pour la séquence d'essais TD_{load2} , avec le consentement du constructeur.

La TTR a la même crête et un taux d'accroissement plus élevé si:

- soit l'impédance du côté de la source est égale ou plus grande que 20 % de l'impédance totale,
- ou si la TTR est ajustée avec un facteur d'amplitude augmenté, par exemple (20/15) $\times 1,5$ dans le cas où l'impédance du côté de la source est de 15 %.

6.101.2 Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage limité

Les essais spécifiés pour les interrupteurs d'usage général doivent être utilisés en supprimant les séquences d'essais pour lesquelles l'interrupteur n'a pas de caractéristiques assignées ou en diminuant les valeurs d'essais selon les caractéristiques réduites.

6.101.3 Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial

Les interrupteurs d'usage spécial doivent être soumis à essais selon au moins un des essais définis dans le Tableau 5 pour les essais triphasés et dans le Tableau 6 pour les essais monophasés. Les interrupteurs d'usage spécial doivent aussi être soumis à essais selon les essais spécifiés pour les interrupteurs d'usage général en supprimant les séquences d'essais pour lesquelles l'interrupteur n'a pas de caractéristiques assignées.

Des cycles d'établissement et de coupure doivent être effectués pour toutes les séquences d'essais. La manœuvre d'ouverture doit suivre la manœuvre de fermeture avec un intervalle de temps entre les deux manœuvres au moins suffisant pour que tout courant transitoire disparaisse. Les manœuvres d'ouverture et de fermeture peuvent être séparées lorsque la

conception de l'interrupteur ou les limitations de la station d'essai l'imposent. L'intervalle de temps entre la fermeture et l'ouverture ne doit pas normalement dépasser 3 min. Pour des raisons de commodité, des manœuvres ouverture-fermeture peuvent également être effectuées. Les courants coupés doivent être conformes au 6.101.6.3.

Pour toutes les séquences d'essais de coupure, la séparation de contact doit être aléatoire.

Tableau 5 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial – Essais en triphasé des interrupteurs tripolaires à manœuvre simultanée

Séquence d'essais		Tension d'essai	Courant d'essai	Nombre de cycles de manœuvre
Description	TD			
Boucle fermée de transformateur de puissance en parallèle	TD _{pptr}	$0,15 \times U_r$	I_{pptr}	10
Batterie unique de condensateurs	TD _{sb2}	U_r	I_{sb}	10^b
	TD _{sb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{sb}$	10^b
Courant d'appel de batterie de condensateurs à gradins	TD _{bb2}	U_r	I_{bb}	10^b
	TD _{bb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{bb}$	10^b
Moteur	TD _{mot}	a	a	a
a Voir la CEI 62271-110, 6.114. b Lorsque l'interrupteur est défini comme appartenant à la classe C2 et qu'un réamorçage se produit pendant la séquence d'essais, 6.101.8 est applicable				

Tableau 6 – Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial – Essais monophasés sur des interrupteurs tripolaires à manœuvre pôle après pôle et des interrupteurs monophasés utilisés dans des réseaux triphasés

Séquence d'essais		Tension d'essai	Courant d'essai	Nombre de cycles de manœuvre
Description	TD			
Boucle fermée de transformateur de puissance en parallèle	TD _{pptr}	$0,15 \times U_r^a$	I_{pptr}	10
Batterie unique de condensateurs	TD _{sb2}	b	I_{sb}	12^e
	TD _{sb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{sb}$	12^e
Batterie de condensateurs à gradins	TD _{bb2}	b	I_{bb}	$12^{c, e}$
	TD _{bb1}		$0,1 - 0,4 \times I_{bb}$	12^e
Moteur	TD _{mot}	d	d	d
a Les valeurs de crête de la TTR doivent être égales à $\sqrt{3}/1,5$ fois les valeurs données au Tableau 9. b Le constructeur doit choisir le circuit d'essai représentant l'application prévue. La tension d'essai doit être égale au produit de $U_r/\sqrt{3}$ et de l'un des facteurs suivants: 1) 1,0 pour les réseaux à neutre mis à la terre pour la manœuvre de batteries de condensateurs avec neutre mis à la terre; 2) 1,75 pour les réseaux autres que les réseaux à neutre mis à la terre pour la manœuvre des batteries de condensateurs. c Au moins trois manœuvres d'établissement doivent être réalisées à moins de ± 25 degrés électriques de la crête de tension. d Voir 6.114 de la CEI 62271-110. e Lorsque l'interrupteur est défini comme appartenant à la classe C2 et qu'un réamorçage se produit pendant la séquence d'essais, 6.101.8 est applicable				

6.101.4 Etat de l'interrupteur pour les essais

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

Avant de commencer 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.

S'il y a lieu, les essais doivent être effectués à la pression de fonctionnement minimale pour l'isolation et/ou la coupure.

Les interrupteurs à manœuvre manuelle indépendante peuvent être manœuvrés par un dispositif prévu pour permettre le contrôle à distance.

On doit tenir compte des effets de l'alimentation par l'une ou l'autre des bornes de l'interrupteur.

L'interrupteur doit être alimenté ou mis sous tension comme en service.

Lorsque l'interrupteur en service peut être alimenté par les deux côtés, les conditions suivantes s'appliquent,

- pour TD_{load2} , si la disposition physique d'un côté de l'interrupteur est différente de celle de l'autre côté, 50 % du nombre total des manœuvres de fermeture-ouverture de chaque essai doivent être effectuées avec le côté alimentation du circuit d'essai raccordé à une borne de l'interrupteur et les 50 % restants doivent être effectués avec l'alimentation raccordée à l'autre borne. Si la disposition des contacts est symétrique des deux côtés de l'interrupteur, TD_{load2} peut être réalisé sur un seul côté;
- pour les autres essais d'établissement et de coupure et pour TD_{ma} , l'interrupteur doit être alimenté par le même côté, à la convenance du laboratoire;

Les essais d'établissement et de coupure sur des interrupteurs tripolaires doivent être effectués en triphasé sauf pour les essais de courants capacitifs. Les essais d'établissement et de coupure sur des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle, ou des interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés, peuvent être effectués en monophasé lorsque les interrupteurs disposent d'enveloppes monophasées ou sont du type à air libre.

Pour les interrupteurs installés normalement dans une enveloppe métallique et produisant des flammes ou des particules métalliques pendant la coupure ou la fermeture, la procédure suivante est requise. Les essais doivent être effectués avec l'interrupteur monté dans l'enveloppe métallique ou avec des écrans métalliques placés au voisinage des parties actives, et séparés de celles-ci par une distance que le constructeur doit spécifier. Les écrans, châssis ou autres parties normalement mises à la terre doivent être isolés puis raccordés à la terre à travers un dispositif indicateur de courant. Le dispositif indicateur de courant peut être un fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et 5 cm de longueur, ou un lien à la terre par un capteur pour mesurer le courant. Le fil fusible peut aussi être raccordé au secondaire d'un transformateur de courant de rapport 1:1. Il convient que les bornes du transformateur de courant soient protégées par un éclateur ou un parasurtenseur. Il est admis qu'il n'y a pas eu de courant de fuite significatif si le fil est intact après l'essai ou si l'intégrale Joule du courant de fuite est inférieure à $5 A^2s$ depuis la formation de l'arc jusqu'à 100 ms.

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

Les essais d'établissement et de coupure, à l'exception des essais de courants capacitifs, effectués sur des interrupteurs tripolaires, doivent être effectués en utilisant un circuit d'essai triphasé avec soit le point neutre de l'alimentation mis à la terre, soit le point neutre de la

charge mis à la terre. Dans l'un ou l'autre cas, le circuit d'essai et le châssis de l'interrupteur doivent être mis à la terre.

Pour les essais de coupure monophasés sur des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle, ou pour les essais sur des interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés, les essais doivent être effectués avec une borne du pôle à soumettre à essai raccordée à l'alimentation et l'autre borne raccordée à la charge. La connexion commune à la charge et à l'alimentation peut être mise à la terre comme indiqué à la Figure 2 et à la Figure 4, par exemple. Pour les circuits d'essai capacitifs, voir 6.101.7.3.4 et 6.101.7.3.5.

Les raccordements utilisés pour tous les essais doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

6.101.6 Paramètres d'essai

6.101.6.1 Fréquence d'essai

Les interrupteurs doivent être soumis à essai à la fréquence assignée avec une tolérance telle que spécifiée à l'Annexe A. Lorsque cela est possible, les conditions d'essai permettant de couvrir les deux fréquences de 50 Hz et 60 Hz sont expliquées dans chaque article relatif aux essais de type.

6.101.6.2 Tension d'essai pour les essais de coupure

La tension d'essai à fréquence industrielle pour les essais de coupure est indiquée dans les Tableaux 3 à 6.

La tension d'essai doit être mesurée immédiatement après l'interruption, à l'exception des charges capacitives pour lesquelles la tension est mesurée juste avant l'ouverture des contacts. La tension doit être mesurée aussi près que possible des bornes de l'interrupteur, c'est-à-dire sans impédance appréciable entre le point de mesure et les bornes. Pour les essais triphasés, la tension d'essai doit être exprimée comme la moyenne des tensions d'essai entre phases. La tolérance pour la tension d'essai entre deux phases quelconques est donnée dans l'Annexe A. La tension d'essai à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,3 s après l'extinction de l'arc.

6.101.6.3 Courant coupé

Les courants applicables aux essais de coupure sont indiqués dans les Tableaux 3 à 6.

Le courant à interrompre doit être symétrique avec un décrément négligeable. Les contacts de l'interrupteur ne doivent pas être séparés avant que la composante transitoire du courant due à la fermeture du circuit ait disparu.

NOTE La valeur de la composante en courant continu du courant coupé est considérée comme négligeable lorsque la composante en courant continu est inférieure ou égale à 20 %.

La différence entre la moyenne du courant et les valeurs obtenues dans chaque pôle ne doit pas dépasser la valeur indiquée à l'Annexe A.

Les courants coupés pour les essais monophasés doivent être tels qu'ils sont indiqués au Tableau 6.

Il convient que la forme d'onde du courant d'essai pour les essais de courant capacitif soit sinusoïdale. Cette exigence est satisfaite si le rapport entre la valeur efficace du courant total et la valeur efficace de la composante fondamentale ne dépasse pas 1,2. Le courant d'essai ne doit pas passer par zéro plus d'une fois par demi-période de la fréquence industrielle.

Le pouvoir de coupure doit être spécifié par ce qui suit:

- a) la tension d'essai;
- b) le courant coupé;
- c) le facteur de puissance du circuit;
- d) le circuit d'essai;
- e) les paramètres de la tension transitoire de rétablissement;
- f) le nombre de cycles d'établissement-coupure.

6.101.6.4 Tension d'essai pour les essais d'établissement de courant de court-circuit

6.101.6.4.1 Généralités

Les tensions d'essai à fréquence industrielle pour les essais d'établissement de courant de court-circuit sont spécifiées dans le Tableau 3 et le Tableau 4. La tolérance pour la tension d'essai entre deux phases quelconques est donnée à l'Annexe A.

6.101.6.4.2 Autres essais synthétiques

Les limitations de puissance du laboratoire peuvent rendre difficile la réalisation d'essais directs à la tension assignée et au courant assigné. Dans ce cas, un circuit d'établissement synthétique peut être utilisé pour générer la tension d'essai requise depuis une source d'alimentation et le courant de fermeture assigné depuis une deuxième source d'alimentation.

6.101.6.4.3 Autres essais à tension réduite

D'autres essais directs peuvent être réalisés à une tension d'essai réduite, en utilisant des dispositifs permettant de s'assurer que la période d'arc de pré-amorçage à la tension d'essai n'est pas plus courte que celle à la tension assignée correspondante.

En fonction de la technologie de l'interrupteur, il est possible d'utiliser différents dispositifs pour les essais d'établissement de courant de court-circuit à tension réduite:

- dans la mesure du possible, l'arc de pré-amorçage peut être initié par un fil fusible. Un fil mince et rigide doit être fixé aux contacts (de tous les pôles pour les essais triphasés).
- pour les interrupteurs à pouvoir de coupure sous gaz, les essais d'établissement de courant de court-circuit peuvent être réalisés à l'air ou au gaz, à pression réduite. La tension d'essai doit être réduite dans la même proportion que la différence de la distance de contournement de l'air ou du gaz isolant à la pression minimale assignée. Les caractéristiques mécaniques doivent être dans les limites des tolérances du constructeur telles que définies au 6.102.1.1.

Avant de réaliser l'essai d'établissement de court-circuit à tension réduite, le temps moyen d'arc de pré-amorçage à la tension assignée et son écart-type doivent être connus.

Ces valeurs peuvent être calculées à partir de 10 manœuvres d'établissement à moins de $\pm 15^\circ$ de la tension de crête, issues d'autres séquences d'essais avec le même type d'interrupteur, ou à défaut, à partir d'essais d'établissement supplémentaires, réalisés à courant réduit dans la plage comprise entre 1 A et 50 A, ne risquant pas d'engendrer une érosion significative des contacts.

Pendant les essais d'établissement de courant de court-circuit à tension réduite, le temps d'arc de pré-amorçage ne doit pas être inférieur au temps moyen d'arc de pré-amorçage calculé ci-dessus plus deux fois son écart-type, afin de satisfaire à l'exigence de a) décrite en 6.101.1.2.

6.101.6.5 Courant établi en court-circuit

Le courant établi en court-circuit doit être exprimé par la valeur de crête du courant établi et la valeur efficace de la composante périodique du courant établi. Pour les interrupteurs d'usage

général, la valeur efficace de la composante périodique du courant dans chaque pôle à 0,2 s doit être au moins égale à 80 % du courant de courte durée admissible assigné. La durée du courant de court-circuit doit être au moins égale à 0,2 s.

Un interrupteur d'usage général doit être capable de fonctionner à des tensions inférieures à sa tension assignée à laquelle il peut réellement établir un courant totalement asymétrique. La limite la plus basse de la tension, si elle existe, doit être déclarée par le constructeur.

La vérification du pouvoir de fermeture en court-circuit doit être déterminée par les points suivants:

- a) la tension d'essai;
- b) le courant établi exprimé en valeur de crête pour le courant asymétrique et en valeur efficace de la composante périodique pour le courant symétrique;
- c) la durée du courant de court-circuit;
- d) le circuit d'essai;
- e) le nombre de manœuvres d'établissement.

Les essais de fermeture en court-circuit réalisés à 50 Hz ou 60 Hz, avec un facteur de crête de 2,6, couvrent les deux fréquences pour un réseau à constante de temps en courant continu de 45 ms ou moins.

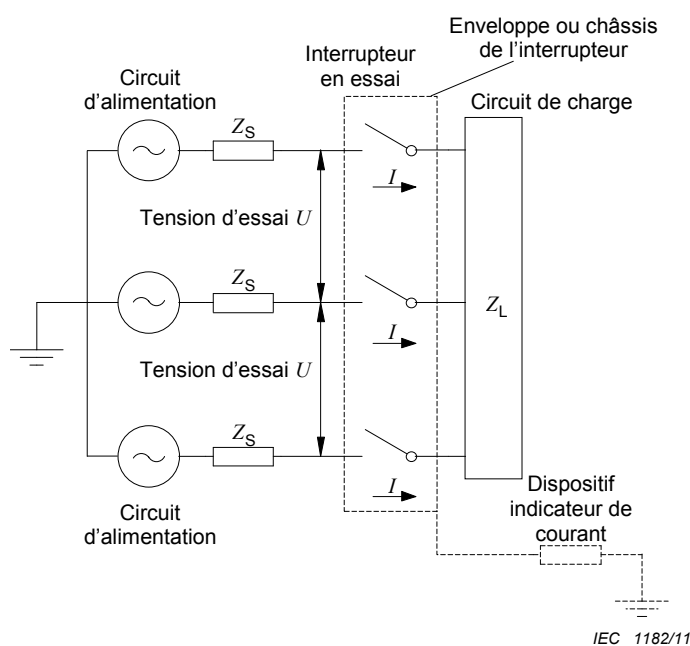
Les essais de fermeture en court-circuit réalisés à 50 Hz ou 60 Hz, avec un facteur de crête de 2,7, couvrent les deux fréquences pour des réseaux à constantes de temps en courant continu supérieures à 45 ms.

6.101.7 Circuits d'essai

6.101.7.1 Circuit de charge principalement active (séquence d'essais TD_{load})

Les circuits d'essai des Figures 1 et 2 consistent en un circuit d'alimentation et un circuit de charge. Le circuit d'alimentation, comprenant l'impédance totale en série qui lui est associée, doit être constitué de réactances et de résistances connectées en série et doit avoir un facteur de puissance tel qu'indiqué dans les Figures 1 et 2. L'impédance du circuit d'alimentation doit être égale à $(15 \pm 3) \%$ de l'impédance totale du circuit d'essai pour la séquence d'essais TD_{load} (à 100 % du courant assigné). La même impédance du circuit d'alimentation doit être utilisée pour tous les essais à 5 % du courant assigné.

L'impédance représentant le circuit du côté de l'alimentation doit être raccordée au côté source de l'interrupteur. 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 celle spécifiée au Tableau 7. Il convient que le circuit de charge ait un facteur de puissance tel qu'indiqué aux Figures 1 et 2 et il doit consister en des inductances et des résistances connectées en parallèle. Des facteurs de puissance plus bas peuvent être utilisés par le laboratoire d'essai avec l'accord du constructeur.



Séquence d'essai TD_{load} :

$$I = I_{load} \text{ et } 0,05 I_{load1}$$

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 7

Circuit de charge:

facteur de puissance = 0,65 à 0,75

NOTE En variante, le neutre du circuit d'impédance de charge peut être mis à la terre à la place du neutre du circuit d'alimentation.

Figure 1a – Circuit général

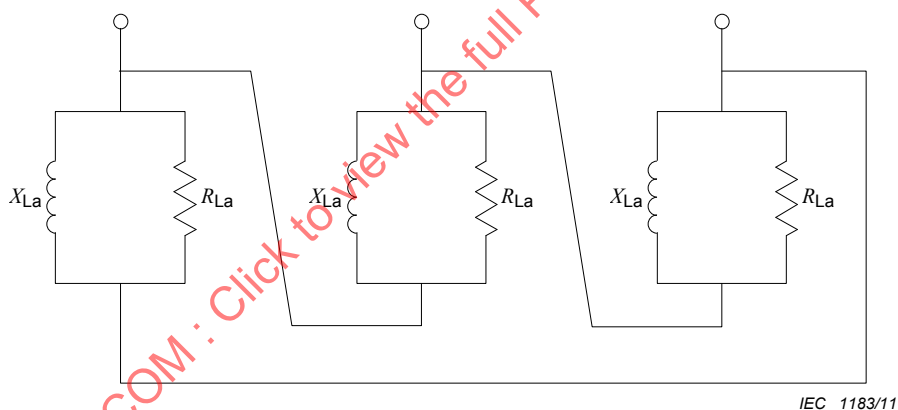


Figure 1b – Couplage de la charge en triangle

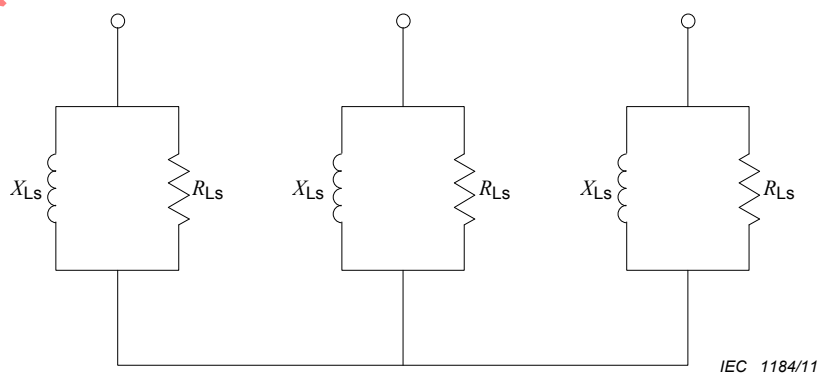
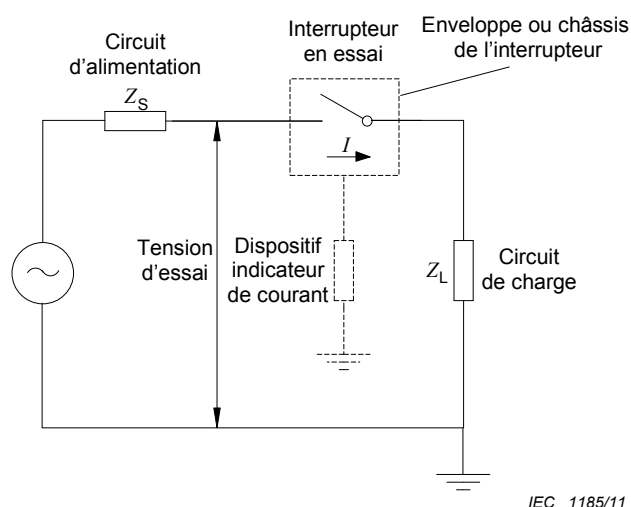


Figure 1c – Couplage de la charge en étoile

Figure 1 – Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de charge principalement active, pour la séquence d'essais TD_{load}



Tension et courant d'essai définis dans le Tableau 4

Circuit d'alimentation:

facteur de puissance: $\leq 0,2$

$$Z_T = Z_S + Z_L$$

$$|Z_S| = (0,15 \pm 0,03) \times |Z_T|$$

Paramètres de TTR: Tableaux 7 et 4, point b

Circuit de charge:

facteur de puissance = 0,65 à 0,75

IEC 1185/11

Figure 2 – Circuit monophasé pour les essais de courant de charge principalement active, séquence d'essais TD_{load}

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-103:2011

Tableau 7 – Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de charge principalement active^a

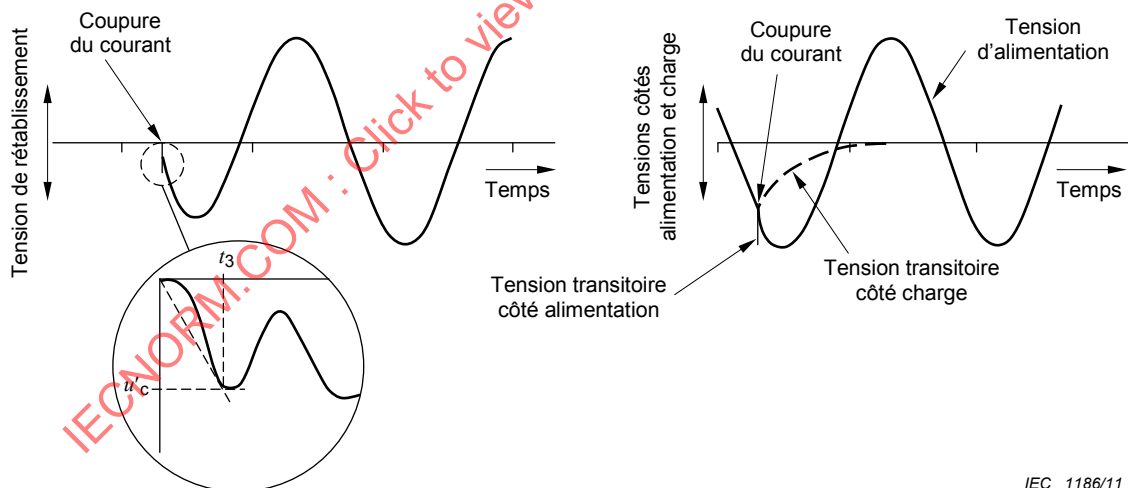
Tension assignée U_r kV	Paramètres de TTR du circuit d'alimentation	
	Valeur de crête de la tension ^b U_c kV	Paramètre temps ^b t_3 μs
3,6	6,2	40
4,76 ^c	8,2	40
7,2	12,3	52
8,25 ^c	14,1	52
12	20,6	60
15 ^c	25,7	72
17,5	30	72
24	41	88
25,8 ^c	44,2	88
36	62	108
38 ^c	65,1	108
48,3 ^c	82,8	132
52	89,2	138

^a Paramètres de TTR du circuit d'alimentation en cas de défaut aux bornes.

^b Les utilisateurs sont avertis que, lorsque des réactances de limitation du courant sont utilisées, la TTR du circuit d'alimentation peut dépasser les valeurs spécifiées.

^c Valeurs utilisées en Amérique du Nord.

NOTE 1 Les composantes de la tension transitoire du côté de l'alimentation et du côté de la charge sont représentées ci-dessous. La valeur de crête de la composante du côté de l'alimentation, u'_c comme indiqué, sera approximativement égale à 15 % de u_c approximativement au temps t_3 . La valeur de crête réelle u'_c et le temps mis pour l'atteindre dépendront du facteur de puissance du circuit de charge et de l'impédance série du circuit d'alimentation.



IEC 1186/11

u'_c = valeur de crête de la composante du côté de l'alimentation de la tension transitoire de rétablissement aux bornes de l'interrupteur.

NOTE 2 L'impédance série d'alimentation est égale à $(15 \pm 3) \%$ de l'impédance totale avec un facteur de puissance inférieur ou égal à 0,2. La charge est constituée de résistances et d'inductances en parallèle. La TTR du côté de la charge est une tension exponentiellement décroissante dont la valeur de crête est déterminée par le facteur de puissance de la charge. Ainsi la TTR du côté de la charge est complètement déterminée par le circuit de charge et il n'est pas besoin de la spécifier.

NOTE 3 L'impédance série d'alimentation est une combinaison de l'impédance proche d'un transformateur et de l'impédance lointaine de la source. Le facteur de premier pôle k_{pp} est 1,5. Le facteur d'amplitude est supposé égal à 1,4.

$$u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1,5 \times 1,4$$

6.101.7.2 Circuits de boucle fermée

6.101.7.2.1 Circuit d'essai de lignes de distribution et de transformateurs en parallèle

Les circuits d'essai de lignes de distribution et de transformateurs en parallèle sont définis dans les Figures 3 et 4.

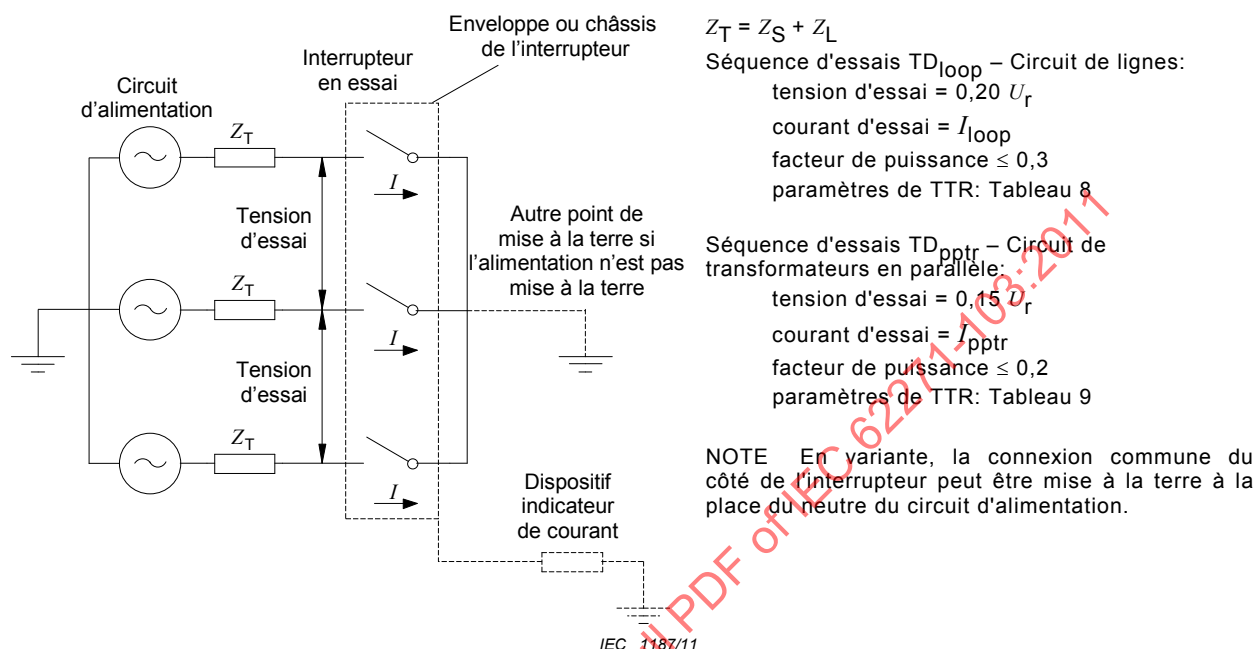


Figure 3 – Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de boucle fermée de lignes de distribution et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr}

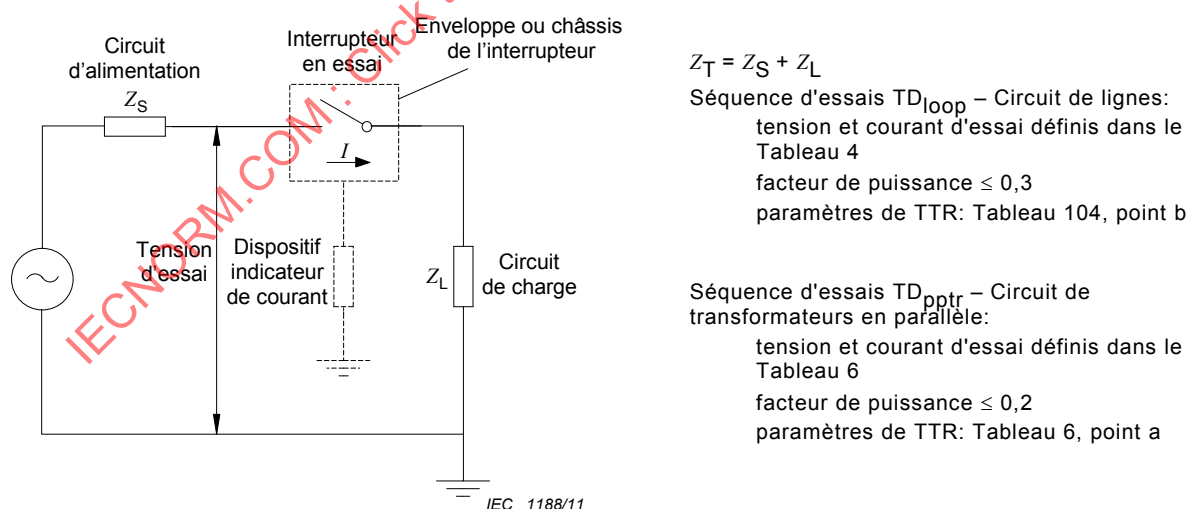


Figure 4 – Circuit monphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de boucle fermée de lignes de distribution et de transformateurs en parallèle, séquences d'essais TD_{loop} et TD_{pptr}

6.101.7.2.2 Circuit de ligne de distribution (séquence d'essais TD_{loop})

Les circuits d'essais des Figures 3 et 4 doivent avoir des réactances et des résistances raccordées en série et un facteur de puissance tel qu'indiqué aux Figures 3 et 4. L'impédance de charge (Z_L) peut être du côté source de l'interrupteur, du côté charge ou répartie. Si

l'impédance de charge est du côté charge, l'impédance du côté alimentation (Z_S) doit être aussi faible que possible, sans toutefois que le courant de court-circuit excède le pouvoir de fermeture de l'interrupteur. Les tensions transitoires de rétablissement présumées ne doivent pas être moins sévères que celles spécifiées au Tableau 8.

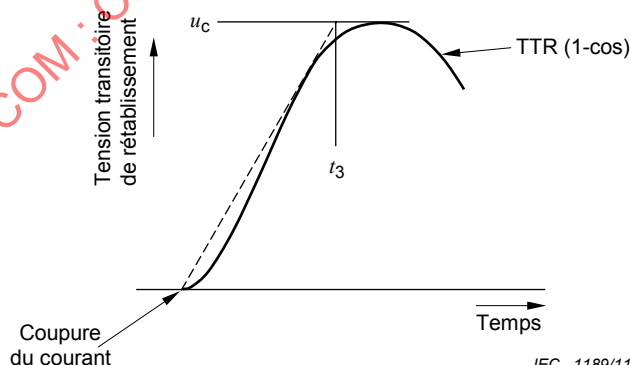
La tension d'essai entre phases en circuit ouvert pour les essais triphasés est telle qu'indiquée dans le Tableau 3. Les tensions d'essai pour les essais monophasés sur les interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle, ou les interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés, sont indiquées au Tableau 4.

Tableau 8 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de boucle fermée de lignes de distribution

Tension assignée U_r kV	Valeur de crête de la tension U_c kV	Paramètre temps t_3 μs
3,6	1,2	110
4,76 ^a	1,7	110
7,2	2,4	110
8,25 ^a	2,9	110
12	4,1	150
15 ^a	5,1	200
17,5	6,0	200
24	8,3	250
25,8 ^a	8,9	250
36	12,3	310
38 ^a	13,1	310
48,3 ^a	16,5	350
52	17,8	370

^a Valeurs utilisées en Amérique du Nord.

NOTE 1 La tension transitoire de rétablissement aux bornes de l'interrupteur a une forme (1-cos). Une tension transitoire typique est représentée ci-dessous.



NOTE 2 La tension d'essai entre phases du circuit ouvert, en régime établi, est égale à 20 % de la tension assignée. u_c correspond à un réseau ayant un facteur de premier pôle k_{pp} égal à 1,5 et un facteur d'amplitude égal à 1,4.

$$u_c = U_r \times (0,20) \sqrt{\frac{2}{3}} \times 1,5 \times 1,4$$

6.101.7.2.3 Circuit de transformateurs de puissance en parallèle (séquence d'essais TD_{ppt})

Les circuits d'essai des Figures 3 et 4 doivent avoir des réactances et des résistances raccordées en série et un facteur de puissance tel qu'indiqué aux Figures 3 et 4. Les tensions

transitoires de rétablissement présumées ne doivent pas être moins sévères que celles spécifiées au Tableau 9.

La tension d'essai entre phases en circuit ouvert pour les essais triphasés sur les interrupteurs tripolaires est telle qu'indiquée au Tableau 5. Les tensions d'essai pour les essais monophasés sur les interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle ou les interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés sont indiquées au Tableau 6.

Tableau 9 – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de transformateurs en parallèle

Tension assignée U_r kV	Valeur de crête de la tension u_c kV	Paramètre temps t_3^a Facteur K
3,6	0,6	0,25
4,76 ^b	0,7	0,28
7,2	1,1	0,35
8,25 ^b	1,3	0,38
12	1,9	0,45
15 ^b	2,3	0,50
17,5	2,7	0,55
24	3,7	0,63
25,8 ^b	4,0	0,67
36	5,6	0,78
38 ^b	5,9	0,80
48,3 ^b	7,5	0,90
52	8,1	0,93

^a Le temps est calculé d'après $t_3 = K \sqrt{\frac{1480 + 600 I}{6,7 I}}$
où t_3 est en microsecondes et I est le courant d'essai en kA. Le facteur K et la formule pour t_3 sont dérivés des fréquences de tension transitoire de rétablissement obtenues par injection de courant à basse tension des transformateurs. La fréquence est typique des transformateurs de puissance ayant un courant assigné proche du courant d'essai et une impédance de 15 % en refroidissement forcé.

^b Valeurs utilisées en Amérique du Nord.

NOTE 1 La tension transitoire de rétablissement aux bornes de l'interrupteur a une forme (1-cos) et les valeurs s'appliquent au premier pôle qui coupe.

NOTE 2 Le facteur de premier pôle k_{pp} est égal à 1,5. Le facteur d'amplitude est supposé égal à 1,7 suivant la séquence d'essais en court-circuit T10 de la CEI 62271-100. On suppose que deux transformateurs de puissance sont en parallèle avec le transformateur à mettre sous tension. La TTR est principalement due au transformateur à mettre sous tension. Cela implique que la tension transitoire de rétablissement correspond à la moitié seulement de la tension de rétablissement en régime établi.

$$u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1,5 \times 1,7 \times \frac{0,15}{2}$$

6.101.7.3 Circuits capacitifs (séquences d'essais TD_{cc} , TD_{lc} , TD_{sb} , TD_{bb})

6.101.7.3.1 Généralités

Typiquement, les essais sont effectués en laboratoire. Cependant des essais en réseau peuvent également être effectués. Pour les essais en réseau, les lignes, câbles et batteries de condensateurs réels doivent être utilisés.

Pour les essais en laboratoire, les lignes ou câbles peuvent être en partie ou totalement remplacés par des circuits artificiels avec des éléments concentrés consistant en des condensateurs, inductances ou résistances.

Des essais à 60 Hz peuvent être utilisés pour prouver le pouvoir de coupure à 50 Hz.

Les essais à 50 Hz peuvent être pris en considération pour prouver les caractéristiques à 60 Hz pourvu que la tension aux bornes de l'interrupteur ne soit pas inférieure pendant les 8,3 premières millisecondes à ce qu'elle serait pendant un essai à 60 Hz avec la tension spécifiée. Si des réamorçages apparaissent après 8,3 ms étant donné que la tension instantanée est supérieure à ce qu'elle serait pendant un essai à 60 Hz avec la tension spécifiée, et si l'interrupteur a une probabilité très basse de réamorçage, la séquence d'essais doit être effectuée à 60 Hz avec une tension d'essai comme prescrit pour l'essai à 60 Hz. S'il n'y a pas de réamorçage, l'interrupteur doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai.

NOTE Les circuits d'essai en laboratoire représentant les lignes et câbles et les batteries de condensateurs ne sont pas utilisables pour déterminer l'amplitude des surtensions éventuelles en cas de réamorçage. Ils sont seulement capables de montrer l'aptitude à l'établissement et à la coupure.

Il convient d'effectuer des essais triphasés. Cependant, les essais monophasés en laboratoire sont permis pour les essais de coupure de courant capacitif sur des interrupteurs tripolaires à manœuvre simultanée.

6.101.7.3.2 Tensions d'essai

Les tensions d'essai à fréquence industrielle pour essais triphasés sont indiquées au Tableau 3 ou 5.

Les tensions d'essai pour essais monophasés sur interrupteurs tripolaires doivent être égales au produit de $U_r/\sqrt{3}$ par un des facteurs suivants. Ces facteurs concernent les interrupteurs dont la non-simultanéité est inférieure ou égale à 1/6 de période:

- 1,0 pour la manœuvre de batteries de condensateurs avec neutre mis à la terre ou de câbles à champ radial sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,1 pour la manœuvre de câbles à ceinture sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,2 pour la manœuvre de lignes aériennes de distribution à vide sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,4 pour la manœuvre de batteries de condensateurs à neutre non mis à la terre sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,4 pour la manœuvre de batteries de condensateurs, de lignes ou de câbles sur des réseaux autres que les réseaux à neutre mis à la terre.

Pour des interrupteurs tripolaires à manœuvre simultanée, dont la non-simultanéité entre pôles est supérieure à 1/6 de période, on peut réaliser des essais triphasés ou bien des essais monophasés en utilisant les tensions d'essai indiquées au Tableau 4 ou au Tableau 6.

6.101.7.3.3 Caractéristiques du circuit d'alimentation

TD_{lc} et TD_{cc} : Pour les essais de coupure de lignes à vide et de câble à vide, le circuit d'alimentation doit être celui spécifié pour la manœuvre de charge principalement active y compris les condensateurs et les résistances de contrôle de TTR.

TD_{sb} et TD_{bb} : Pour les essais de manœuvre de batterie de condensateurs, la caractéristique du circuit d'alimentation doit être telle que la variation de tension (augmentation de la tension après établissement, décroissance de la tension après coupure) soit inférieure à 2 % pour TD_{sb1} et TD_{bb1} et inférieure à 5 % pour TD_{sb2} et TD_{bb2} .