

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60265-1

Troisième édition
Third edition
1998-01

Interrupteurs à haute tension –

Partie 1:

**Interrupteurs pour tensions assignées
supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV**

High-voltage switches –

Part 1:

**Switches for rated voltages above 1 kV
and less than 52 kV**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60265-1: 1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60265-1

Troisième édition
Third edition
1998-01

Interrupteurs à haute tension –

Partie 1:

**Interrupteurs pour tensions assignées
supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV**

High-voltage switches –

Part 1:

**Switches for rated voltages above 1 kV
and less than 52 kV**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
1.101 Prescriptions générales	12
2 Conditions normales et spéciales de service	12
3 Définitions	12
3.1 Termes généraux	14
3.2 Ensembles	14
3.3 Parties d'ensemble	14
3.4 Appareils de connexion	14
3.5 Parties d'appareils de connexion	18
3.6 Fonctionnement	18
3.7 Caractéristiques	18
3.8 Index des définitions	20
4 Caractéristiques assignées	22
4.1 Tension assignée (U_r)	22
4.2 Niveau d'isolement assigné	22
4.3 Fréquence assignée (f_r)	22
4.4 Courant assigné en service continu (I_r) et échauffement	22
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	22
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	22
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)	24
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	24
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	24
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manœuvre	24
4.101 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active (I_1)	24
4.102 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée (I_{2a} et I_{2b})	24
4.103 Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide (I_3)	24
4.104 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide (I_{4a})	24
4.105 Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide (I_{4b})	24
4.106 Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs pour interrupteurs d'usage spécial (I_{4c})	24
4.107 Pouvoir de coupure assigné de batterie de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{4d})	24
4.108 Pouvoir de fermeture assigné de batterie de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{in})	26
4.109 Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre (I_{6a})	26
4.110 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre (I_{6b})	26
4.111 Pouvoir de coupure assigné de moteur pour interrupteurs d'usage spécial (I_7)	26
4.112 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (I_{ma})	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 General.....	11
1.1 Scope	11
1.2 Normative references	11
1.101 General requirements.....	13
2 Normal and special service conditions	13
3 Definitions.....	13
3.1 General terms	15
3.2 Assemblies.....	15
3.3 Parts of assemblies.....	15
3.4 Switching devices.....	15
3.5 Parts of switching devices	19
3.6 Operation.....	19
3.7 Characteristic quantities	19
3.8 Index of definitions	21
4 Ratings	23
4.1 Rated voltage (U_r)	23
4.2 Rated insulation level	23
4.3 Rated frequency (f_r).....	23
4.4 Rated normal current (I_n) and temperature rise.....	23
4.5 Rated short-time withstand current (I_k).....	23
4.6 Rated peak withstand current (I_p)	23
4.7 Rated duration of short-circuit (t_k).....	25
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a).....	25
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits.....	25
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation and/or interruption ...	25
4.101 Rated mainly active load-breaking current (I_1).....	25
4.102 Rated closed-loop breaking current (I_{2a} and I_{2b})	25
4.103 Rated no-load transformer breaking current (I_3)	25
4.104 Rated cable-charging breaking current (I_{4a})	25
4.105 Rated line-charging breaking current (I_{4b}).....	25
4.106 Rated single capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{4c}) ...	25
4.107 Rated back-to-back capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{4d})	25
4.108 Rated back-to-back capacitor inrush making current for special purpose switches (I_{in})	27
4.109 Rated earth fault breaking current (I_{6a})	27
4.110 Rated cable- and line-charging breaking current under earth fault conditions (I_{6b})	27
4.111 Rated motor breaking current for special purpose switches (I_7)	27
4.112 Rated short-circuit making current (I_{ma}).....	27

Articles	Pages
4.113 Pouvoirs de coupure et de fermeture assignés pour interrupteur d'usage général.....	26
4.114 Caractéristiques assignées pour interrupteur d'usage limité	28
4.115 Caractéristiques assignées pour interrupteur d'usage spécial.....	28
4.116 Caractéristiques assignées pour interrupteurs protégés par des fusibles limiteurs.....	28
5 Conception et construction	30
5.1 Prescriptions pour les liquides utilisés dans les interrupteurs à haute tension.....	30
5.2 Prescriptions pour les gaz utilisés dans les interrupteurs à haute tension	30
5.3 Raccordement à la terre des interrupteurs à haute tension.....	30
5.4 Equipements auxiliaires et de commande	30
5.5 Manoeuvre dépendante à source d'énergie extérieure.....	30
5.6 Manoeuvre à accumulation d'énergie	30
5.7 Manoeuvre manuelle indépendante.....	30
5.8 Fonctionnement des déclencheurs.....	30
5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance à basse et haute pression	30
5.10 Plaques signalétiques.....	30
5.11 Verrouillages	30
5.12 Indicateur de position	30
5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes.....	32
5.14 Lignes de fuite.....	32
5.15 Étanchéité au gaz et au vide.....	32
5.16 Étanchéité au liquide	32
5.17 Ininflammabilité	32
5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)	32
5.101 Manoeuvres d'établissement et de coupure.....	32
5.102 Prescriptions pour les interrupteurs-sectionneurs.....	32
5.103 Résistance mécanique	32
5.104 Maintien en position	34
5.105 Contacts auxiliaires de signalisation	34
6 Essais de type.....	34
6.1 Généralités	34
6.2 Essais diélectriques.....	36
6.3 Essais d'interférence radio (RIV)	36
6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal	36
6.5 Essais d'échauffement	36
6.6 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible.....	38
6.7 Vérification de la protection	38
6.8 Essais d'étanchéité	38
6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	38
6.101 Essais d'établissement et de coupure	38
6.102 Essais de fonctionnement mécanique	60
6.103 Fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace	64
7 Essais de routine	64
7.101 Essais de fonctionnement mécanique	64
8 Guide pour le choix des interrupteurs à haute tension selon le service	66
8.1 Généralités	66
8.2 Conditions influant sur l'application	66
8.3 Coordination de l'isolement.....	68
8.4 Choix de la classe de l'interrupteur	68

Clause		Page
4.113	Rated breaking and making currents for a general purpose switch	27
4.114	Ratings for limited purpose switches	29
4.115	Ratings for special purpose switches	29
4.116	Ratings for switches backed by fuses	29
5	Design and construction	31
5.1	Requirements for liquids in high-voltage switches	31
5.2	Requirements for gases in high-voltage switches	31
5.3	Earthing of high-voltage switches	31
5.4	Auxiliary and control equipment	31
5.5	Dependent power operation	31
5.6	Stored energy operation	31
5.7	Independent manual operation	31
5.8	Operation of releases	31
5.9	Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices	31
5.10	Nameplates	31
5.11	Interlocking devices	31
5.12	Position indication	31
5.13	Degrees of protection by enclosures	33
5.14	Creepage distances	33
5.15	Gas and vacuum tightness	33
5.16	Liquid tightness	33
5.17	Flammability	33
5.18	Electromagnetic compatibility (EMC)	33
5.101	Making and breaking operations	33
5.102	Requirements for switch-disconnectors	33
5.103	Mechanical strength	33
5.104	Securing the position	35
5.105	Auxiliary contacts for signalling	35
6	Type tests	35
6.1	General	35
6.2	Dielectric tests	37
6.3	Radio interference voltage (RIV) tests	37
6.4	Measurement of the resistance of the main circuit	37
6.5	Temperature-rise tests	37
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	39
6.7	Verification of the protection	39
6.8	Tightness tests	39
6.9	Electromagnetic compatibility (EMC) tests	39
6.101	Making and breaking tests	39
6.102	Mechanical operation tests	61
6.103	Operation under severe ice conditions	65
7	Routine tests	65
7.101	Mechanical operating tests	65
8	Guide to the selection of high-voltage switches for service	67
8.1	General	67
8.2	Conditions affecting application	67
8.3	Insulation coordination	69
8.4	Selection of class of switch	69

Articles	Pages
9 Informations à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes...	68
9.1 Informations à donner dans les appels d'offres et les commandes	68
9.102 Informations à donner dans les soumissions	70
10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation et la maintenance	72
11 Sécurité	72

Tableaux

1 Pouvoirs de coupure assignés de lignes à vide et de câbles à vide pour interrupteur d'usage général	74
2 Renseignements pour la plaque signalétique	76
3 Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de charge principalement active	78
4a Paramètres de TTR pour les essais de coupure de boucle fermée de lignes de distribution	80
4b Paramètres de TTR pour les essais de coupure de transformateurs en parallèle	82
5 Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage général – Essais en triphasé des interrupteurs tripolaires à manoeuvre simultanée, des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle et des interrupteurs unipolaires	84
6 Séquence 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	86
7 Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial – Essais en triphasé des interrupteurs tripolaires à manoeuvre simultanée, des interrupteurs actionnés pôle par pôle et des interrupteurs unipolaires	88
8 Séquences d'essais pour les interrupteurs d'usage spécial – Essais monophasés sur des interrupteurs tripolaires à manoeuvre pôle après pôle et des interrupteurs monophasés utilisés dans des réseaux triphasés	88
9 Valeurs limites des paramètres de tension de rétablissement présumée pour les essais monophasés de coupure de batterie de condensateurs	90

Figures

1 Circuit triphasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de charge principalement active, pour la séquence d'essais 1	92
2 Circuit monophasé pour les essais d'établissement et de coupure de courant de charge principalement active, séquence d'essais 1	94
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 2a et 2b	94
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 2a et 2b	96
5 Circuit triphasé pour les essais d'établissement de courant de court-circuit, séquence d'essais 5	96
6 Circuit monophasé pour les essais d'établissement de courant de court-circuit, séquence d'essais 5	98
7 Paramètres limites de TTR présumée pour les essais monophasés de coupure de batterie de condensateurs	100
8 Circuit triphasé pour les essais de coupure de courant de défaut à la terre, séquence d'essais 6a	102
9 Circuit triphasé pour les essais de coupure de courant de câbles à vide en cas de défaut à la terre, séquence d'essais 6b	102

Clause	Page
9 Information to be given with inquiries, tenders and orders	69
9.1 Information to be given with inquiries and orders.....	69
9.102 Information to be given with tenders	71
10 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance	73
11 Safety	73

Tables

1 Rated line- and cable-charging breaking currents for general purpose switch	75
2 Nameplate information	77
3 Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests.....	79
4a TRV parameters for distribution line closed loop breaking tests.....	81
4b TRV parameters for parallel power transformer current breaking tests.....	83
5 Test duties for general purpose switches – Test duties for three-phase tests on three-pole operated, pole-after-pole operated, and single pole switches	85
6 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	87
7 Test duties for special purpose switches – Three-phase tests on three-pole operated, pole-after-pole operated, and single-pole switches.....	89
8 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	89
9 Prospective recovery voltage parameter limits for single-phase capacitor bank current breaking tests	91

Figures

1 Three-phase test circuit for mainly active load current switching for test duty 1	93
2 Single-phase test circuit for mainly active load current switching for test duty 1	95
3 Three-phase test circuit for distribution line closed-loop and parallel transformer current switching test for test duties 2a and 2b	95
4 Single-phase test circuit for distribution line closed-loop and parallel transformer current switching test, for test duties 2a and 2b	97
5 Three-phase test circuit for short-circuit making current test for test duty 5	97
6 Single-phase test circuit for short-circuit making current test for test duty 5.....	99
7 Prospective TRV parameter limits for single-phase capacitor bank current breaking tests	101
8 Three-phase test circuit for earth fault breaking current tests, for test duty 6a	103
9 Three-phase test circuit for cable-charging breaking current tests under earth fault conditions, for test duty 6b	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTERRUPTEURS À HAUTE TENSION –

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60265-1 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette norme se réfère à la CEI 60694 deuxième édition, parue en 1996, qui est applicable à moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans la présente norme. En vue de simplifier l'indication des exigences correspondantes, on utilise la même numérotation des articles et des paragraphes que dans la CEI 60694. Les modifications à ces articles et paragraphes sont indiquées sous les mêmes références, tandis que les paragraphes complémentaires sont numérotés à partir de 101.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1983, l'amendement 1, paru en 1984, et l'amendement 2, paru en 1994, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/512/FDIS	17A/519/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.

Le contenu du corrigendum de mai 2000 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHES –

Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60265-1 has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This standard refers to IEC 60694, second edition, published in 1996, 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 60694. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1983 and its amendments 1 (1984) and 2 (1994), and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
17A/512/FDIS	17A/519/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.

The contents of the corrigendum of May 2000 have been included in this copy.

INTERRUPTEURS À HAUTE TENSION –

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

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60265 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 ou à l'extérieur, de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure à 52 kV et de fréquences assignées allant de 16 $\frac{2}{3}$ Hz jusqu'à et y compris 60 Hz.

Cette norme est également applicable aux dispositifs de manoeuvre de ces interrupteurs et à leurs équipements auxiliaires.

Les interrupteurs-sectionneurs sont aussi couverts par la CEI 60129.

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

NOTE 1 – Sauf si des précisions spéciales sont exigées, le terme «interrupteur» est utilisé pour tous genres d'interrupteurs et d'interrupteurs-sectionneurs du domaine d'application de cette norme.

NOTE 2 – Les sectionneurs de terre ne sont pas couverts par cette norme. Les sectionneurs de terre formant partie intégrante d'un interrupteur sont couverts par la CEI 60129.

NOTE 3 – Cette 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 manoeuvrés par l'ouverture et la fermeture de l'ensemble de fusibles.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60265. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60265 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60056:1987, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 60059:1938, *Courants normaux de la CEI*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60129:1984, *Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

CEI 60420:1990, *Combinés interrupteurs-fusibles à haute tension pour courant alternatif*

HIGH-VOLTAGE SWITCHES –

Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60265 is applicable to three-phase, alternating current switches and switch-disconnectors having making and breaking current ratings, for indoor and outdoor installations, for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV and for rated frequencies from 16 $\frac{2}{3}$ Hz up to and including 60 Hz.

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

Switch-disconnectors are also covered by IEC 60129.

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.

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 60129.

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 normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60265. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60265 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 60056:1987, *High-voltage alternating-current circuit-breakers*

IEC 60059:1938, *IEC standard current ratings*

IEC 60071-1:1993, *Insulation coordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60129:1984, *Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 60420:1990, *High-voltage alternating current switch-fuse combinations*

CEI 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 61233:1994, *Disjoncteurs haute tension à courant alternatif – Etablissement et coupure de charge inductive*

1.101 Prescriptions générales

Le principal objet de cette norme est d'établir des prescriptions pour les interrupteurs d'usage général utilisés dans les réseaux de distribution. Les interrupteurs d'usage général doivent satisfaire aux conditions de service suivantes:

- supporter en permanence leur courant assigné en service continu;
- établir et couper les courants de charge principalement active;
- établir et couper les courants de circuits de lignes de distribution en boucle fermée;
- établir et couper les courants de transformateurs à vide;
- établir et couper les courants de câbles et de lignes aériennes à vide;
- supporter les courants de court-circuit pendant une durée spécifiée;
- établir les courants de court-circuit.

Les interrupteurs d'usage général prévus pour être utilisés sur des réseaux à neutre isolé ou des réseaux mis à la terre par une impédance élevée doivent être capables de couper en cas de défaut à la terre.

Un autre objet de cette norme est d'établir des prescriptions pour les interrupteurs d'usage limité et les interrupteurs d'usage spécial utilisés dans les réseaux de distribution.

Les interrupteurs d'usage limité doivent avoir un courant assigné en service continu, un courant de courte durée admissible assigné et un ou plusieurs pouvoirs de coupure, mais pas tous, d'un interrupteur d'usage général.

Les interrupteurs d'usage spécial doivent avoir un courant assigné en service continu, un courant de courte durée admissible assigné, un courant assigné établi en court-circuit et en plus doivent convenir à une ou plusieurs des applications suivantes:

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

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

2 Conditions normales et spéciales de service

La CEI 60694 est applicable.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60265, les définitions de la CEI 60050(441) et de la CEI 60694 sont applicables. Certaines d'entre elles sont rappelées pour plus de facilité.

IEC 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 61233:1994, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Inductive load switching*

1.101 General requirements

The main purpose of this standard is to establish requirements for general purpose switches used in distribution systems.

General purpose switches shall comply with the following service applications:

- carrying normal current continuously;
- switching of mainly active loads;
- switching of distribution line closed-loop circuits;
- switching of no-load transformers;
- switching of the charging current of unloaded cables and overhead lines;
- carrying short-circuit currents for a specified time;
- making short-circuit currents.

General purpose switches intended for use in isolated neutral systems or in systems earthed by a high impedance shall be capable of switching under earth fault conditions.

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

Limited purpose switches shall have a rated normal current, a rated short-time withstand current, and one or more, but not all, of the switching capabilities of a general purpose switch.

Special purpose switches shall have a rated normal current, a rated short-time withstand current, a rated short-circuit making current and, in addition, shall be 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.

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 shall not immediately follow a making operation since the current to be broken may then exceed the rated breaking current of the switch.

2 Normal and special service conditions

IEC 60694 is applicable.

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60265, the definitions of IEC 60050(441) and IEC 60694 apply. Some of them are recalled hereunder for easier use.

Les définitions données ci-après sont également applicables. Elles sont classées selon la CEI 60050(441). Les définitions de la CEI 60050(441) ne sont pas répétées mais la référence est faite à leur numéro de paragraphe. Les définitions complémentaires sont classées de telle façon à être alignées sur la classification utilisée dans le Vocabulaire Electrotechnique International CEI 60050(441).

3.1 Termes généraux

Aucune définition particulière.

3.2 Ensembles

Aucune définition particulière.

3.3 Parties d'ensemble

Aucune définition particulière.

3.4 Appareils de connexion

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 [VEI 441-14-10, modifié]

3.4.102

interrupteur-sectionneur

[VEI 441-14-12]

3.4.103

interrupteur d'usage général

interrupteur capable d'effectuer, jusqu'à des courants atteignant ses pouvoirs de coupure assignés, toutes les manoeuvres d'établissement et de coupure qui peuvent normalement survenir dans les réseaux de distribution. L'interrupteur doit aussi être 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 adapté pour des applications dans des parties de réseau de distribution alimentées de façon continue et où des manoeuvres non fréquentes sont effectuées

3.4.103.2

interrupteur d'usage général de classe E2

interrupteur d'usage général conçu de manière à ne pas nécessiter le contrôle ou l'entretien des pièces de coupure de courant du circuit principal et seulement un entretien minimal de ses autres pièces pendant sa durée de vie attendue

NOTE – L'entretien minimal peut comprendre la lubrification, le remplissage de gaz et le nettoyage des surfaces externes, selon les cas.

3.4.103.3

interrupteur d'usage général de classe E3

interrupteur d'usage général ayant la possibilité d'établir et de couper fréquemment des courants plus élevés et une fréquence plus élevée de fermer sur court-circuit

The definitions given below are also applicable. They are classified in accordance with IEC 60050(441). The definitions of IEC 60050(441) are not repeated but reference is made to their specific subclause number. The additional definitions are classified so as to be aligned with the classification used in International Electrotechnical Vocabulary IEC 60050(441).

3.1 General terms

No particular definitions.

3.2 Assemblies

No particular definitions.

3.3 Parts of assemblies

No particular definitions.

3.4 Switching devices

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 [IEV 441-14-10, modified]

3.4.102

switch-disconnector

[IEV 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 shall also be capable of carrying and making short-circuit currents.

3.4.103.1

class E1 general purpose switch

general purpose switch suitable for applications in normally continuously fed parts of distribution system and where infrequent switching operations are performed

3.4.103.2

class E2 general purpose switch

general purpose switch designed so as not to require inspection or maintenance of the interrupting parts of the main circuit and only minimal maintenance of its other parts during its expected operating life

NOTE – Minimal maintenance may include lubrication, replenishment of gas, and cleaning of external surfaces, where applicable.

3.4.103.3

class E3 general purpose switch

general purpose switch having the capability of frequent switching of higher currents and a higher frequency of making on short-circuits

3.4.103.4

interrupteur d'usage général de classe M1

interrupteur d'usage général convenant à des applications nécessitant une endurance mécanique de 1 000 manœuvres

3.4.103.5

interrupteur d'usage général de classe M2

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

NOTE – Les interrupteurs de classe M2 peuvent également convenir pour des classifications d'interrupteur à usage limité où à usage spécial.

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 qui a un courant assigné en service continu, un courant de courte durée admissible assigné, un courant assigné établi en court-circuit et est capable de satisfaire à des conditions spéciales de service

NOTE 1 – Des exemples de telles prescriptions spéciales sont la manœuvre de batteries de condensateurs, de moteurs, de transformateurs en parallèle.

NOTE 2 – Dans certaines applications, d'autres dispositifs sont utilisés qui peuvent établir des courts-circuits ou empêcher l'interrupteur de fermer sur un court-circuit. Dans ces applications, un pouvoir de fermeture sur court-circuit n'est pas requis. Il revient en conséquence à l'utilisateur de le spécifier.

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 doit être 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 au démarrage

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

3.4.103.4**class M1 general purpose switch**

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

3.4.103.5**class M2 general purpose switch**

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

NOTE – Class M2 switches may also be suitable for limited purpose and special purpose switch classifications.

3.4.104**limited purpose switch**

switch which has a rated normal current, a rated short-time withstand current, and one or more switching capabilities of a general purpose switch

3.4.105**special purpose switch**

switch which has a rated normal current, a rated short-time withstand current, a rated short-circuit making current, and is capable of performing specific service duties for special applications

NOTE 1 – Examples of such special requirements are capacitor bank switching, motor switching and parallel power-transformer switching.

NOTE 2 – In certain applications, other devices are utilized which will make short circuits or prevent the switch from making on a short circuit. In these applications, a short-circuit making capability is not required. The user should specify accordingly.

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 shall be 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. 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 Parties d'appareils de connexion

Pas de définition particulière.

3.6 Fonctionnement

Pas de définition particulière.

3.7 Caractéristiques

3.7.101

pouvoir de coupure

[VEI 441-17-08]

3.7.102

pouvoir de coupure de charge principalement active

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de charge principalement active, 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 autres transformateurs de puissance, c'est-à-dire d'un circuit dans lequel les deux bornes de l'interrupteur restent sous tension après l'interruption, la différence de tension apparaissant entre elles étant très inférieure à la tension du réseau

3.7.105

pouvoir de coupure de câbles à vide

pouvoir de coupure lors de l'ouverture d'un circuit de câbles isolés 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 à isoler

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 à isoler

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 à mettre sous tension

NOTE – La fréquence et l'amplitude du courant d'appel dépendent des valeurs des capacités et des valeurs des inductances entre les batteries de condensateurs.

3.5 Parts of switching devices

No particular definitions.

3.6 Operation

No particular definitions.

3.7 Characteristic quantities

3.7.101

breaking capacity

[IEV 441-17-08]

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, and in which the voltage appearing across the terminals is substantially less than the system voltage

3.7.105

cable-charging breaking capacity

breaking capacity when opening a cable circuit 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

NOTE – The frequency and magnitude of the inrush current depend upon the values of capacitance and inductance between the capacitor banks.

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 période de démarrage

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 ou 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

[VEI 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 – Lorsque 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

[VEI 441-17-10]

3.8 Index des définitions

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 d'usage général de classe M1	3.4.103.4
Interrupteur d'usage général 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

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 an isolated neutral or resonant earthed 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 an isolated neutral or resonant earthed 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**

[IEV 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**

[IEV 441-17-10]

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 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 general purpose switch	3.4.103.4
Class M2 general purpose switch	3.4.103.5
Closed-loop breaking capacity	3.7.104

E

Earth fault breaking capacity	3.7.111
-------------------------------	---------

G

General purpose switch	3.4.103
------------------------	---------

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 ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre	3.7.112
Pouvoir de fermeture en court-circuit	3.7.115

V

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

4 Caractéristiques assignées

L'article 4 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments et les exceptions indiqués ci-après.

4.1 Tension assignée (U_r)

Le paragraphe 4.1 de la CEI 60694 est applicable.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le paragraphe 4.2 de la CEI 60694 est applicable.

4.3 Fréquence assignée (f_r)

Le paragraphe 4.3 de la CEI 60694 est applicable.

4.4 Courant assigné en service continu (I_r) et échauffement

Le paragraphe 4.4 de la CEI 60694 est applicable.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le paragraphe 4.5 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

Le courant de courte durée admissible assigné d'un sectionneur de terre faisant partie intégrante d'un interrupteur doit être égal au courant de courte durée admissible de l'interrupteur sauf accord entre le constructeur et l'utilisateur.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le paragraphe 4.6 de la CEI 60694 est applicable.

	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
	P	
Parallel power transformer closed-loop switch		3.4.105.4
(Peak) making current		3.7.114
	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 60694 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

4.1 Rated voltage (U_r)

Subclause 4.1 of IEC 60694 is applicable.

4.2 Rated insulation level

Subclause 4.2 of IEC 60694 is applicable.

4.3 Rated frequency (f_r)

Subclause 4.3 of IEC 60694 is applicable.

4.4 Rated normal current (I_r) and temperature rise

Subclause 4.4 of IEC 60694 is applicable.

4.5 Rated short-time withstand current (I_k)

Subclause 4.5 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

The rated short-time withstand current of an earthing switch forming an integral part of a switch shall be equal to the rated short-time withstand current of the switch, unless otherwise agreed to between the manufacturer and the user.

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 4.6 of IEC 60694 is applicable.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le paragraphe 4.7 de la CEI 60694 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 60694 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 60694 est applicable.

4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manoeuvre

Le paragraphe 4.10 de la CEI 60694 est applicable.

4.101 Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active (I_1)

Courant maximal de charge principalement active que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.102 Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée (I_{2a} et I_{2b})

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 transformateur à vide (I_3)

Courant maximal de transformateur à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.104 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide (I_{4a})

Courant maximal de câbles à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.105 Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide (I_{4b})

Courant maximal de lignes à vide que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

4.106 Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs pour interrupteurs d'usage spécial (I_{4c})

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 à isoler.

4.107 Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins pour interrupteurs d'usage spécial (I_{4d})

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 à isoler.

4.7 Rated duration of short-circuit (t_k)

Subclause 4.7 of IEC 60694 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 60694 is applicable.

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

Subclause 4.9 of IEC 60694 is applicable.

4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation and/or interruption

Subclause 4.10 of IEC 60694 is applicable.

4.101 Rated mainly active load-breaking current (I_1)

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.

4.102 Rated closed-loop breaking current (I_{2a} and I_{2b})

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 no-load transformer breaking current (I_3)

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

4.104 Rated cable-charging breaking current (I_{4a})

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

4.105 Rated line-charging breaking current (I_{4b})

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

4.106 Rated single capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{4c})

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.

4.107 Rated back-to-back capacitor bank breaking current for special purpose switches (I_{4d})

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.

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

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. Les valeurs spécifiques dépendent de l'importance et de la disposition de la batterie de condensateurs mise sous tension, des gradins déjà connectés 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.

4.109 Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre (I_{6a})

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 – La TTR d'un réseau à neutre isolé est plus sévère que la TTR d'un réseau compensé par bobine d'extinction, même s'il est désaccordé; en conséquence, pour les besoins de l'essai, on considère un réseau à neutre isolé.

4.110 Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre (I_{6b})

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.

4.111 Pouvoir de coupure assigné de moteur pour interrupteurs d'usage spécial (I_7)

Courant maximal en régime établi d'un moteur que l'interrupteur doit être capable de couper sous sa tension assignée. Se référer à la CEI 61233.

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

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

Valeur de crête du courant présumé maximal que l'interrupteur doit être capable d'établir sous sa tension assignée.

4.113 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 transformateur à vide égal à 1 % du courant assigné en service continu;
- un pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes de distribution égal au courant assigné en service continu;

4.108 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 specific values are dependent upon the size and configuration of the capacitor bank being switched, the supply side capacitor bank 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.

4.109 Rated earth fault breaking current (I_{6a})

The rated earth fault breaking current, for an isolated neutral or resonant earthed system, is the maximum earth fault current in the faulted phase that the switch shall be capable of breaking at its rated voltage.

NOTE – The TRV of an isolated neutral system is more severe than the TRV of a resonant earthed system, even if detuned; therefore, for test purposes an isolated neutral system is assumed.

4.110 Rated cable- and line-charging breaking current under earth fault conditions (I_{6b})

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

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.

4.111 Rated motor breaking current for special purpose switches (I_7)

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 61233.

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

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

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

4.113 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 no-load transformer breaking current equal to 1 % of the rated normal current;
- rated distribution line loop-breaking current equal to the rated normal current;

- 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. L'interrupteur doit pouvoir établir deux fois ou plus le courant correspondant à son pouvoir de fermeture.

Les interrupteurs prévus pour être utilisés dans des réseaux à neutre isolé ou dans des réseaux mis à la terre par une impédance élevée doivent avoir un pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre et 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.

Si un sectionneur de terre faisant partie intégrante d'un interrupteur a un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit, ce pouvoir de fermeture assigné doit être égal à la valeur de crête du courant admissible assigné de l'interrupteur sauf accord entre le constructeur et l'utilisateur.

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 .

4.114 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.

4.115 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, un courant de fermeture assigné en court-circuit, 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.

Un interrupteur d'usage spécial doit avoir un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit comme cela est défini en 4.112. Ce pouvoir de fermeture en court-circuit peut être inférieur à la tenue à la valeur de crête du courant assigné.

4.116 Caractéristiques assignées pour interrupteurs protégés par des fusibles limiteurs

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. Des fusibles limiteurs de courant et certaines autres catégories de fusibles peuvent être utilisés. Le fusible associé ayant le courant assigné en service continu le plus élevé doit servir de base pour établir les caractéristiques assignées. Se référer à la CEI 60420.

- rated cable-charging breaking current as shown in table 1;
- rated line-charging breaking current as shown in table 1;
- rated short-circuit making current equal to the rated peak withstand current. The switch shall have a capability of closing successfully two or more times at the rated making current.

Switches intended for use in isolated neutral systems or in systems earthed by a high impedance shall have a rated earth fault breaking current and a 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.

If an earthing switch, forming an integral part of a switch, has a rated short-circuit making current, this rated current shall be equal to the rated peak withstand current of the switch, unless otherwise agreed to between the manufacturer and user.

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 .

4.114 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.

4.115 Ratings for special purpose switches

A special purpose switch shall have a rated normal current, a rated short-time withstand current, a rated short-circuit making 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 it is applied. 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 breaking capacity and inrush making current;
- motor breaking capacity.

A special purpose switch shall have a short-circuit rated making current as stated in 4.112. This short-circuit making current may be less than the rated peak withstand current.

4.116 Ratings for switches backed by fuses

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. Current limiting fuses and certain other classes of fuses can be utilized. The associated fuse having the highest rated normal current shall be the basis for establishing a rating. Refer to IEC 60420.

5 Conception et construction

L'article 5 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments et les exceptions indiquées ci-après:

5.1 Prescriptions pour les liquides utilisés dans les interrupteurs à haute tension

Le paragraphe 5.1 de la CEI 60694 est applicable.

5.2 Prescriptions pour les gaz utilisés dans les interrupteurs à haute tension

Le paragraphe 5.2 de la CEI 60694 est applicable.

5.3 Raccordement à la terre des interrupteurs à haute tension

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60694 est applicable.

5.4 Equipements auxiliaires et de commande

Le paragraphe 5.4 de la CEI 60694 est applicable.

5.5 Manoeuvre dépendante à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 5.5 de la CEI 60694 est applicable, avec ce qui suit.

La manoeuvre manuelle dépendante est admise seulement pour des interrupteurs d'usage limité n'ayant pas de pouvoir de fermeture en court-circuit.

5.6 Manoeuvre à accumulation d'énergie

Le paragraphe 5.6 de la CEI 60694 est applicable.

5.7 Manoeuvre manuelle indépendante

Le paragraphe 5.7 de la CEI 60694 est applicable.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Le paragraphe 5.8 de la CEI 60694 est applicable.

5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance à basse et haute pression

Le paragraphe 5.9 de la CEI 60694 est applicable.

5.10 Plaques signalétiques

Le paragraphe 5.10 de la CEI 60694 est applicable. Les interrupteurs et leurs dispositifs de manoeuvre doivent être équipés de plaques signalétiques contenant les informations en conformité avec le tableau 2.

5.11 Verrouillages

Le paragraphe 5.11 de la CEI 60694 est applicable.

5.12 Indicateur de position

Le paragraphe 5.12 de la CEI 60694 est applicable.

5 Design and construction

Clause 5 of IEC 60694 is applicable, with the additions and exceptions indicated below.

5.1 Requirements for liquids in high-voltage switches

Subclause 5.1 of IEC 60694 is applicable.

5.2 Requirements for gases in high-voltage switches

Subclause 5.2 of IEC 60694 is applicable.

5.3 Earthing of high-voltage switches

Subclause 5.3 of IEC 60694 is applicable.

5.4 Auxiliary and control equipment

Subclause 5.4 of IEC 60694 is applicable.

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 60694 is applicable with the following limitation.

Dependent manual operation is allowable only for limited purpose switches not having a short-circuit making capability.

5.6 Stored energy operation

Subclause 5.6 of IEC 60694 is applicable.

5.7 Independent manual operation

Subclause 5.7 of IEC 60694 is applicable.

5.8 Operation of releases

Subclause 5.8 of IEC 60694 is applicable.

5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices

Subclause 5.9 of IEC 60694 is applicable.

5.10 Nameplates

Subclause 5.10 of IEC 60694 is applicable. Switches and their operating devices shall be provided with nameplates which contain information in accordance with table 2.

5.11 Interlocking devices

Subclause 5.11 of IEC 60694 is applicable.

5.12 Position indication

Subclause 5.12 of IEC 60694 is applicable.

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 d'isolement entre contacts ouverts ou la distance de sectionnement est visible;
- b) la position de chaque contact mobile est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

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

NOTE 2 – Dans le cas d'interrupteur à manoeuvre simultanée (tous les pôles manoeuvrés comme un seul élément), il est permis d'utiliser un dispositif indicateur commun.

NOTE 3 – Le dispositif indicateur fiable est spécifié dans la CEI 60129.

5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes

Le paragraphe 5.13 de la CEI 60694 est applicable.

5.14 Lignes de fuite

Le paragraphe 5.14 de la CEI 60694 est applicable pour le matériel d'extérieur. Aucune prescription 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 60694 est applicable.

5.16 Etanchéité au liquide

Le paragraphe 5.16 de la CEI 60694 est applicable.

5.17 Ininflammabilité

Le paragraphe 5.17 de la CEI 60694 est applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 5.18 de la CEI 60694 est applicable.

5.101 Manoeuvres 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 Prescriptions pour les interrupteurs-sectionneurs

Les interrupteurs-sectionneurs doivent en plus répondre aux prescriptions spécifiées pour les sectionneurs dans la CEI 60129.

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 efforts électrodynamiques sans réduction de leur sûreté de fonctionnement ou de leur aptitude à supporter le courant.

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

- a) the gap or isolating distance is visible;
- b) the position of each movable contact is indicated by a reliable indicating device.

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

NOTE 2 – In the case of a group operated switch (all poles are operated as a single unit), it is permissible to use a common indicating device.

NOTE 3 – The reliable indicating device is specified in IEC 60129.

5.13 Degrees of protection by enclosures

Subclause 5.13 of IEC 60694 is applicable.

5.14 Creepage distances

Subclause 5.14 of IEC 60694 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 60694 is applicable.

5.16 Liquid tightness

Subclause 5.16 of IEC 60694 is applicable.

5.17 Flammability

Subclause 5.17 of IEC 60694 is applicable.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 5.18 of IEC 60694 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 60129.

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 Maintien en position

Les interrupteurs ainsi que leurs dispositifs de manoeuvre 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 manoeuvre ou sous l'action de forces électrodynamiques.

Les interrupteurs ou leurs dispositifs de manoeuvre doivent être conçus de façon à permettre la mise en oeuvre de moyens rendant impossibles les manoeuvres 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 supportés en sécurité.

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

6 Essais de type

L'article 6 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments et les exceptions indiqués ci-après.

6.1 Généralités

Les essais de type ont pour but de prouver les caractéristiques des interrupteurs à haute tension, de leurs dispositifs de manoeuvre 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).

Tous les essais ci-dessus, sauf la mesure de la résistance du circuit principal, 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 manoeuvre et équipements auxiliaires.

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 gap or isolating distance is at least 80 % of the total isolating distance, or until it is certain that the movable contacts will reach their fully open position.

6 Type tests

Clause 6 of IEC 60694 is applicable, with the additions and exceptions indicated below.

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.

All of the above tests, except measurement of the resistance of the main circuit, 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) les essais de type sur demande spéciale de l'utilisateur:

- essais pour prouver l'aptitude de l'interrupteur à établir ou couper des courants spécifiés par l'utilisateur ou qui sont au-delà du domaine d'application des essais de type normaux;
- essais pour prouver le bon fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace;
- essais pour prouver la bonne tenue de l'isolation externe dans des conditions de pollution de l'air;
- essais pour vérifier que les interrupteurs installés dans des réseaux où des câbles leur sont raccordés peuvent supporter les tensions d'essai continues normalement appliquées pour l'essai diélectrique des câbles. Il convient de prendre en compte la tension en courant alternatif du côté de l'alimentation de l'interrupteur lorsque l'on détermine les tensions d'essai.

6.1.1 Groupement des essais

Le paragraphe 6.1.1 de la CEI 60694 est applicable pour les essais de type normaux. Des échantillons supplémentaires d'essai peuvent être utilisés pour les essais de type supplémentaires.

6.1.2 Informations pour l'identification des spécimens

Le paragraphe 6.1.2 de la CEI 60694 est applicable.

6.1.3 Informations à inclure dans les rapports d'essai

Le paragraphe 6.1.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.2 Essais diélectriques

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60694 est applicable avec l'exception suivante:

6.2.8 Essai de pollution artificielle

Le paragraphe 6.2.8 de la CEI 60694 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 60694 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 prescriptions de leur norme CEI correspondante.

6.3 Essais d'interférence radio (RIV)

Aucun essai RIV n'est requis.

6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal

Le paragraphe 6.4 de la CEI 60694 est applicable.

6.5 Essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5 de la CEI 60694 est applicable.

b) special tests upon special request of the user:

- 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 prove satisfactory operation under severe ice conditions;
- tests to prove the integrity of the external insulation under conditions of air pollution;
- 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.

6.1.1 Grouping of tests

Subclause 6.1.1 of IEC 60694 is applicable for normal type tests. Additional test samples may be used for additional type tests.

6.1.2 Information for identification of specimens

Subclause 6.1.2 of IEC 60694 is applicable.

6.1.3 Information to be included in the type-test report

Subclause 6.1.3 of IEC 60694 is applicable.

6.2 Dielectric tests

Subclause 6.2 of IEC 60694 is applicable with the following exception:

6.2.8 Artificial pollution test

Subclause 6.2.8 of IEC 60694 is applicable for outdoor equipment. No tests are required for indoor equipment.

6.2.9 Partial discharge tests

Subclause 6.2.9 of IEC 60694 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 (RIV) tests

RIV tests are not required.

6.4 Measurement of the resistance of the main circuit

Subclause 6.4 of IEC 60694 is applicable.

6.5 Temperature-rise tests

Subclause 6.5 of IEC 60694 is 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 60694 est applicable.

6.7 Vérification de la protection

Le paragraphe 6.7 de la CEI 60694 est applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 6.8 de la CEI 60694 est applicable.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.9 de la CEI 60694 est applicable.

6.101 Essais d'établissement et de coupure

6.101.1 Etat de l'interrupteur pour les essais

L'interrupteur à essayer 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 d'air 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 du gaz pour l'interruption.

Les interrupteurs à manœuvre manuelle dépendante peuvent être manœuvrés à distance ou par une commande à source d'énergie extérieure de façon à obtenir une vitesse de manœuvre équivalente à celle obtenue par un opérateur manuel. Le constructeur doit indiquer la vitesse minimale requise des contacts après leur séparation. Un nombre représentatif d'essais de fermeture et d'ouverture (50 % de chaque séquence) doit être effectué avec la force de manœuvre minimale.

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

Il faut tenir compte des effets de l'alimentation par l'une ou l'autre des bornes de l'interrupteur. Lorsque l'interrupteur en service peut être alimenté par l'une ou l'autre borne et que la disposition physique d'un côté de l'interrupteur est différente de celle de l'autre côté, le côté alimentation du circuit d'essai doit être raccordé à la borne représentant les conditions les plus sévères. En cas de doute, 50 % du nombre total des manœuvres de fermeture-ouverture de chaque essai doivent être effectués 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.

Les essais d'établissement et de coupure sur des interrupteurs tripolaires à manœuvre simultanée 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.

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 6.6 of IEC 60694 is applicable.

6.7 Verification of the protection

Subclause 6.7 of IEC 60694 is applicable.

6.8 Tightness tests

Subclause 6.8 of IEC 60694 is applicable.

6.9 Electromagnetic compatibility (EMC) tests

Subclause 6.9 of IEC 60694 is applicable.

6.101 Making and breaking tests

6.101.1 Arrangement of the switch for tests

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

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

If applicable, tests shall be performed at the minimum functional pressure of the gas for interruption.

Switches with dependent manual operation may be operated by remote control and power-operating means such that the movement of the contacts is equivalent to that of the manual operator. The manufacturer shall indicate the required minimum speed of the contacts after they have separated. A representative number of making and breaking tests (50 % of each test duty) shall be performed at the minimum operating force.

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

Making and breaking tests on three-pole 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.

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 à spécifier par le constructeur. Les écrans, châssis ou autres parties normalement mises à la terre doivent être isolés puis raccordés à la terre à travers un fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et 5 cm de longueur. Le fil fusible peut aussi être raccordé au secondaire d'un transformateur de courant de rapport 1:1. Il est recommandé 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. D'autres méthodes pour détecter un courant de fuite excessif peuvent également être utilisées.

6.101.2 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 d'usage général tripolaires à manœuvre simultanée, 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 de telle sorte que les conditions de tension entre les parties actives et la terre, et à travers l'interrupteur, après l'extinction de l'arc, soient représentatives des conditions normales de service.

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 essayer 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'essais capacitifs, se référer à 6.101.8.4.

Pour les courants d'essai nécessitant à la fois la mise à la terre des neutres de l'alimentation et de la charge, l'impédance homopolaire doit être inférieure à trois fois l'impédance directe du côté de l'alimentation.

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

NOTE – Les raccordements de mise à la terre recommandés pour les interrupteurs d'usage général sont basés sur le fait que, pour les tensions assignées inférieures à 52 kV, beaucoup de réseaux ne sont pas mis à la terre (alimentation ou charge, ou les deux). Pour la commutation de courant capacitif, il convient que les essais soient effectués de façon à vérifier les caractéristiques assignées pour l'application spécifique et les raccordements de mise à la terre.

6.101.3 Fréquence d'essai

Les interrupteurs doivent être essayés à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 10\%$. Néanmoins, pour la commodité des essais, des déviations sont permises par rapport à la tolérance ci-dessus, par exemple quand des interrupteurs prévus pour 50 Hz sont essayés à 60 Hz et réciproquement. Il est recommandé de prendre des précautions dans l'interprétation des résultats, en tenant compte de tous les faits importants tels que le type de l'interrupteur et le genre des essais exécutés.

NOTE – Dans certains cas, les caractéristiques assignées de l'interrupteur peuvent être différentes suivant qu'on l'utilise sur des systèmes à 60 Hz ou à 50 Hz.

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 fuse consisting of a copper wire of 0,1 mm diameter and 5 cm in length. 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. Other methods to sense excessive leakage current may also be used.

6.101.2 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 so that the voltage conditions between live parts and earth, and across the switch, after arc extinction, are representative of service voltage conditions.

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 6.101.8.4.

For test currents requiring both the supply and load neutrals to be earthed, the supply zero sequence impedance shall be less than three times the supply side positive sequence impedance.

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

NOTE – The recommended earthing connections for general purpose switches are based upon the condition that, for rated voltages below 52 kV, many operating systems are unearthed (supply or load or both). For capacitive current switching, tests should be conducted so as to establish ratings for the specific application and earthing conditions.

6.101.3 Test frequency

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

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

6.101.4 Tension d'essai pour les essais de coupure

La tension d'essai à fréquence industrielle pour les essais triphasés doit être égale à la tension assignée de l'interrupteur, sauf exceptions indiquées dans le tableau 5 pour des séquences d'essais spécifiques. Les tensions d'essai pour les essais monophasés sur interrupteurs tripolaires à manœuvre simultanée pour la commutation de courant capacitif sont données au point b) de 6.101.8.4.

Lorsque des essais monophasés sont effectués sur des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle ou des interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés, ils doivent être effectués en conformité avec les valeurs spécifiées au tableau 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 tension d'essai entre deux phases quelconques ne doit pas être différente de la tension d'essai moyenne de plus de 10 %.

La tension d'essai à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,3 s après l'extinction de l'arc.

6.101.5 Courant coupé

Le courant à interrompre doit être symétrique avec un décrétement 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 %.

Le courant coupé pour les essais triphasés doit être tel qu'il est indiqué au tableau 5 et est mesuré comme la moyenne du courant interrompu dans tous les pôles.

La différence entre la moyenne du courant et les valeurs obtenues dans chaque pôle ne doit pas dépasser 10 % de la valeur moyenne.

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.

La vérification du pouvoir de coupure doit être déterminée 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.

6.101.4 Test voltage for breaking tests

The power-frequency test voltage for three-phase tests shall be equal to the rated voltage of the switch except as noted for specific test duties as shown in table 5. Test voltages for single-phase tests on three-pole operated switches for capacitive current switching are given in item b) of 6.101.8.4.

If single-phase tests on three-pole switches operated pole-after-pole or single-pole switches applied on three-phase systems are performed, they shall be conducted in accordance with the values specified in table 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 between any two phases shall not be different from the average test voltage by more than 10 %.

The power-frequency test voltage shall be maintained for at least 0.3 s after arc extinction.

6.101.5 Breaking current

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 breaking current for three-phase tests shall be as noted in table 5, and is measured as the average of the current interrupted in all poles.

The difference between the average current and the values obtained in each pole shall not exceed 10 % of the average value.

The breaking currents for 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 Tension d'essai pour les essais d'établissement de courants de court-circuit

Les essais triphasés sur les interrupteurs tripolaires à manoeuvre simultanée doivent être effectués à la tension assignée de l'interrupteur. Les tensions d'essai pour les interrupteurs unipolaires utilisés sur des réseaux triphasés ou les interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle sont indiquées au tableau 6.

6.101.7 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.

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 à l'arc de préamorçage le plus long;
- b) fermeture au zéro de l'onde de tension, sans préamorçage, conduisant à un courant de court-circuit totalement asymétrique.

La procédure d'essai indiquée en 6.101.10 a pour objectif de démontrer l'aptitude de l'interrupteur à respecter ces prescriptions.

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 manoeuvres d'établissement.

6.101.8 Circuits d'essai

Les essais de coupure et de fermeture doivent être effectués en utilisant des circuits d'essai triphasés ou des circuits d'essai monophasés comme cela est indiqué en 6.101.1.

6.101.8.1 Circuit de charge principalement active (séquence d'essais 1)

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, est constitué de réactances et de résistances connectées en série et doit avoir un facteur de puissance ne dépassant pas 0,2. 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 1 à 100 % du courant assigné. La même impédance du circuit d'alimentation doit être utilisée pour tous les essais à des niveaux de courant réduits.

6.101.6 Test voltage for short-circuit making tests

Three-phase tests shall be made on three-pole operated switches at the rated voltage of the switch. Test voltages for single-pole switches applied on three-phase systems, or three-pole switches operated pole-after-pole, are shown in table 6.

6.101.7 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.

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

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

The test procedure as outlined in 6.101.10 aims to demonstrate the ability of the switch to fulfill these requirements.

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.

6.101.8 Test circuits

Breaking and making tests shall be performed using three-phase test circuits or single-phase test circuits as noted in 6.101.1.

6.101.8.1 Mainly active load circuit (test duty 1)

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 not exceeding 0,2. The impedance of the supply circuit shall be (15 ± 3) % of the total impedance of the test circuit for test duty 1 (at 100 % of the rated current). The same supply circuit impedance shall be used for all tests at reduced current levels.

L'impédance représentant le circuit du côté de l'alimentation peut être raccordée au côté source de l'interrupteur ou répartie sur les deux côtés. La tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'alimentation, dans les conditions d'un défaut aux bornes, ne doit pas être moins sévère que celle spécifiée au tableau 3. Il convient que le circuit de charge ait un facteur de puissance de $0,7 \pm 0,05$ et il doit consister en des inductances et des résistances connectées en parallèle. Des facteurs de puissance plus bas peuvent être utilisés à la discrétion du constructeur.

NOTE – Les valeurs de TTR pour les réseaux à moyenne tension sont actuellement à l'étude à la CIGRE. Les valeurs spécifiées pour cette séquence d'essais sont donc sujettes à révision.

6.101.8.2 Circuits de boucle fermée (séquence d'essais 2)

a) Circuit de ligne de distribution (séquence d'essais 2a)

Les circuits d'essais des figures 3 et 4 doivent avoir des réactances et des résistances raccordées en série et un facteur de puissance ne dépassant pas 0,3. 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, il convient que l'impédance du côté alimentation (Z_S) soit 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 4a.

NOTE – Les valeurs de TTR pour les réseaux à moyenne tension sont actuellement à l'étude à la CIGRE. Les valeurs spécifiées pour cette séquence d'essais sont donc sujettes à révision.

La tension d'essai entre phases en circuit ouvert pour les essais triphasés est égale à 20 % de la tension assignée et est notée 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.

b) Circuit de transformateurs de puissance en parallèle (séquence d'essais 2b) pour interrupteurs d'usage spécial

Les circuits d'essai des figures 3 et 4 doivent avoir des réactances et des résistances raccordées en série et un facteur de puissance ne dépassant pas 0,2. Les tensions transitoires de rétablissement présumées ne doivent pas être moins sévères que celles spécifiées au tableau 4b.

La tension d'essai entre phases en circuit ouvert pour les essais triphasés sur les interrupteurs tripolaires est égale à 15 % de la tension assignée, comme cela est indiqué au tableau 7. 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 8.

6.101.8.3 Circuit de transformateur à vide (séquence d'essais 3)

Les essais ne sont normalement pas requis pour cette séquence. Si des essais sont requis, il est recommandé qu'un transformateur typique soit connecté.

6.101.8.4 Circuits capacitifs (séquences d'essais 4a, 4b, 4c et 4d)

a) Généralités

Typiquement, les essais sont faits en laboratoire; cependant des essais en réseau peuvent 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 et résistances.

The impedance representing the supply side circuit may be connected on the source side of the switch, or split on both sides. The prospective transient recovery voltage of the supply circuit, under conditions of a terminal fault, shall not be less severe than those specified in table 3. The load circuit should have a power factor of $0,7 \pm 0,05$ and shall consist of reactors and resistors connected in parallel. Lower power factors may be used at the discretion of the manufacturer.

NOTE – TRV values for medium voltage systems are currently under study by CIGRE. Values specified for this test duty, therefore, are subject to revision.

6.101.8.2 Closed-loop circuits (test duty 2)

a) Distribution line circuit (test duty 2a)

The tests circuits, figures 3 and 4, shall have series-connected reactors and resistors and a power factor not exceeding 0,3. 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) should 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 4a.

NOTE – TRV values for medium voltage systems are currently under study by CIGRE. Values specified for this test duty, therefore, are subject to revision.

The open circuit, phase-to-phase, test voltage for three-phase tests is 20 % of rated voltage 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-phase system, are shown in table 6.

b) Parallel power transformer circuit (test duty 2b) for special purpose switches

The test circuits, figure 3 and 4, shall have series-connected reactors and resistors and a power factor not exceeding 0,2. The prospective transient recovery voltages shall be not less severe than those specified in table 4b.

The open-circuit, phase-to-phase, test voltage for three-phase tests on three-pole switches is 15 % of rated voltage as noted in table 7. 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 8.

6.101.8.3 No-load transformer circuit (test duty 3)

Tests are not normally required for this duty. If tests are required, it is recommended that a typical transformer is switched.

6.101.8.4 Capacitive circuits (test duties 4a, 4b, 4c and 4d)

a) 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.

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 manoeuvre simultanée. La spécification des circuits pour les essais monophasés de commutation de courant de batterie de condensateurs peut être remplacée par la spécification des paramètres limites de tension de rétablissement transitoire présumée de l'interrupteur, comme indiqué au tableau 9 et montré à la figure 7.

b) Tensions d'essai

Les tensions d'essai à fréquence industrielle pour essais triphasés sont indiquées au tableau 5. Les tensions d'essai pour essais monophasés sur interrupteurs tripolaires à manoeuvre simultanée doivent être égales au produit de $U_r/\sqrt{3}$ par un des facteurs suivants. Ces tensions d'essais concernent les interrupteurs dont la non-simultanéité est inférieure ou égale à 1/6 de période:

- 1,0 pour la manoeuvre 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 manoeuvre de câbles à ceinture sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,2 pour la manoeuvre de lignes aériennes de distribution à vide sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,4 pour la manoeuvre de batteries de condensateurs à neutre non mis à la terre sur des réseaux à neutre mis à la terre;
- 1,4 pour la manoeuvre 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 manoeuvre 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'essais indiquées au tableau 6 ou au tableau 8.

NOTE 1 – Des essais à 60 Hz peuvent être utilisés pour prouver le pouvoir de coupure à 50 Hz s'il n'y a pas de réamorçages.

NOTE 2 – 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, il convient de répéter la séquence d'essai 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 est considéré comme ayant satisfait à l'essai.

NOTE 3 – 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.

c) Caractéristiques du circuit d'alimentation

Pour les essais de coupure de lignes à vide et de câble à vide, le circuit d'alimentation doit être celui spécifié pour la manoeuvre de charge principalement active y compris les condensateurs et les résistances de contrôle de TTR.

Pour la manoeuvre de batterie de condensateurs, la caractéristique du circuit d'alimentation doit être telle que la variation de tension soit inférieure à 3 % mais que le courant de court-circuit présumé ne dépasse pas le courant assigné de court-circuit de l'interrupteur. Les paramètres de tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'alimentation, dans des conditions de défaut aux bornes, ne doivent pas être moins sévères que les paramètres de TTR spécifiés au tableau 3.

Three-phase tests should be performed. However, single-phase laboratory tests on three-pole operated switches, are permitted for capacitive current switching tests. The specification of the circuits for single-phase capacitor bank current switching tests may be replaced by specification of the switch prospective recovery voltage parameter limits, as given in table 9 and identified in figure 7.

b) Test voltages

The power-frequency test voltages for three-phase tests are given in table 5. Test voltages for single-phase tests on three-pole operated switches shall equal the product of $U_r/\sqrt{3}$ and one of the following factors. These test voltages are for switches having a pole non-simultaneity equal to or less than 1/6 cycle:

- 1,0 for earthed neutral supply systems for switching of capacitor banks with earthed neutrals and for switching of screened cables;
- 1,1 for earthed neutral supply systems for switching of belted cables;
- 1,2 for earthed neutral supply systems for switching of overhead distribution lines;
- 1,4 for earthed neutral supply systems for switching of unearthed neutral capacitor banks;
- 1,4 for systems other than earthed neutral supply 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 6 or table 8.

NOTE 1 – Tests at 60 Hz may be used to demonstrate the breaking performance at 50 Hz if no restrikes occur.

NOTE 2 – Tests at 50 Hz may be considered to prove the characteristics at 60 Hz provided that the voltage across the switch is not less during the first 8,3 ms than it would be during a test at 60 Hz with the specified voltage. If restrikes occur after 8,3 ms, due to 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 should be repeated at 60 Hz with a test voltage as prescribed for the 60 Hz test. If no restrikes occur, the switch is considered to have passed the test.

NOTE 3 – 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.

c) Characteristics of supply circuit

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.

For single capacitor bank switching, the characteristic of the supply circuit shall be such that the voltage variation is less than 3 %, but the prospective short-circuit current shall not exceed the rated short-time current of the switch. The prospective TRV parameters under condition of a terminal fault shall not be less severe than the TRV parameters specified in table 3.

Pour les essais de coupure de batteries de condensateurs à gradins, la capacité du circuit d'alimentation et l'impédance entre les condensateurs du côté de l'alimentation et du côté de la charge doivent être telles qu'elles fournissent le courant d'appel correspondant au pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins lors de l'essai à 100 % du pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins. La tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'alimentation, dans des conditions de défaut aux bornes, dépendra de la capacité du circuit d'alimentation.

NOTE 4 – Lorsqu'un interrupteur est prévu pour être utilisé dans un réseau avec des longueurs appréciables de câble sur le circuit d'alimentation, une capacité supplémentaire appropriée peut être utilisée sur le circuit d'alimentation.

NOTE 5 – Pour les essais de manoeuvre de batteries de condensateurs à gradins, avec des interrupteurs ayant une probabilité très basse de réamorçage, et lorsque des essais de fermeture séparés sont effectués, une capacité inférieure du circuit d'alimentation peut être choisie pour les essais de coupure.

d) Mise à la terre du circuit d'alimentation

Pour les essais triphasés, la mise à la terre doit être comme suit:

- pour les essais d'un interrupteur prévu pour être utilisé dans des réseaux à neutre isolé ou compensés par bobine d'extinction, le point neutre du côté de l'alimentation doit être isolé afin d'obtenir un facteur de 1,5 du premier pôle qui coupe;

NOTE 6 – Pour obtenir un facteur de 1,5 du premier pôle qui coupe, en particulier pour les essais de coupure de ligne à vide, il peut être nécessaire de déconnecter les éléments de contrôle de TTR de la terre; pour des courants très bas, il convient que cela n'ait pas d'influence sur le pouvoir de coupure. Alternativement, le neutre du circuit de charge peut être déconnecté de la terre.

- pour les essais d'un interrupteur prévu pour être utilisé dans des réseaux à neutre mis à la terre, le point neutre du circuit d'alimentation doit être mis à la terre. L'impédance homopolaire doit être inférieure à trois fois l'impédance directe du côté de l'alimentation.

Pour les essais monophasés en laboratoire, l'une ou l'autre borne du circuit d'alimentation monophasé peut être mise à la terre.

e) Caractéristiques générales des circuits capacitifs de charge

Pour les essais triphasés, la mise à la terre du circuit capacitif de charge doit être telle qu'elle soit conforme aux applications pour lesquelles l'interrupteur est prévu.

Les caractéristiques du circuit capacitif, y compris tous les dispositifs de mesure nécessaires tels que les diviseurs de tension, doivent être telles que la décroissance de la tension sur la capacité isolée ne dépasse pas 10 % à la fin d'un intervalle de 300 ms après l'extinction définitive de l'arc. Cette exigence ne s'applique pas aux essais en réseau.

NOTE 7 – Comme la décroissance de la tension peut être très influencée par de l'appareillage tel que des transformateurs de tension connectés au circuit capacitif, il convient d'effectuer la mesure avec des diviseurs de tension adaptés.

f) Circuit de câbles à vide (séquence d'essais 4a)

Des condensateurs peuvent être utilisés pour simuler les câbles à champ radial et les câbles à ceinture. Les câbles à ceinture sont typiquement utilisés pour des tensions de réseau jusqu'à et y compris 15 kV. Pour les essais triphasés avec alimentation à neutre mis à la terre, représentant des câbles tripolaires à ceinture, la capacité directe du circuit capacitif doit être approximativement égale à deux fois la capacité homopolaire. Dans le cas d'alimentation à neutre non mis à la terre, cette exigence n'est pas nécessaire.

Lorsque des condensateurs sont utilisés pour simuler des câbles, une résistance non inductive ne dépassant pas 5 % de l'impédance capacitive peut être introduite en série avec les condensateurs. Des valeurs plus élevées peuvent influencer exagérément sur la tension de rétablissement. Si la valeur de crête du courant d'appel reste trop élevée, alors une autre impédance peut être utilisée, pourvu que les conditions de courant et de tension à l'instant de la coupure, et la tension de rétablissement ne diffèrent pas de façon significative des valeurs spécifiées.

For back-to-back capacitor bank breaking current tests, 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. The prospective transient recovery of the supply circuit, under conditions of a terminal fault, will be dependent upon the capacitance of the supply circuit.

NOTE 4 – If a switch is intended to be used in a network with appreciable lengths of cable on the supply circuit, appropriate additional capacitance may be used on the supply circuit.

NOTE 5 – For back-to-back capacitor bank current switching tests with a switch having a very low expected probability of restrike, and where separate making tests are performed, a lower capacitance of the supply circuit may be chosen for the breaking tests.

d) Earthing of the supply circuit

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

- for tests of a switch intended for use in isolated neutral and resonant earthed systems, the neutral point of the supply side shall be isolated so as to achieve a first pole-to-clear factor of 1,5;

NOTE 6 – 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 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.

e) 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.

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.

NOTE 7 – Since the voltage decay may be very much influenced by apparatus such as voltage transformers connected to the capacitive circuit, the measurement should be made with suitable voltage dividers.

f) Cable-charging circuit (test duty 4a)

Capacitors may be used to simulate screened and belted cables. 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 two 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. If the peak inrush current is still unacceptably high, then an alternative impedance may be used, provided that the current and voltage conditions at the instant of breaking, and the recovery voltage, do not differ significantly from the specified values.

NOTE 8 – Une ligne aérienne courte peut être utilisée en série avec le câble pour les essais pourvu que le courant de la ligne à vide ne dépasse pas 1 % du courant du câble à vide.

NOTE 9 – L'utilisation de condensateurs pour simuler des câbles peut ne pas refléter de façon précise les conditions en réseau selon les caractéristiques du dispositif de coupure.

g) Circuit de lignes à vide (séquence d'essais 4b)

Des condensateurs peuvent être utilisés pour simuler des lignes. Pour les essais triphasés, avec une alimentation à neutre mis à la terre, la capacité directe du circuit capacitif doit être approximativement égale à trois fois la capacité homopolaire. Dans le cas d'alimentation à neutre non mis à la terre, cette exigence n'est pas nécessaire.

Lorsque des condensateurs sont utilisés pour simuler des lignes aériennes, une résistance non inductive ne dépassant pas 5 % de l'impédance capacitive peut être insérée en série avec les condensateurs. Des valeurs supérieures peuvent influencer exagérément sur la tension de rétablissement. Si la valeur de crête du courant d'appel reste trop élevée, alors une autre impédance peut être utilisée à la place, pourvu que les conditions de courant et de tension à l'instant de la coupure, et la tension de rétablissement ne diffèrent pas de façon significative des valeurs spécifiées.

NOTE 10 – Un câble court peut être utilisé en série avec une ligne aérienne pour les essais, pourvu que le courant de câble à vide soit inférieur à 20 % du courant de ligne aérienne à vide.

NOTE 11 – L'utilisation de condensateurs pour simuler les lignes aériennes peut ne pas refléter de façon précise les conditions en réseau selon les caractéristiques du dispositif de coupure.

h) Circuits de batteries de condensateurs (séquence d'essais 4c et 4d) pour interrupteurs d'usage spécial

Pour les essais triphasés, le neutre de la batterie de condensateurs doit être isolé ou mis à la terre, selon les caractéristiques assignées ou l'usage de l'interrupteur et la mise à la terre du neutre du circuit d'alimentation.

6.101.8.5 Circuits d'essai pour les essais de fermeture en court-circuit (séquence d'essais 5)

Le circuit d'essai pour les essais triphasés doit être comme indiqué à la figure 5. Les essais monophasés sur des interrupteurs tripolaires actionnés pôle après pôle ou sur des interrupteurs unipolaires utilisés dans des réseaux triphasés peuvent être effectués avec un circuit d'essai monophasé, comme indiqué à la figure 6.

6.101.8.6 Circuits d'essais pour les essais de coupure en cas de défaut à la terre (séquences d'essais 6a et 6b)

Pour les essais de coupure en cas de défaut à la terre, des circuits d'essai selon les figures 8 et 9 doivent être utilisés avec l'impédance Z_S conforme à l'impédance du côté alimentation pour la séquence d'essais 1 pour les interrupteurs d'usage général.

Des résistances non inductives R ayant une résistance ne dépassant pas 5 % de l'impédance capacitive peuvent être insérées en série avec les condensateurs.

6.101.8.7 Circuits de moteur (séquence d'essais 7)

La CEI 61233 est applicable.

6.101.9 Essais de coupure pour les interrupteurs d'usage général

Le nombre requis de manoeuvres, tensions d'essai et courants d'essai pour les interrupteurs des classes E1, E2 et E3 est donné au tableau 5 pour les essais triphasés et au tableau 6 pour les essais monophasés. Les séquences d'essais 1 à 4 et, le cas échéant, la séquence d'essais 6 doivent être effectuées sur le même interrupteur dans un ordre quelconque. Les essais doivent être effectués sans remise en état de l'interrupteur pendant le programme d'essai.

NOTE 8 – A short overhead line may be used in series with the cable for the tests, provided the line-charging current does not exceed 1 % of the cable-charging current.

NOTE 9 – The use of capacitors to simulate cables may not accurately reflect field conditions depending upon the characteristics of the switching device.

g) Line-charging circuit (test duty 4b)

Capacitors may be used to simulate lines. 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. If the peak inrush current is still unacceptably high, then an alternative impedance may be used instead, provided that the current and voltage conditions at the instant of breaking, and the recovery voltage, do not differ significantly from the specified values.

NOTE 10 – A short cable may be used in series with an overhead line for the tests, provided the cable-charging current is less than 20 % of the overhead-line charging current.

NOTE 11 – The use of capacitors to simulate overhead lines may not accurately reflect field conditions depending upon the characteristics of the switching device.

h) Capacitor bank circuits (test duty 4c and 4d) for special purpose switches

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

6.101.8.5 Test circuits for short-circuit making tests (test duty 5)

The test circuit for three-phase tests shall be as shown in figure 5. 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 6.

6.101.8.6 Test circuits for earth fault tests (test duties 6a and 6b)

Test circuits according to figures 8 and 9 shall be used with the impedance Z_S equal to the impedance of the supply side for test duty 1 for general purpose switches.

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

6.101.8.7 Motor circuits (test duty 7)

IEC 61233 is applicable.

6.101.9 Breaking tests for general purpose switches

The required number of operations, test voltages, and tests currents for class E1, E2 and E3 switches are given in table 5 for three-phase tests and in table 6 for single-phase tests. Test duties 1 through 4 and, if applicable, test duty 6 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.

Des cycles d'établissement et de coupure doivent être effectués pour les séquences d'essais 1 à 4 et 6. La manoeuvre d'ouverture doit suivre la manoeuvre de fermeture avec un intervalle de temps entre les deux manoeuvres au moins suffisant pour que tout courant transitoire disparaisse. Les manoeuvres d'ouverture et de fermeture peuvent être séparées lorsque la conception de l'interrupteur ou les limitations de la station d'essais l'impose. L'intervalle de temps entre la fermeture et l'ouverture ne doit pas normalement dépasser 3 min. Pour des raisons de commodité, des manoeuvres ouverture-fermeture peuvent également être effectuées. Les courants coupés doivent être en conformité avec 6.101.5.

NOTE 1 – Lorsque les paramètres de TTR obtenus dans la séquence d'essais 1 sont égaux ou plus sévères que les paramètres de TTR prescrits pour la séquence d'essais 2a, il n'est pas nécessaire d'effectuer la séquence d'essais 2a pourvu que 10 manoeuvres supplémentaires, pour les interrupteurs de classe E1 ou 20 pour les interrupteurs de classe E2 et E3 soient effectuées pour la séquence d'essais 1 à 100 % de I.

NOTE 2 – Les essais ne sont normalement pas requis pour la manoeuvre de transformateur à vide puisque la contrainte associée à cette séquence est négligeable et est facilement effectuée pour un interrupteur capable d'opérer avec une charge active. Si des essais sont requis, le nombre d'essais à effectuer est fixé après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

NOTE 3 – Les interrupteurs avec un courant assigné de câbles à vide pour une application autre que des réseaux à neutre à la terre n'ont pas besoin d'être essayés sur des courants de câbles à vide dans les réseaux à neutre mis à la terre.

NOTE 4 – Les interrupteurs avec un courant assigné de câbles à vide pour des câbles à ceinture pour des réseaux à neutre mis à la terre n'ont pas besoin d'être essayés sur des courants de câble à vide pour les câbles à écran si les caractéristiques assignées du courant pour cette séquence sont inférieures ou égales à celles pour les câbles à ceinture.

Si les essais de coupure du courant assigné de câbles à vide ont été effectués en utilisant un circuit d'essai donnant un facteur du premier pôle coupé égal ou supérieur à celui produit pour un circuit d'essai de coupure de courant de ligne à vide, les essais pour le courant de ligne à vide n'ont alors pas besoin d'être effectués lorsque les caractéristiques assignées du courant de lignes à vide sont égales ou inférieures à celles pour le courant de câbles à vide, comme indiqué au tableau 1.

6.101.10 Essais de fermeture sur court-circuit pour les interrupteurs d'usage général

Les essais de fermeture sur court-circuit doivent être effectués sur un interrupteur qui a été soumis à au moins 10 cycles d'établissement-coupure à 100 % de charge principalement active comme prescrit pour la séquence d'essais 1. S'il peut être prouvé que l'essai de fermeture sur court-circuit ne peut pas être affecté par les essais de coupure spécifiés, alors par commodité la séquence d'essais 5 peut être effectuée sur un interrupteur neuf.

Les essais doivent être réalisés à une séquence de deux manoeuvres C avec une O à vide entre les deux, c'est-à-dire C – O (à vide) – C.

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

Pour les interrupteurs de classe E3, la séquence d'essai est 2C – x – 2C – y – 1C, où x et y représentent les essais d'établissement et de coupure arbitraires, ou même les essais à vide.

Pour les interrupteurs de classes E2 et E3, les manoeuvres 2C consistent en C – O (à vide) – C.

Par suite de pré-arc, il n'est pas toujours possible d'atteindre le courant de fermeture sur court-circuit assigné requis. Dans ce cas, il faut donner la preuve que les courants de fermeture atteints sont représentatifs des courants qui seront atteints, l'interrupteur étant utilisé à la tension assignée dans un circuit où le courant de crête maximal présumé est égal au courant de fermeture sur court-circuit assigné.

La preuve peut être donnée de la façon suivante. D'après les séquences d'essais 1 et 2, il peut être possible de rassembler des données statistiques suffisantes permettant de déterminer les conditions de pré-arc où le courant de fermeture de crête maximal peut être attendu dans la séquence d'essais 5. (Si des données suffisantes ne peuvent pas être déterminées d'après les séquences d'essai 1 et 2, il convient alors qu'un nombre convenable de manoeuvres de fermeture soit effectué avec 5 % à 10 % de la composante du courant alternatif de fermeture présumé assigné.)

Make-break operating cycles shall be carried out for test duties 1 through 4 and 6. 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 6.101.5.

NOTE 1 – If the TRV parameters achieved in test duty 1 are equal to or more severe than TRV parameters required for test duty 2a, then test duty 2a 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 1 at 100 % *I*.

NOTE 2 – Tests are not normally required for no-load transformer switching since the stress associated with this duty is negligible and is easily performed for a switch capable of switching active load. If tests are required, the number of tests to be performed shall be determined upon agreement between manufacturer and user.

NOTE 3 – Switches with a rated cable-charging current for application on other than earthed neutral systems need not be tested for cable-charging currents in earthed neutral systems.

NOTE 4 – Switches with a rated cable-charging current for belted cables for application on earthed neutral systems need not be tested on cable-charging currents for screened cables if the current ratings for this duty are equal to or less than that for belted cables.

If the rated cable-charging current breaking tests have been proven by utilizing a test circuit yielding a first pole-to-clear factor equal to or greater than produced for a line-charging current breaking test circuit, then tests for line-charging current need not be performed if the line-charging current ratings are equal to or less than those for cable-charging current as listed in table 1.

6.101.10 Short-circuit making tests for general purpose switches

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 1. However, if it can be demonstrated that the short-circuit making performance cannot be affected by the breaking test specified, then for convenience, test duty 5 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 – 2C – y – 1C, 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.

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

This evidence may be given in the following way. From test duties 1 and 2 it may be possible to collate sufficient statistical data to allow the determination of the conditions of pre-arcing where the maximum peak making current can be expected in test duty 5. (If sufficient data cannot be determined from test duties 1 and 2, then a suitable number of closing operations should be carried out with 5 % to 10 % of the a.c.-component of the rated making current.)

a) Dispersion du temps de fermeture égal ou inférieur à 3 ms

Les manoeuvres de fermeture sont effectuées dans un circuit avec 100 % du courant de fermeture de crête présumé, avec un contrôle sur l'onde correspondant aux conditions ci-dessus telles qu'elles produisent le courant de fermeture de crête le plus grand possible.

b) Dispersion du temps de fermeture supérieure à 3 ms

Dans ce cas, le contrôle sur l'onde peut être inadéquat. Les manoeuvres de fermeture sont effectuées dans un circuit avec 100 % du courant de fermeture de crête présumé, avec ou sans contrôle sur l'onde. Si les conditions de l'essai pour produire le courant de fermeture de crête le plus grand possible ne sont pas reproduites, le fonctionnement étant cependant satisfaisant, ensuite, selon la classe de l'interrupteur, il convient d'effectuer des essais supplémentaires de fermeture sur court-circuit: 1 pour la classe E1, 2 pour la classe E2 et 3 pour la classe E3. Le constructeur a l'autorisation de remettre en état l'interrupteur avant ces essais supplémentaires de fermeture.

1) Essais triphasés

Pour les essais triphasés sur un interrupteur tripolaire, il est estimé que les prescriptions données aux points a) et b) de 6.101.7 sont correctement démontrés pendant la séquence normale d'essais 5.

2) Essais monophasés

Pour les essais monophasés, les essais de fermeture doivent être effectués de telle façon que les prescriptions données au point b) de 6.101.7 soient satisfaites avec un essai pour les interrupteurs de classe E1, deux essais pour les interrupteurs de classe E2, trois essais pour les interrupteurs de classe E3, et celles du point a) avec les autres manoeuvres de fermeture. La séquence de ces manoeuvres n'est pas spécifiée.

6.101.11 Essais pour les interrupteurs à 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.

6.101.12 Essais pour les interrupteurs d'usage spécial

Les essais prescrits pour les interrupteurs d'usage spécial sont donnés dans le tableau 7 pour les essais triphasés et dans le tableau 8 pour les essais monophasés. Les interrupteurs d'usage spécial doivent aussi être essayés 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.

Il convient que le courant de fermeture pour l'essai de manoeuvre de batteries de condensateurs à gradins soit égal au courant d'appel assigné de fermeture de batteries de condensateurs. Par suite des limitations de la station d'essai pour les essais de manoeuvre de batteries de condensateurs à gradins, il peut ne pas être possible de satisfaire aux prescriptions concernant le courant d'appel pendant les essais de coupure. Pour les interrupteurs ayant une probabilité très basse de réamorçage, il est permis d'effectuer une autre procédure d'essai de coupure dans laquelle les prescriptions de l'essai de coupure selon 6.101.8.4 sont satisfaites le mieux possible. Une série d'essais séparée d'établissement peut alors être effectuée avant les essais de coupure. Il convient que cette série d'essais soit faite avec la tension convenable et comprenne 10 manoeuvres de fermeture avec un courant de fermeture présumé égal au courant de fermeture d'appel assignée de batteries de condensateurs à gradins. L'établissement doit se produire à moins de 15 degrés électriques de la crête de tension.

NOTE – Si la séquence d'essais 1 est effectuée avec au moins le courant de coupure assigné de boucle fermée pour transformateurs de puissance en parallèle et les paramètres de TTR obtenus sont égaux ou plus sévères que les paramètres de TTR requis pour la séquence d'essais 2b, alors il n'est pas nécessaire d'effectuer la séquence d'essais 2b pourvu que 10 manoeuvres supplémentaires soient effectuées pour la séquence d'essais 1.

a) Make time scatter equal to or less than 3 ms

The closing operations are carried out in a circuit with 100 % prospective peak making current with point-on-wave control corresponding to the above conditions so as to produce the maximum possible peak making current.

b) Make time scatter greater than 3 ms.

In this case point-on-wave control may be inadequate. The closing operations are carried out in a circuit with 100 % prospective peak making current, with or without point-on-wave control. If the conditions of the test such as to produce the maximum possible peak making current are not reproduced, the performance being otherwise satisfactory, then, depending upon the class of the switch, additional short-circuit making tests should be carried out: 1 for class E1, 2 for class E2 and 3 for class E3. The manufacturer is permitted to recondition the switch prior to these additional making tests.

1) Three-phase tests

For three-phase tests on a three-pole operated switch, it is assumed that the requirements outlined in items a) and b) of 6.101.7 are adequately demonstrated during the normal test duty 5.

2) Single-phase tests

For single-phase tests, the making tests shall be carried out in such a way that the requirement outlined in item b) of 6.101.7 is met in one test for class E1 switches, two tests for class E2 switches, three tests for class E3 switches, and that of item a) in the other making operations. The sequence of these operations is not specified.

6.101.11 Tests for limited purpose switches

The tests specified for general purpose switches shall be used, deleting those test-duties for which the switch is not rated or by reducing the test values according to the limited ratings.

6.101.12 Tests for special purpose switches

The tests for special purpose switches are given in table 7 for three-phase tests and in table 8 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.

The making current for the back-to-back capacitor bank current switching test should be equal to the rated capacitor bank inrush making current. Due to limitations of the test plant for back-to-back capacitor bank switching tests, it may not be possible to comply with the requirements of inrush current during breaking tests. For switches having a very low expected probability of restrike, it is permissible to perform an alternative breaking test procedure wherein the breaking test requirements according to 6.101.8.4 are met to the best possible extent. A separate making test series may then be performed before the breaking tests. This test series should be made with the proper voltage and should comprise 10 making operations with a prospective making current equal to the rated capacitor inrush making current. The making shall occur within 15 electrical degrees of peak voltage.

NOTE – If test duty 1 is performed with at least the rated closed-loop breaking current for parallel power transformers and the TRV parameters achieved are equal to, or more severe than, the TRV parameters required for test duty 2b, then test duty 2b need not be performed provided 10 additional operations are performed for test duty 1.

6.101.13 Comportement de l'interrupteur pendant les essais de coupure

L'interrupteur doit fonctionner correctement sans présenter de signe de fatigue mécanique ou électrique.

Pour les essais de coupure de courants capacitifs, des réamorçages sont autorisés pendant la manoeuvre si l'interrupteur n'est pas spécifié comme interrupteur ayant une probabilité très basse de réamorçage. Il ne doit pas se produire de flamme, il ne doit pas y avoir de matériau éjecté de l'interrupteur ou de bruit audible pouvant être nuisible au personnel qui le manoeuvre.

Il ne doit pas y avoir d'émission de flammes ou de particules métalliques hors de l'interrupteur pendant les manoeuvres, qui pourrait réduire le niveau d'isolement de l'interrupteur.

Il ne doit pas y avoir de courant de fuite significatif vers la charpente ou les écrans mis à la terre, qui pourrait mettre en danger l'opérateur ou endommager les matériaux isolants. Cela peut être vérifié en suivant la procédure spécifiée en 6.101.1.

Pour les interrupteurs sous vide, un maximum de trois amorçages non entretenus (NSDD) sont permis pendant tout le programme d'essais. Un NSDD est défini comme étant un amorçage entre les contacts de l'interrupteur pendant la période d'application de la tension de rétablissement à fréquence industrielle se traduisant seulement par un passage de courant à haute fréquence. Une reprise du courant à fréquence industrielle n'est pas permise.

6.101.14 Etat de l'interrupteur après les essais de coupure et les essais de fermeture sur court-circuit

Après avoir subi les séquences d'essais 1 à 4 spécifiées et 6 et après la séquence d'essais 5, le fonctionnement mécanique et les isolateurs de l'interrupteur doivent être pratiquement dans le même état qu'avant les essais. L'interrupteur doit être capable de supporter son courant assigné en service continu sans échauffement dépassant les valeurs spécifiées. La vérification après les essais de coupure n'est pas nécessaire si les essais de fermeture sur court-circuit sont effectués sur le même échantillon.

Le contrôle visuel et la manoeuvre à vide de l'interrupteur après les essais sont généralement suffisants pour contrôler ces exigences. En cas de doute, deux manoeuvres supplémentaires de fermeture-ouverture doivent être effectuées avec le courant normal assigné.

En cas de doute sur les propriétés d'isolement entre contacts ouverts d'un interrupteur ou sur les propriétés de sectionnement d'un interrupteur-sectionneur, un essai de vérification d'état selon 6.2.11 de la 60694 est considéré comme suffisant pour vérifier ces propriétés. Pour les interrupteurs avec organes de coupure scellés à vie, l'essai de vérification d'état est obligatoire sauf si l'interrupteur peut être démonté et ouvert pour pouvoir être examiné.

6.101.15 Rapports d'essais de type

Les résultats de tous les essais de type doivent être consignés dans des rapports d'essais de type contenant des données suffisantes pour prouver la conformité à cette norme. Il convient d'inclure des informations suffisantes pour que les parties essentielles de l'interrupteur à haute tension essayé puissent être identifiées. Se référer à 6.1.2 de la CEI 60694.

Le rapport d'essai doit contenir les informations spécifiées en 6.101.2, 6.101.4, 6.101.5, 6.101.6 et 6.101.7. Il convient de fournir les enregistrements oscillographiques ou similaires typiques de telle façon que l'on puisse déterminer les points suivants:

6.101.13 Behaviour of switch during breaking tests

The switch shall perform successfully without evidence of mechanical or electrical distress.

For capacitive current breaking tests, restrikes are permitted during switching if the switch is not specified as a switch having a very low expected probability of restrike. There shall be no flame or material ejected from the switch, or audible noise generated that may be harmful to operating personnel.

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

There shall be no significant leakage current to the earthed structure or screens, such as to endanger an operator or damage insulation materials. This may be verified by following the procedure specified in 6.101.1.

For vacuum switches, a maximum of three non-sustained disruptive discharges (NSDD) are allowed during the entire test program. A NSDD is defined as a disruptive discharge between the contacts of the switch during the power-frequency recovery voltage period resulting in only a high-frequency current flow. A resumption of power-frequency current is not allowed.

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

After performing the specified test duties 1 through 4, and 6, and after test duty 5, 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. Condition checking after breaking tests is not necessary if short-circuit making tests are made on the same test sample.

Visual inspection and no-load operation of the switch after tests are usually sufficient for checking these requirements. In case of doubt, two additional close-open operations shall be made with the rated normal current.

If the insulating properties across open contacts of a switch or the isolating properties of a switch-disconnector are doubted, a condition check test according to 6.2.11 of IEC 60694 is deemed sufficient to verify these properties. For switches with sealed-for-life interrupters, the condition checking test is mandatory unless the sealed interrupter may be disassembled or opened for the purpose of inspection.

6.101.15 Type test reports

The results of all type tests shall be recorded in type-test reports containing sufficient data to prove compliance with this standard. Sufficient information should be included so that the essential parts of the high-voltage switch tested can be identified. Refer to clause 6.1.2 of IEC 60694.

The test report shall contain the information specified in 6.101.2, 6.101.4, 6.101.5, 6.101.6 and 6.101.7. Typical oscillographic or similar records should be provided so that the following can be determined:

- 1) les courants d'essais;
- 2) la tension d'essai;
- 3) les tensions entre les bornes de chaque pôle, de telle façon que les tensions de rétablissement à fréquence industrielle et les tensions transitoires de rétablissement puissent être déterminées;
- 4) s'il y a lieu, l'instant de mise sous tension de la bobine de déclenchement.

NOTE – Si l'utilisateur le demande, il convient de joindre au rapport d'essai un jeu complet d'oscillogrammes et de mettre celui-ci à sa disposition.

Il convient d'inclure des informations générales concernant la structure supportant l'interrupteur à haute tension. Il convient d'enregistrer, quand cela est applicable, des renseignements relatifs aux dispositifs de manoeuvre utilisés pendant les essais.

6.102 Essais de fonctionnement mécanique

6.102.1 Disposition de l'interrupteur pour les essais

Il convient de monter pour l'essai l'interrupteur sur son propre support, et son mécanisme de manoeuvre doit être actionné selon la manière spécifiée.

Sauf prescription contraire, les essais peuvent être effectués à toute température de l'air ambiant qui convient.

La tension d'alimentation du dispositif de manoeuvre doit être mesurée aux bornes des bobines de fermeture et de déclenchement pendant la manoeuvre de l'interrupteur. Les équipements auxiliaires faisant partie du dispositif de manoeuvre doivent être inclus. Aucune impédance ne doit être ajoutée entre l'alimentation et les bornes du dispositif afin de régulariser la tension appliquée.

Pour les interrupteurs manoeuvrés manuellement, afin de faciliter l'essai, le dispositif de manoeuvre, pour faciliter l'essai, peut être remplacé par un mécanisme de manoeuvre à source d'énergie extérieure donnant aux contacts de l'interrupteur une vitesse équivalente à celle de la manoeuvre manuelle.

6.102.2 Essai pour les interrupteurs d'usage général

Les interrupteurs essayés selon ce paragraphe sont désignés comme étant de la classe M1 d'endurance mécanique.

Les essais de fonctionnement mécanique doivent comprendre 1 000 cycles de manoeuvre sans tension ni courant dans le circuit principal. Si une endurance supérieure à 1 000 cycles de manoeuvre est demandée pour toutes les classes d'interrupteurs, il convient d'effectuer des essais d'endurance mécanique accrue selon 6.102.4.

Un interrupteur ayant un dispositif de manoeuvre avec source d'énergie doit être soumis aux essais suivants:

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

- 1) the test currents;
- 2) the test voltage;
- 3) the voltages across the terminals of each pole, so that the power-frequency recovery voltages and transient recovery voltages may be determined;
- 4) if applicable, the instant of energizing the trip and closing coil.

NOTE – If requested by the user, a complete set of oscillograms should be included in the test report or made available to the user.

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

6.102 Mechanical operation tests

6.102.1 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.

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.

6.102.2 Test for general purpose switches

Switches tested according to this subclause are designated class M1 mechanical endurance.

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 cycles de manoeuvre à la tension maximale spécifiée d'alimentation et/ou à la pression maximale de l'alimentation en gaz comprimé.

Un interrupteur à manoeuvre manuelle doit être soumis à l'essai suivant: 1 000 cycles de manoeuvre en utilisant une gamme de forces de fonctionnement typiques comme attendu en service.

Aucun intervalle de temps spécifique entre les cycles de manoeuvre ou entre les manoeuvres de fermeture et d'ouverture n'est requis. Ces essais peuvent cependant être effectués à un niveau tel que l'échauffement des composants de commande électrique alimentés ne dépasse pas les valeurs spécifiées.

6.102.3 Essais pour interrupteurs d'usage limité

Sauf prescription contraire, les essais effectués doivent être en conformité avec les essais requis pour les interrupteurs d'usage général. En variante, les essais peuvent être effectués après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.102.4 Essais d'endurance mécanique accrue pour des interrupteurs pour des prescriptions spéciales de service

Les interrupteurs essayés selon ce paragraphe sont désignés comme étant de la classe M2 d'endurance mécanique.

Pour des prescriptions spéciales de service, des essais d'endurance mécanique accrue peuvent être effectués comme suit. Il convient à l'utilisateur de le spécifier.

- a) Les essais doivent être effectués selon 6.102.2 avec le complément suivant: 5 000 cycles de manoeuvre doivent être effectués, soit cinq fois la série d'essais spécifiés en 6.102.2.

Entre les séries d'essais spécifiés, il est permis d'effectuer quelques travaux d'entretien tels que la lubrification et le réglage mécanique qui doit être fait selon les instructions du constructeur. Le changement de contacts n'est pas permis.

Le programme d'entretien pendant les essais doit être défini par le constructeur avant l'essai et doit être noté dans le rapport d'essais.

- b) Avant et après le programme total d'essais, les manoeuvres suivantes doivent être effectuées:

- cinq cycles de manoeuvre fermeture-ouverture à la tension d'alimentation et/ou la pression assignées;
- cinq cycles de manoeuvre fermeture-ouverture à la tension d'alimentation et/ou pression minimales;
- cinq cycles de manoeuvre fermeture-ouverture à la tension d'alimentation et/ou pression maximales;
- cinq cycles de manoeuvre fermeture-ouverture manuelle si l'interrupteur peut être manoeuvré manuellement en plus de son dispositif de manoeuvre normal électrique ou pneumatique.

Pendant ces cycles de manoeuvre, les caractéristiques de fonctionnement doivent être enregistrées ou évaluées, s'il y a lieu, telles que les temps de fonctionnement, la consommation du circuit de commande, les forces maximales pour la manoeuvre manuelle; le fonctionnement satisfaisant de la commande et des contacts auxiliaires, et la position des dispositifs indicateurs (s'il y a lieu) doivent être vérifiés. Il n'est pas nécessaire de publier tous les oscillogrammes enregistrés.

- c) Après chaque série de 1 000 cycles de manoeuvre ou après un entretien, il convient d'enregistrer ou d'évaluer quelques caractéristiques de fonctionnement significatives.

NOTE – Les essais d'endurance mécanique accrue ne sont pas applicables aux interrupteurs manoeuvrés manuellement.

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

A manually operated switch shall be subjected to the following test: 1 000 operating cycles using a range of operating forces typical of that to be expected in service.

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

6.102.3 Tests for limited purpose switches

Unless otherwise specified, the tests performed shall be in accordance with the tests required for a general purpose switch. Alternatively, tests may be performed by agreement between manufacturer and user.

6.102.4 Extended mechanical endurance tests on switches for special service requirements

Switches tested according to this subclause are designated class M2 mechanical endurance.

For special service requirements, extended mechanical endurance tests may be carried out as follows. The user should specify.

- a) 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 test series specified in the 6.102.2.

Between the test series specified, some maintenance such as lubrication and mechanical adjustment is allowed and shall be performed in accordance with the manufacturer's instructions. Change of contacts is not permitted.

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

- b) Before and after the total test program, the following operations shall be performed:
 - five close-open operating cycles at the rated supply voltage and/or pressure;
 - five close-open operating cycles at the minimum supply voltage and/or pressure;
 - five close-open operating cycles at the maximum supply voltage and/or pressure;
 - five close-open manual operations if the switch can be manually operated besides its normal electric or pneumatic operating device.

During these operating cycles, operating characteristics shall be recorded or evaluated, 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.

- c) After each series of 1 000 operating cycles or at maintenance intervals, some significant operating characteristics should be recorded or evaluated.

NOTE – The extended mechanical endurance tests do not apply to manually operated switches.

6.102.5 Etat de l'interrupteur pendant et après l'essai de fonctionnement mécanique

Les positions totalement ouverte et totalement fermée doivent être obtenues pendant chaque cycle de manoeuvre.

L'interrupteur doit être dans un état lui permettant de fonctionner normalement, d'établir, de supporter et de couper son courant assigné normal.

Le fonctionnement satisfaisant des dispositifs de manoeuvre, des contacts de commande et des contacts auxiliaires, et des dispositifs indicateurs de position, s'il y a lieu, doit être vérifié pendant l'essai.

Pour les interrupteurs ayant du gaz comme milieu isolant, un essai d'étanchéité doit être effectué avant et après les essais de fonctionnement mécanique. Voir 6.8 de la CEI 60694.

La lubrification selon les instructions du constructeur est permise pendant l'essai, mais les réglages mécaniques ne sont pas permis.

Après les essais, toutes les pièces doivent être en bon état et ne pas montrer d'usure excessive.

6.103 Fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace

S'ils sont prescrits, les essais doivent être effectués selon 6.103 de la CEI 60129 avec l'exception suivante:

6.103.1 Vérification du fonctionnement

Les interrupteurs ayant des mécanismes de manoeuvre à accumulation d'énergie ou à manoeuvre dépendante à source d'énergie extérieure doivent manoeuvrer correctement à la première tentative.

Il faut que les interrupteurs à manoeuvre dépendante manuelle fonctionnent correctement à l'ouverture et à la fermeture; c'est-à-dire ouvrir et fermer le circuit sans danger. Cependant, si l'interrupteur est recouvert de glace et ne peut être actionné à la première tentative de fonctionnement, des tentatives supplémentaires de manoeuvres sont permises.

7 Essais de routine

L'article 7 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

7.101 Essais de fonctionnement mécanique

Les essais de fonctionnement sont exécutés pour s'assurer que les interrupteurs sont conformes aux conditions de fonctionnement prescrites dans les limites de tension et de pression d'alimentation spécifiées de leurs dispositifs de manoeuvre.

Pendant ces essais qui sont effectués sans tension ni courant appliqués aux circuits principaux, on doit vérifier en particulier que les interrupteurs s'ouvrent et se ferment correctement lorsque leur dispositif de manoeuvre est mis sous tension ou sous pression. On doit également vérifier que la manoeuvre ne cause aucun dommage aux interrupteurs.

La préparation de l'interrupteur pour l'essai doit satisfaire aux spécifications pour les essais de type de fonctionnement mécanique; voir 6.102.1.

Un interrupteur ayant un dispositif de manoeuvre avec source d'énergie doit être soumis aux essais suivants:

- la tension maximale d'alimentation spécifiée et/ou la pression maximale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manoeuvre;

6.102.5 Condition of switch during and after mechanical operation tests

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

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 an interrupting and insulating medium, a tightness test shall be performed before and after the mechanical operation test. See 6.8 of IEC 60694.

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

After the tests, all parts shall be in good condition and shall not show excessive wear.

6.103 Operation under severe ice conditions

If required, tests shall be performed in accordance with 6.103 of IEC 60129, with the following exception:

6.103.1 Checking of operation

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

Switches having dependent manual operation must operate successfully on opening or closing; that is, satisfactorily open or close the circuit safely. However, if the switch is bounded by ice and does not move on the first attempt to operate, additional attempts to operate are permissible.

7 Routine tests

Clause 7 of IEC 60694 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 supply voltage and pressure limits of their operating devices.

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;

- la tension minimale d'alimentation spécifiée et/ou la pression minimale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manoeuvre;
- si l'interrupteur peut, outre ses dispositifs normaux de manoeuvre électrique ou pneumatique, être manoeuvré à la main: cinq cycles de manoeuvre manuelle.

Un interrupteur uniquement à manoeuvre manuelle doit être soumis à l'essai suivant: 10 cycles de manoeuvre.

Pendant ces essais, aucun réglage ne doit être effectué et le fonctionnement doit être sans défaut. Les positions de fermeture et d'ouverture doivent être atteintes pour chaque cycle de manoeuvre.

8 Guide pour le choix des interrupteurs à haute tension selon le service

8.1 Généralités

Ce guide donne des propositions sur l'application des interrupteurs à haute tension de tension assignée inférieure à 52 kV, afin d'aider à en obtenir des performances satisfaisantes.

Il est présenté pour répondre au besoin permanent de directives générales afin de compléter, mais non de remplacer, les instructions détaillées du constructeur.

Se référer à 2.1 de la CEI 60694 pour les prescriptions concernant les conditions normales de service.

8.2 Conditions influant sur l'application

Lorsque des conditions inhabituelles existent, il convient de les porter à l'attention du constructeur pour connaître ses recommandations. Des exemples de telles conditions sont les suivants:

- a) pollutions telles que fumées ou vapeurs nocives, poussières en excès ou abrasives, mélanges détonants de poussières ou de gaz, projections salines, humidité excessive ou eau ruisselante, etc;
- b) vibrations anormales, chocs, inclinaison ou activité sismique;
- c) températures ambiantes excessivement élevées ou basses;
- d) conditions de transport ou de stockage inhabituelles;
- e) limitations inhabituelles d'espace disponible;
- f) positions de montage autres que celles recommandées par le constructeur;
- g) haute altitude;
- h) vitesse du vent au-delà des conditions normales de service;
- i) séquence de manoeuvres inhabituelle, fréquence inhabituelle de fonctionnement, difficultés de maintenance, tensions déséquilibrées, prescriptions spéciales d'isolement, etc;
- j) utilisation à une fréquence différente de la fréquence assignée, en présence par exemple d'harmoniques liés aux batteries de condensateurs et aux circuits redresseurs. Il convient que le courant assigné en service continu de l'interrupteur soit choisi de telle sorte que l'interrupteur puisse supporter convenablement le courant à fréquence industrielle et les courants harmoniques.

Voir le paragraphe 2.2 de la CEI 60694 pour les conditions de service spéciales.

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

8 Guide to the selection of high-voltage switches for service

8.1 General

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

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

Refer to 2.1 of IEC 60694 for normal service condition requirements.

8.2 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 60694 for special service conditions.

8.3 Coordination de l'isolement

Le niveau d'isolement assigné d'un interrupteur doit être choisi selon 4.2 de la CEI 60694.

Se référer à la CEI 60071-1 pour une discussion générale et des recommandations sur la coordination de l'isolement.

8.4 Choix de la classe de l'interrupteur

8.4.1 Interrupteur d'usage général

Se référer à 3.4.103 pour l'usage et l'application des classes E1, E2, E3, M1 et M2 des interrupteurs d'usage général.

8.4.2 Interrupteur d'usage limité

Se référer à 3.4.104 pour les définitions des possibilités d'un interrupteur à usage limité.

8.4.3 Interrupteur à usage spécial

Se référer à 3.4.105 pour les définitions des possibilités et de l'application d'un interrupteur à usage spécial.

9 Informations à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

9.1 Informations à donner dans les appels d'offres et les commandes

Lors d'un appel d'offres ou d'une commande d'un interrupteur, il est recommandé à l'utilisateur de fournir les renseignements suivants:

- a) caractéristiques propres au réseau: c'est-à-dire tension nominale et tension la plus élevée, fréquence, nombre de phases et détails concernant la mise à la terre du neutre. Il convient que les caractéristiques inhabituelles du réseau dans lequel l'interrupteur va être placé soient indiquées (harmoniques du courant, conditions de résonance, nombre de manœuvres prescrites);
- b) conditions de service, y compris les températures minimale et maximale de l'air ambiant si elles sont en dehors des valeurs normales; altitude, si supérieure à 1 000 m; toute condition spéciale pouvant exister ou apparaître, par exemple l'exposition inhabituelle à la vapeur d'eau, à l'humidité, aux vapeurs chimiques, aux atmosphères explosives, à une poussière excessive ou à l'air salin (voir 2.1, 2.2 et 6.2.8 de la CEI 60694 et 8.2 de cette norme);
- c) caractéristiques de l'interrupteur
Il convient de donner les informations suivantes:
 - 1) nombre de pôles;
 - 2) type et classe d'interrupteur comme défini à l'article 3;
 - 3) installation à l'intérieur ou à l'extérieur;
 - 4) tension assignée (4.1 de la CEI 60694);
 - 5) niveau d'isolement assigné lorsqu'un choix existe entre différents niveaux d'isolement correspondant à une tension assignée donnée, ou niveau d'isolement désiré s'il n'est pas normalisé (4.2 de la CEI 60694);
 - 6) fréquence assignée (4.3 de la CEI 60694);
 - 7) courant assigné en service continu (4.4 de la CEI 60694);

8.3 Insulation coordination

The rated insulation level of a switch shall be selected according to 4.2 of IEC 60694.

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

8.4 Selection of class of switch

8.4.1 General purpose switch

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

8.4.2 Limited purpose switch

Refer to 3.4.104 for definitions of the capabilities of a limited purpose switch.

8.4.3 Special purpose switch

Refer to 3.4.105 for definition of the capabilities and application of a special purpose switch.

9 Information to be given with inquiries, tenders and orders

9.1 Information to be given with inquiries and orders

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 60694 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 60694);
- 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 60694);
- 6) rated frequency (4.3 of IEC 60694);
- 7) rated normal current (4.4 of IEC 60694);

- 8) pouvoirs de coupure assignés;
 - 9) pouvoir de fermeture assigné en court-circuit;
 - 10) durée désirée du courant de court-circuit si différente de celle normalisée (4.7 de la CEI 60694);
 - 11) essais de type requis sur demande spéciale.
- d) caractéristiques du dispositif de manoeuvre de l'interrupteur et des équipements associés, en particulier les points suivants:
- 1) mode de commande, manuel ou par une source d'énergie;
 - 2) nombre et type des contacts auxiliaires de réserve;
 - 3) tension et fréquence d'alimentation assignées.
- e) prescriptions relatives à l'utilisation de l'air comprimé et prescriptions relatives à la construction et aux essais des réservoirs sous pression.

9.102 Informations à donner dans les soumissions

Lorsque le demandeur désire connaître les caractéristiques techniques d'un interrupteur, il est recommandé au constructeur de donner les renseignements suivants (si applicable) avec les notices descriptives et les plans:

- a) valeurs assignées et caractéristiques.
- 1) Nombre de pôles.
 - 2) Type et classe d'interrupteur comme défini à l'article 3.
 - 3) Installation à l'intérieur ou à l'extérieur.
 - 4) Tension assignée (4.1 de la CEI 60694).
 - 5) Niveau d'isolement assigné (4.2 de la CEI 60694).
 - 6) Fréquence assignée (4.3 de la CEI 60694).
 - 7) Courant assigné en service continu (4.4 de la CEI 60694).
 - 8) Pouvoirs de coupure assignés comme défini à l'article 3 et à l'article 4, s'il y a lieu.
 - 9) Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit comme défini en 3.7.114 et en 4.112, s'il y a lieu.
 - 10) Durée assignée du courant de court-circuit (4.7 de la CEI 60694).
- b) essais de type
- Certificat ou rapport à la demande, comprenant les essais spéciaux exigés par le demandeur.
- c) dispositions constructives
- 1) Masse de l'interrupteur complet.
 - 2) Pression du gaz et limites de la pression du gaz entre lesquelles l'interrupteur va fonctionner correctement pour les interrupteurs à soufflage et à gaz (4.10 de la CEI 60694).
 - 3) distances minimales d'isolement dans l'air:
 - entre pôles;
 - par rapport à la terre.

- 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 60694);
 - 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.

9.102 Information to be given with tenders

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 60694).
 - 5) Rated insulation level (4.2 of IEC 60694).
 - 6) Rated frequency (4.3 of IEC 60694).
 - 7) Rated normal current (4.4 of IEC 60694).
 - 8) Rated breaking currents as defined in clause 3 and 4, if applicable.
 - 9) Rated short-circuit making current as defined in 3.7.114 and 4.112 if applicable.
 - 10) Rated duration short-circuit current (4.7 of IEC 60694).
- 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 60694).
 - 3) Minimum clearances in air:
 - between poles;
 - to earth.

d) mécanisme de commande de l'interrupteur et équipements associés

- 1) Type du mécanisme de commande.
- 2) Tension d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture (4.8 de la CEI 60694).
- 3) Fréquence d'alimentation assignée (4.9 de la CEI 60694).
- 4) Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manoeuvre (4.10 de la CEI 60694).
- 5) Courant requis à la tension assignée d'alimentation pour fermer et ouvrir l'interrupteur.
- 6) Consommation d'air détendu nécessaire pour fermer et ouvrir l'interrupteur à la pression assignée d'alimentation.
- 7) Tension assignée d'alimentation du déclencheur shunt d'ouverture.
- 8) Courant requis à la tension assignée d'alimentation pour le déclencheur shunt d'ouverture.
- 9) Nombre et type de contacts auxiliaires de réserve.
- 10) Courant requis à la tension assignée d'alimentation par d'autres auxiliaires.

e) encombrement maximal et autres informations

Il est recommandé au constructeur de donner les informations nécessaires concernant l'encombrement maximal de l'interrupteur et les renseignements détaillés nécessaires à son installation. Il convient également de donner les informations générales concernant la maintenance.

10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation et la maintenance

L'article 10 de la CEI 60694 est applicable.

11 Sécurité

L'article 11 de la CEI 60694 est applicable.

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 60694).
- 3) Rated supply frequency (4.9 of IEC 60694).
- 4) Rated pressure of compressed gas supply for operation (4.10 of IEC 60694).
- 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 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance

Clause 10 of IEC 60694 is applicable.

11 Safety

Clause 11 of IEC 60694 is applicable.

Tableau 1 – Pouvoirs de coupure assignés 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_{4a} A	Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide I_{4b} A
3,6	4	0,3
4,76*	4	0,3
7,2	6	0,5
8,25*	6	0,5
12	10	1
15*	10	1
17,5	10	1
24	16	1,5
25,8*	16	1,5
36	20	2
38*	20	2
48,3*	24	2,5
* 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, se référer à la CEI 60056 pour des valeurs suggérées de pouvoirs de coupure assignés de câbles ou de lignes à vide.		

**Table 1 – Rated line- and cable-charging breaking currents
for general purpose switch**

Rated voltage U_r kV	Rated cable charging I_{4a} A	Rated line charging I_{4b} A
3,6	4	0,3
4,76*	4	0,3
7,2	6	0,5
8,25*	6	0,5
12	10	1
15*	10	1
17,5	10	1
24	16	1,5
25,8*	16	1,5
36	20	2
38*	20	2
48,3*	24	2,5
* North American values.		
NOTE – Higher values selected from the R10 series may be stated by the manufacturer. Refer to IEC 60056 for suggested higher rated line and cable-charging breaking currents for a special purpose switch.		

Tableau 2 – Renseignements pour la plaque signalétique

(1)	Abrévia- tion (2)	Unité (3)	Inter- rupteur (4)	Dispositif de man- oeuvre (5)	Condition: inscription seulement si (6)
Constructeur			x	x	
Désignation du type et classe			x	x	
Numéro de série			(x)	(x)	
Tension assignée	U_r	kV	x		
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_w	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		Différente de 1 s
Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	I_{ma}	kA	(x)		
Nombre de manoeuvres de coupure de charge principalement active	n		y		Différent de 10
Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active	I_1	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée de lignes de distribution	I_{2a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de transformateurs en parallèle	I_{2b}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide	I_3	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide	I_{4a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de lignes à vide	I_{4b}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de batterie unique de condensateurs	I_{4c}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{4d}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné en cas de défaut à la terre	I_{6a}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de câbles à vide ou de lignes à vide en cas de défaut à la terre	I_{6b}	A	(x)		
Pouvoir de coupure assigné de moteur	I_7	A	(x)		
Pouvoir de fermeture assigné de batteries de condensateurs à gradins	I_{in}	A	(x)		
Pression assignée pour le dispositif de manoeuvre	P_{op}	Pa		(x)	
Pression assignée de gaz pour l'interrupteur	P_{sw}	Pa	(x)		
Tension assignée d'alimentation des auxiliaires	U_a	V		x	
Classe de température	TC		y	y	Différente de: –5 °C pour l'intérieur, ou –25 °C pour l'extérieur
x L'inscription de ces valeurs est obligatoire; les valeurs qui n'apparaissent pas sur la plaque indiquent une valeur nulle. (x) L'inscription de ces valeurs est facultative. y L'inscription de ces valeurs dépend des conditions figurant à la colonne (6).					
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: $I_r, I_1, I_{2a} = 400 \text{ A}$ NOTE 3 – Des courants assignés et des courants de fermeture sur court-circuit différents correspondant à des classes différentes peuvent être donnés.					

Table 2 – Nameplate information

(1)	Abbreviation (2)	Unit (3)	Switch (4)	Operating device (5)	Condition: marking required only if (6)
Manufacturer			x	x	
Designation of type and class			x	x	
Serial number			(x)	(x)	
Rated voltage	U_r	kV	x		
Rated lightning impulse withstand voltage	U_w	kV	x		
Rated frequency	f_r	Hz	x		
Rated normal current	I_r	A	x		
Rated short-time current	I_k	kA	x		
Rated duration of short-time current	t_k	s	y		Different from 1 s
Rated short-circuit making current	I_{ma}	kA	(x)		
Number of operations for mainly active load breaking	n		y		Different from 10
Rated mainly active load breaking current	I_1	A	(x)		
Rated distribution line closed-loop breaking current	I_{2a}	A	(x)		
Rated parallel power transformer breaking current	I_{2b}	A	(x)		
Rated no-load transformer breaking current	I_3	A	(x)		
Rated cable-charging breaking current	I_{4a}	A	(x)		
Rated line-charging breaking current	I_{4b}	A	(x)		
Rated single capacitor bank breaking current	I_{4c}	A	(x)		
Rated back-to-back capacitor bank breaking current	I_{4d}	A	(x)		
Rated earth-fault breaking current	I_{6a}	A	(x)		
Rated cable- and line-charging breaking current under earth-fault conditions	I_{6b}	A	(x)		
Rated motor breaking current	I_7	A	(x)		
Rated back-to-back capacitor bank inrush making current	I_{in}	A	(x)		
Rated pressure for operating device	P_{op}	Pa		(x)	
Rated gas pressure for switch	P_{sw}	Pa	(x)		
Rated auxiliary voltage	U_a	V		x	
Temperature class	TC		y	y	Different from: –5 °C indoor or –25 °C outdoor
x The marking of these values is mandatory; blanks for these values on the nameplate indicate the value zero. (x) The marking of these values is optional. y The marking of these values is subject to the condition in column (6). 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: $I_r, I_1, I_{2a} = 400$ A. NOTE 3 – Different rated currents and short-circuit making currents related to different classes may be given.					

Tableau 3 – Paramètres de TTR du circuit d'alimentation pour les essais de coupure de charge principalement active¹⁾

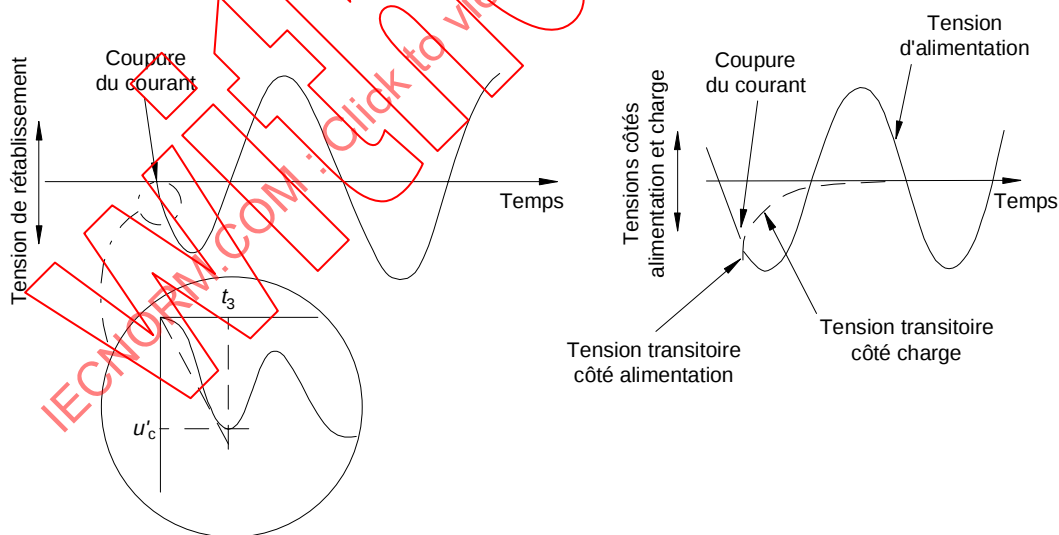
Tension assignée U_r kV	Paramètres de TTR du circuit d'alimentation	
	Valeur de crête de la tension ²⁾ u_c kV	Paramètre temps ²⁾ t_3 µs
3,6	6,2	40
4,76 ³⁾	8,2	40
7,2	12,3	52
8,25 ³⁾	14,1	52
12	20,6	60
15 ³⁾	25,7	72
17,5	30	72
24	41	88
25,8 ³⁾	44,2	88
36	62	108
38 ³⁾	65,1	108
48,3 ³⁾	82,8	132

1) Paramètres de TTR du circuit d'alimentation en cas de défaut aux bornes.

2) Les valeurs de TTR pour réseaux de moyenne tension sont en cours d'étude au CIGRE. 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; de ce fait, les valeurs spécifiées pour cette séquence d'essais sont sujettes à révision.

3) Valeurs utilisées en Amérique du Nord.

NOTE 1 – La tension transitoire de rétablissement aux bornes de l'interrupteur pendant les essais de coupure de charge a une forme (1-cos). 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.



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 % ± 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_0 est 1,5. Le facteur d'amplitude est supposé égal à 1,4.

$$u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 15 \times 14$$

Table 3 – Supply circuit TRV parameters for mainly active load current breaking tests¹⁾

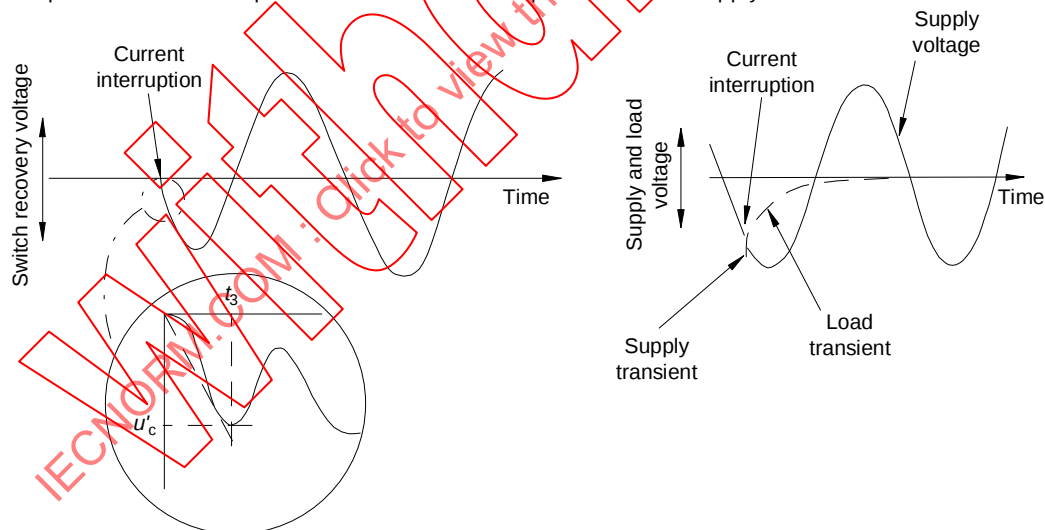
Rated voltage U_r kV	Supply TRV parameters	
	Peak voltage ²⁾ u_c kV	Time coordinate ²⁾ t_3 μs
3,6	6,2	40
4,76 ³⁾	8,2	40
7,2	12,3	52
8,25 ³⁾	14,1	52
12	20,6	60
15 ³⁾	25,7	72
17,5	30	72
24	41	88
25,8 ³⁾	44,2	88
36	62	108
38 ³⁾	65,1	108
48,3 ³⁾	82,8	132

1) Supply circuit TRV parameters under conditions of a terminal fault.

2) TRV values for medium-voltage systems are currently under study by CIGRE. Users are cautioned that if current-limiting reactors are used, the supply circuit TRV may exceed the values specified. Values specified for these duties, therefore, are subject to revision.

3) North American values.

NOTE 1 – The transient recovery voltage across the switch during load current breaking tests is of the (1-cos) form. 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_ϕ is 1,5. The amplitude factor is assumed to be 1,4.

$$u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 15 \times 14$$

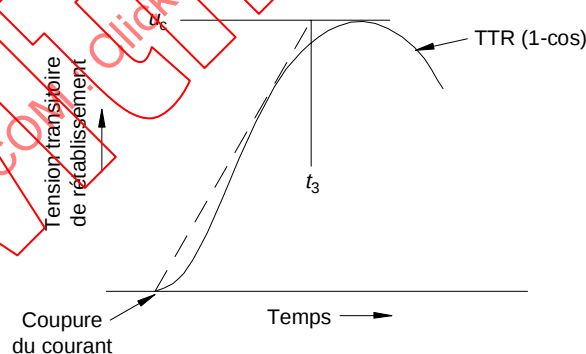
Tableau 4a – Paramètres de TTR pour les essais de coupure de boucle fermée de lignes de distribution

Tension assignée U_r kV	Valeur de crête de la tension ¹⁾ u_c kV	Paramètre temps ¹⁾ t_3 μs
3,6	1,2	110
4,76 ²⁾	1,7	110
7,2	2,4	110
8,25 ²⁾	2,9	110
12	4,1	150
15 ²⁾	5,1	200
17,5	6,0	200
24	8,3	250
25,8 ²⁾	8,9	250
36	12,3	310
38 ²⁾	13,1	310
48,3 ²⁾	16,5	350

1) Les valeurs de TTR pour réseaux de moyenne tension sont en cours d'étude au CIGRE. De ce fait, les valeurs spécifiées pour cette séquence d'essais sont sujettes à révision.

2) 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_ϕ égal à 1,5 et un facteur d'amplitude égal à 1,4.

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

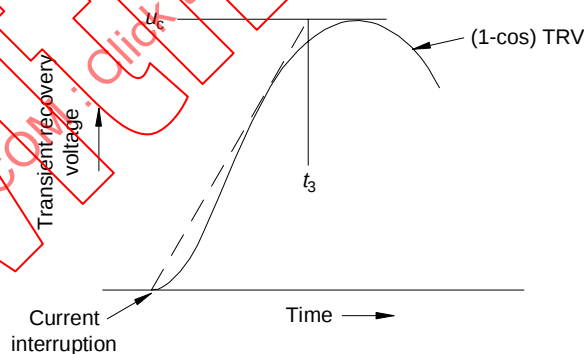
Table 4a – TRV parameters for distribution line closed loop breaking tests

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

¹⁾ TRV values for medium-voltage systems are currently under study by CIGRE. Values specified for this test duty, therefore, are subject to revision.

²⁾ 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_ϕ of 1,5 and an amplitude factor equal to 1,4.

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

Tableau 4b – 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 $t_3^{1)}$ Facteur K
3,6	0,6	0,25
4,76 ²⁾	0,7	0,28
7,2	1,1	0,35
8,25 ²⁾	1,3	0,38
12	1,9	0,45
15 ²⁾	2,3	0,50
17,5	2,7	0,55
24	3,7	0,63
25,8 ²⁾	4,0	0,67
36	5,6	0,78
38 ²⁾	5,9	0,80
48,3 ²⁾	7,5	0,90
1) 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. 2) 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_ϕ est égal à 1,5. Le facteur d'amplitude est supposé égal à 1,7 suivant la séquence d'essais en court-circuit n° 1 de la CEI 60056. On suppose que deux transformateurs de puissance sont en parallèle avec le transformateur à isoler. La TTR est principalement due au transformateur à isoler. Cela implique que la tension transitoire de rétablissement correspond à la moitié seulement de la tension de rétablissement en régime établi. $u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1,5 \times 1,7 \times \frac{0,15}{2}$		