

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62271-107

Première édition
First edition
2005-09

Appareillage à haute tension –

Partie 107:

**Circuits-switchers fusibles pour courant alternatif
de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à
52 kV inclus**

High-voltage switchgear and controlgear –

Part 107:

**Alternating current fused circuit-switchers
for rated voltages above 1 kV up to and
including 52 kV**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62271-107:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62271-107

Première édition
First edition
2005-09

Appareillage à haute tension –

Partie 107:

**Circuits-switchers fusibles pour courant alternatif
de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à
52 kV inclus**

High-voltage switchgear and controlgear –

Part 107:

**Alternating current fused circuit-switchers
for rated voltages above 1 kV up to and
including 52 kV**

© IEC 2005 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
1 Généralités	12
1.1 Domaine d'application	12
1.2 Références normatives	12
2 Conditions normales et spéciales de service	14
3 Termes et définitions	14
3.1 Termes généraux	14
3.2 Ensembles d'appareillage	14
3.3 Parties d'ensemble	14
3.4 Appareils de connexion	16
3.5 Parties d'appareillage	16
3.6 Fonctionnement	16
3.7 Grandeurs caractéristiques	16
4 Caractéristiques assignées	20
4.1 Tension assignée (U_r)	20
4.2 Niveau d'isolement assigné	20
4.3 Fréquence assignée (f_r)	20
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	20
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)	22
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	22
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	22
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manœuvre	22
5 Conception et construction	24
5.1 Exigences pour les liquides dans les circuits-switchers fusibles	24
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les circuits-switchers fusibles	24
5.3 Raccordement à la terre des circuits-switchers fusibles	24
5.4 Équipement auxiliaire et de commande	24
5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure	26
5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	26
5.7 Manœuvre manuelle indépendante	26
5.8 Fonctionnement des déclencheurs	26
5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance haute et basse pression	26
5.10 Plaques signalétiques	26
5.11 Verrouillages	28
5.12 Indicateur de position	28
5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes	28
5.14 Lignes de fuite	28
5.15 Étanchéité aux gaz et au vide	28
5.16 Étanchéité au liquide	28
5.17 Ininflammabilité	28
5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)	28

CONTENTS

FOREWORD.....	9
1 General	13
1.1 Scope.....	13
1.2 Normative references	13
2 Normal and special service conditions	15
3 Terms and definitions	15
3.1 General terms	15
3.2 Assemblies of switchgear and controlgear	15
3.3 Parts of assemblies	15
3.4 Switching devices.....	17
3.5 Parts of switchgear and controlgear	17
3.6 Operation	17
3.7 Characteristic quantities	17
4 Ratings.....	21
4.1 Rated voltage (U_r).....	21
4.2 Rated insulation level	21
4.3 Rated frequency (f_r)	21
4.4 Rated normal current and temperature rise.....	21
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).....	23
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a)	23
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits	23
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for insulation and/or operation	23
5 Design and construction	25
5.1 Requirements for liquids in fused circuit-switchers	25
5.2 Requirements for gases in fused circuit-switchers	25
5.3 Earthing of fused circuit-switchers	25
5.4 Auxiliary and control equipment.....	25
5.5 Dependent power operation.....	27
5.6 Stored energy operation	27
5.7 Independent manual operation	27
5.8 Operation of releases	27
5.9 Low- and high- pressure interlocking and monitoring devices	27
5.10 Nameplates	27
5.11 Interlocking devices.....	29
5.12 Position indication	29
5.13 Degrees of protection by enclosures.....	29
5.14 Creepage distances.....	29
5.15 Gas and vacuum tightness	29
5.16 Liquid tightness	29
5.17 Flammability.....	29
5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)	29

6	Essais de type	30
6.1	Généralités	30
6.2	Essais diélectriques	32
6.3	Essais de tension de perturbation radioélectrique	32
6.4	Mesurage de la résistance du circuit principal	32
6.5	Essais d'échauffement	32
6.6	Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	34
6.7	Vérification de la protection	34
6.8	Essais d'étanchéité	34
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	34
7	Essais individuels de série	50
8	Guide pour la sélection des circuits-switchers fusibles	52
8.1	Objectif	52
8.2	Pouvoir de coupure en court-circuit	52
8.3	Courant thermique maximal assigné	54
8.4	Courants entre le courant thermique et le courant I_3 des fusibles	54
8.5	Courant de transition	54
8.6	Courant d'intersection	54
8.7	Extension de la validité des essais de type	54
8.8	Exploitation	56
8.9	Comparaison des performances des circuits-switchers fusibles avec les performances des combinés interrupteurs-fusibles ou des disjoncteurs	58
9	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	60
9.1	Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes	60
9.2	Renseignements à donner dans les soumissions	60
10	Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'installation, la manœuvre et la maintenance	60
11	Sécurité	60
Annexe A (informative) Applicabilité de la séquence d'essais au courant d'intersection assigné		72
Bibliographie		88
Figure 1 – Représentation d'une TTR spécifiée par une enveloppe à deux paramètres et un retard		62
Figure 2 – Exemple d'une enveloppe à deux paramètres pour une TTR		62
Figure 3 – Arrangement des circuits d'essais pour les cycles TD_{Ith} , TD_{Isc} , TD_{Ito} et TD_{Ilow}		64
Figure 4 – Mesurage de la tension rétablie à fréquence industrielle avec action de percutateurs		66
Figure 5 – Caractéristiques pour déterminer le courant d'intersection		68
Figure A.1 – Visualisation de la marge applicative pour un fusible donné		76

6	Type tests	31
6.1	General	31
6.2	Dielectric tests	33
6.3	Radio interference voltage (RIV) tests	33
6.4	Measurement of the resistance of circuits	33
6.5	Temperature-rise tests	33
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	35
6.7	Verification of the protection	35
6.8	Tightness tests	35
6.9	Electromagnetic compatibility tests (EMC)	35
7	Routine tests	51
8	Guide for the selection of fused circuit-switchers	53
8.1	Objective	53
8.2	Short-circuit breaking current	53
8.3	Rated maximum thermal current	55
8.4	Currents between thermal current and I_3 of the fuses	55
8.5	Transfer current	55
8.6	Take-over current	55
8.7	Extension of the validity of type tests	55
8.8	Operation	57
8.9	Comparison of performances of fused circuit-switchers with performances of switch-fuse combinations and circuit-breakers	59
9	Information to be given with enquiries, tenders and orders	61
9.1	Information to be given with enquiries and orders	61
9.2	Information to be given with tenders	61
10	Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance	61
11	Safety	61
	Annex A (informative) Applicability of the rated take-over current test duty	73
	Bibliography	89
	Figure 1 – Representation of a specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line	63
	Figure 2 – Example of a two-parameter reference line for a TRV	63
	Figure 3 – Arrangement of test circuits for test duties TD_{Ith} , TD_{Isc} , TD_{Ito} and TD_{Ilow}	65
	Figure 4 – Measurement of the power frequency recovery voltage with striker operation	67
	Figure 5 – Characteristics for determining the take-over current	69
	Figure A.1 – Visualization of the application margin for a given fuse	77

Tableau 1 – Plaque signalétique	26
Tableau 2 – Comparaison entre combiné interrupteur-fusibles et circuit-switcher fusible.....	58
Tableau 3 – Comparaison entre un circuit-switcher fusible et un disjoncteur	58
Tableau 4 – Résumé des paramètres d'essais pour les séquences d'essais	70
Tableau A.1 – Marge applicative minimale selon les caractéristiques des fusibles	82
Tableau A.2 – Temps de fonctionnement minimal du relais	84
Tableau A.3 – Exemples de possibles besoins de temporisation	86

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-107:2005

Withdrawn

Table 1 – Nameplate markings.....	27
Table 2 – Comparison between switch-fuse combination and fused circuit-switcher	59
Table 3 – Comparison between fused circuit-switcher and circuit breaker	59
Table 4 – Summary of test parameters for test duties	71
Table A.1 – Minimum application margin according to fuse characteristic	83
Table A.2 – Minimum protection time delay.....	85
Table A.3 – Examples of possible need for time delay	87

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-107:2005

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 107: Circuits-switchers fusibles pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente, les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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 62271-107 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/732/FDIS	17A/739/RVD

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 107: Alternating current fused circuit-switchers
for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62271-107 has been prepared by subcommittee 17A: High voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

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

FDIS	Report on voting
17A/732/FDIS	17A/739/RVD

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

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

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60694, deuxième édition, publiée en 1996, à laquelle elle fait référence et qui est applicable sauf spécification particulière. Pour faciliter le repérage des exigences correspondantes, cette norme utilise un numérotage identique des articles et des paragraphes à celui de la CEI 60694. Les modifications de ces articles et de ces paragraphes sont indiquées sous la même numérotation. Les paragraphes qui n'ont pas d'équivalent dans la CEI 60694 sont numérotés à partir de 101.

La liste des autres parties de la série CEI 62271 se trouve sur le site internet de la CEI.

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-107:2005

Withdrawn

This standard should be read in conjunction with IEC 60694, second edition, published in 1996, to which it refers and which is applicable, unless otherwise specified. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 60694. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same numbering, whilst additional subclauses are numbered from 101.

The list of other parts of the IEC 62271 series can be found on the IEC website.

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

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-107:2005

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 107: Circuits-switchers fusibles pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62271 s'applique aux appareils à manœuvre tripolaire pour les réseaux de distribution qui sont des ensembles fonctionnels constitués d'un circuit-switcher et de fusibles limiteurs conçus de façon à être capable

- de couper, à la tension de rétablissement assignée, tout courant de charge ou de défaut jusqu'au pouvoir de coupure en court-circuit assigné;
- d'établir, à la tension assignée, les circuits pour lesquels le courant de court-circuit assigné s'applique.

Ils sont prévus pour être utilisés sur des circuits et des applications ne demandant qu'une endurance mécanique et électrique normale. De telles applications couvrent la protection des transformateurs HT/BT par exemple, mais excluent les circuits de distribution en lignes ou en câbles ainsi que les circuits de moteurs et de bancs de condensateurs.

Les conditions de défaut aux bornes avec de faibles courants, jusqu'au courant d'intersection assigné du circuit-switcher fusible, sont gérées par des dispositifs complémentaires (percuteurs, relais, etc.), correctement mis en œuvre, déclenchant le circuit-switcher. Les fusibles sont intégrés de manière à assurer que le pouvoir de coupure en court-circuit du dispositif est supérieur à celui du circuit-switcher.

NOTE 1 Dans cette norme, le mot «fusible» est utilisé pour désigner soit le fusible, soit l'élément de remplacement, quand le sens général du texte ne comporte aucune ambiguïté.

Cette norme s'applique aux circuits-switchers fusibles conçus avec des tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus, pour utilisation sur des réseaux alternatifs triphasés de fréquence 50 Hz ou 60 Hz. Une comparaison avec d'autres dispositifs de manœuvre est fournie dans l'Article 8.

NOTE 2 D'autres circuits-switchers existent; voir la référence [1] de la bibliographie.

Les fusibles sont couverts par la CEI 60282-1.

Les sectionneurs de terre faisant partie intégrale d'un circuit-switcher sont couverts par la CEI 62271-102.

L'installation sous enveloppe, le cas échéant, est couverte soit par la CEI 62271-200 ou par la CEI 60466.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 107: Alternating current fused circuit-switchers for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 62271 applies to three-pole operated units for distribution systems that are functional assemblies of a circuit-switcher and current-limiting fuses designed so as to be capable of:

- breaking, at the rated recovery voltage, any load or fault current up to and including the rated short-circuit breaking current;
- making, at the rated voltage, circuits to which the rated short-circuit breaking current applies.

They are intended to be used for circuits or applications requiring only a normal mechanical and electrical endurance capability. Such applications cover protection of HV/LV transformers for instance, but exclude distribution lines or cables, as well as motor circuits and capacitor bank circuits.

Short-circuit conditions with low currents up to the fused circuit-switcher rated take-over current, are dealt with by supplementary devices (strickers, relays, etc.), properly arranged, tripping the circuit-switcher. Fuses are incorporated in order to ensure that the short-circuit breaking capacity of the device is above that of the circuit-switcher.

NOTE 1 In this standard the term "fuse" is used to designate either the fuse or the fuse-link where the general meaning of the text does not result in ambiguity.

This standard applies to fused circuit-switchers designed with rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV for use on three-phase alternating current systems of either 50 Hz or 60 Hz. Comparison with other existing switching devices is provided in Clause 8.

NOTE 2 Other circuit-switchers exist; see reference [1] of the bibliography.

Fuses are covered by IEC 60282-1.

Earthing switches forming an integral part of a circuit-switcher are covered by IEC 62271-102.

Installation in enclosure, if any, is covered either by IEC 62271-200 or by IEC 60466.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

CEI 60265-1: *Interrupteurs à haute tension – Partie 1: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV*

CEI 60282-1:2002, *Fusibles à haute tension – Partie 1: Fusibles limiteurs de courant*

CEI 60466: *Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 38 kV*

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

CEI 60787: *Guide d'application pour le choix des éléments de remplacement de fusibles à haute tension destinés à être utilisés dans les circuits comprenant des transformateurs.*

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

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

CEI 62271-105: *Appareillage à haute tension – Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif*

CEI 62271-200: *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

2 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 2 de la CEI 60694 s'applique.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050(441) et dans la CEI 60694 s'appliquent. Quelques-uns d'entre eux sont rappelés ci-dessous pour une utilisation plus facile.

Les autres définitions citées ci-après sont également applicables. Les définitions complémentaires sont classées selon la CEI 60050(441). Les définitions de la CEI 60050(441) ne sont pas répétées mais leurs numéros de référence sont indiqués.

3.1 Termes généraux

Aucune.

3.2 Ensembles d'appareillage

Aucune.

3.3 Parties d'ensemble

Aucune.

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

IEC 60265-1: *High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV*

IEC 60282-1: 2002, *High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses*

IEC 60466: *A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV*

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

IEC 60787: *Application guide for the selection of fuse-links of high-voltage fuses for transformer circuit applications*

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

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

IEC 62271-105: *High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations*

IEC 62271-200: *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

2 Normal and special service conditions

Clause 2 of IEC 60694 is applicable.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60050(441) and IEC 60694 apply. Some of them are recalled here for ease of reference.

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

3.1 General terms

None

3.2 Assemblies of switchgear and controlgear

None.

3.3 Parts of assemblies

None.

3.4 Appareils de connexion

3.4.101

circuit-switcher

dispositif de manœuvre mécanique adapté pour établir, supporter et interrompre des courants dans des conditions normales de réseaux. Il est également adapté pour interrompre des courants de défaut spécifiés qui peuvent être inférieurs à son courant de courte durée admissible

NOTE D'autres circuits-switchers existent; voir la référence [1] de la bibliographie.

3.4.102

circuit-switcher fusible

dispositif comprenant un circuit-switcher tripolaire et trois fusibles limiteurs, capable d'établir et d'interrompre tout courant de charge ou de défaut jusqu'à son pouvoir de coupure en court-circuit assigné, dans les conditions de TTR et de facteur de puissance définies dans cette norme

3.4.103

socle d'un circuit-switcher fusible

circuit-switcher fusible sans les éléments de remplacement installés

3.4.104

décharge disruptive non entretenue (NSDD)

décharge disruptive associée à l'interruption du courant, qui n'aboutit pas à la réapparition d'un courant à fréquence industrielle ou, dans le cas de coupure de courant capacitif, à l'apparition d'un courant à la fréquence naturelle du circuit

3.5 Parties d'appareillage

3.5.101

déclencheur

[VEI 441-15-17]

3.5.102

déclencheur à maximum de courant

[VEI 441-16-33]

3.5.103

déclencheur shunt

[VEI 441-16-41]

3.6 Fonctionnement

3.6.101

manœuvre indépendante manuelle (d'un circuit-switcher fusible)

[VEI 441-16-16]

3.6.102

manœuvre à accumulation d'énergie (d'un circuit-switcher fusible)

[VEI 441-16-15]

3.7 Grandeurs caractéristiques

3.7.101

courant présumé (d'un circuit, et par référence à un dispositif de manœuvre ou un fusible)

[VEI 441-17-01]

3.4 Switching devices

3.4.101

circuit-switcher

mechanical switching device suitable for making, carrying and interrupting currents under normal circuit conditions. It is also suitable for interrupting specified fault currents that may be less than its short-time withstand current.

NOTE Other circuit-switchers exist; see reference [1] of the bibliography.

3.4.102

fused circuit-switcher

device comprising a three-pole circuit-switcher and three current limiting fuses, capable of making and breaking any load or fault current up to its short-circuit breaking current, under TRV and power factor conditions defined in this standard

3.4.103

fused circuit-switcher base (or device base)

fused circuit-switcher without fuse-links mounted

3.4.104

non-sustained disruptive discharge (NSDD)

disruptive discharge associated with current interruption, that does not result in the resumption of power frequency current or, in the case of capacitive current interruption does not result in current at the natural frequency of the circuit

3.5 Parts of switchgear and controlgear

3.5.101

release

[IEV 441-15-17]

3.5.102

over-current release

[IEV 441-16-33]

3.5.103

shunt release

[IEV 441-16-41]

3.6 Operation

3.6.101

independent manual operation (of the fused circuit-switcher)

[IEV 441-16-16]

3.6.102

stored energy operation (of the fused circuit-switcher)

[IEV 441-16-15]

3.7 Characteristic quantities

3.7.101

prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)

[IEV 441-17-01]

3.7.102

crête de courant présumé

[VEI 441-17-02]

3.7.103

crête de courant présumé maximale

[VEI 441-17-04]

3.7.104

courant coupé présumé

[VEI 441-17-06]

3.7.105

courant coupé

[VEI 441-17-07]

3.7.106

courant minimal de coupure

[VEI 441-18-29]

3.7.107

pouvoir de fermeture en court-circuit

[VEI 441-17-10]

3.7.108

courant d'intersection

[VEI 441-17-16]

3.7.109

courant thermique

I_{th}

courant maximal supporté de manière continue sans que les échauffements des différentes parties ne dépassent les limites spécifiées

3.7.110

courant de court-circuit avec fusibles

[VEI 441-17-21]

3.7.111

tension appliquée

[VEI 441-17-24]

3.7.112

tension de rétablissement

[VEI 441-17-25]

3.7.113

tension transitoire de rétablissement (TTR)

[VEI 441-17-26]

3.7.114

tension de rétablissement à fréquence industrielle

[VEI 441-17-27]

3.7.115

tension transitoire de rétablissement présumée

[VEI 441-17-29]

3.7.116

durée minimale d'ouverture (d'un circuit-switcher fusible)

intervalle de temps minimal entre l'initiation de l'ouverture, par un dispositif externe, et le premier instant de séparation des contacts d'arc dans l'un quelconque des pôles

3.7.102**prospective peak current**

[IEV 441-17-02]

3.7.103**maximum prospective peak current**

[IEV 441-17-04]

3.7.104**prospective breaking current**

[IEV 441-17-06]

3.7.105**breaking current**

[IEV 441-17-07]

3.7.106**minimum breaking current**

[IEV 441-18-29]

3.7.107**short-circuit making capacity**

[IEV 441-17-10]

3.7.108**take-over current**

[IEV 441-17-16]

3.7.109**thermal current** I_{th}

maximum current carried continuously without the temperature rise of the various parts exceeding the limits specified

3.7.110**fused short-circuit current**

[IEV 441-17-21]

3.7.111**applied voltage**

[IEV 441-17-24]

3.7.112**recovery voltage**

[IEV 441-17-25]

3.7.113**transient recovery voltage (TRV)**

[IEV 441-17-26]

3.7.114**power frequency recovery voltage**

[IEV 441-17-27]

3.7.115**prospective transient recovery voltage**

[IEV 441-17-29]

3.7.116**minimum opening time** (of the fused circuit-switcher)

minimum interval of time between the initiation of the opening, from an external source, and the first instant of the separation of the arcing contacts in any one pole

3.7.117

durée minimale d'ouverture (d'un circuit-switcher fusible) **initée par un fusible**

durée prise entre l'instant où l'arc commence dans le fusible et l'instant où les contacts d'arc se sont séparés dans tous les pôles. Cette définition s'applique uniquement pour les circuits-switchers fusibles équipés de déclenchement par percuteurs

3.101 Fusibles

3.101.1

socle

[VEI 441-18-02]

3.101.2

percuteur

[VEI 441-18-18]

3.101.3

courant coupé limité

[VEI 441-17-12]

3.101.4

I^2t – intégrale de Joule

[VEI 441-18-23]

4 Caractéristiques assignées

L'Article 4 de la CEI 60694 est applicable, avec les compléments et exceptions ci-dessous.

En complément des caractéristiques assignées listées dans la CEI 60694, les caractéristiques assignées ci-dessous s'appliquent:

- a) pouvoir de coupure en court-circuit assigné;
- b) tension de rétablissement assignée;
- c) pouvoir de fermeture assigné;
- d) courant d'intersection assigné;
- e) courant thermique maximal assigné.

4.1 Tension assignée (U_r)

La CEI 60694, 4.1 est applicable.

4.2 Niveau d'isolement assigné

La CEI 60694, 4.2 est applicable.

4.3 Fréquence assignée (f_r)

La CEI 60694, 4.3 est applicable.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu (I_r)

La CEI 60694, 4.4.1 n'est pas applicable.

3.7.117**fuse-initiated opening time** (of a fused circuit-switcher)

time taken from the instant at which arcing in the fuse commences to the instant when the arcing contacts have separated in all poles. This definition applies only for fused circuit-switchers fitted with fuse-striker release

3.101 Fuses**3.101.1****fuse-base, fuse mount**

[IEV 441-18-02]

3.101.2**striker**

[IEV 441-18-18]

3.101.3**cut-off current**

[IEV 441-17-12]

3.101.4 **I^2t – Joule integral**

[IEV 441-18-23]

4 Ratings

Clause 4 of IEC 60694 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

In addition to the ratings listed in IEC 60694 the following ratings apply:

- a) rated short-circuit breaking current;
- b) rated transient recovery voltage;
- c) rated short-circuit making current;
- d) rated take-over current;
- e) rated maximal thermal current.

4.1 Rated voltage (U_n)

IEC 60694, 4.1 is applicable.

4.2 Rated insulation level

IEC 60694, 4.2 is applicable.

4.3 Rated frequency (f_r)

IEC 60694, 4.3 is applicable.

4.4 Rated normal current and temperature rise**4.4.1 Rated normal current (I_r)**

IEC 60694, 4.4.1 does not apply.

Normalement, il n'y a pas de courant assigné en service continu pour un circuit-switcher fusible. Quand des circuits-switchers fusibles sont installés au sein d'ensembles sous enveloppe plus larges, le courant assigné en service continu du jeu de barres commun doit être conforme à la CEI 62271-200 ou à la CEI 60466.

Voir également le courant thermique (4.4.101).

4.4.2 Echauffements

La CEI 60694, 4.4.2 s'applique, et en ce qui concerne les fusibles, l'Article 6 de la CEI 60282-1.

4.4.101 Courant thermique maximal assigné (I_{th})

Le courant thermique maximal assigné est la valeur maximale du courant thermique pour le circuit-switcher fusible.

Il n'est pas nécessaire que la valeur du courant thermique soit prise dans la série R10.

NOTE Le courant thermique réel dépend des fusibles installés.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

La CEI 60694, 4.5 n'est pas applicable.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

La CEI 60694, 4.6 n'est pas applicable.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

La CEI 60694, 4.7 n'est pas applicable.

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

La CEI 60694, 4.8 est applicable.

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

La CEI 60694, 4.9 est applicable.

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

La CEI 60694, 4.10 est applicable.

4.101 Pouvoir de coupure en court-circuit assigné

Le pouvoir de coupure en court-circuit assigné est le courant de court-circuit présumé le plus élevé que le circuit-switcher fusible doit être capable de couper dans les conditions d'utilisation et de comportement prescrites dans cette norme dans un circuit ayant une tension de rétablissement à fréquence industrielle correspondant à la tension assignée du circuit-switcher fusible et ayant une tension transitoire de rétablissement présumée égale à la valeur assignée spécifiée en 4.102.

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est exprimé par la valeur efficace de la composante alternative.

A rated normal current is normally not assigned to the fused circuit-switcher. When fused circuit-switchers are combined into larger enclosed assemblies, the rated normal current of the connecting busbars shall be in accordance with IEC 62271-200 or IEC 60466.

See also thermal current (4.4.101).

4.4.2 Temperature rise

IEC 60694, 4.4.2 is applicable and, as far as fuses are concerned, Clause 6 of IEC 60282-1.

4.4.101 Rated maximum thermal current (I_{th})

The rated maximum thermal current is the maximum value of the thermal current for the fused circuit-switcher.

It is not required that the thermal current is selected from the R10 series.

NOTE The actual thermal current depends on the fuses installed.

4.5 Rated short-time withstand current (I_k)

IEC 60694, 4.5 is not applicable.

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

IEC 60694, 4.6 is not applicable.

4.7 Rated duration of short circuit (t_k)

IEC 60694, 4.7 is not applicable.

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

IEC 60694, 4.8 is applicable.

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

IEC 60694, 4.9 is applicable.

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

IEC 60694, 4.10 is applicable.

4.101 Rated short-circuit breaking current

The rated short-circuit breaking current is the highest prospective short-circuit current which the fused circuit-switcher shall be capable of breaking under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard in a circuit having a power-frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the fused circuit-switcher and having a prospective transient recovery voltage equal to the rated value specified in 4.102.

The rated short-circuit breaking current is expressed by the r.m.s. value of its a.c. component.

Les pouvoirs de coupure assignés doivent être sélectionnés dans la série R10 comme suit:

8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25 – 31,5 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 kA

NOTE Il est reconnu que l'impédance série du circuit-switcher fusible ou l'intervention rapide des fusibles ou du circuit-switcher fusible peuvent donner un ou plusieurs des effets ci-dessous:

- a) une réduction du courant de court-circuit à une valeur notablement au-dessous de la valeur attendue;
- b) une intervention tellement rapide que l'onde de courant de court-circuit est déformée.

C'est pourquoi le terme «courant présumé» est utilisé pour définir les performances d'établissement et de coupure.

4.102 Tension transitoire de rétablissement présumée assignée

La tension transitoire de rétablissement présumée relative au pouvoir de coupure assigné en court-circuit (selon 4.101) est la tension de référence qui constitue la limite supérieure de la tension transitoire de rétablissement présumée des circuits que le circuit-switcher fusible doit être capable de couper dans l'hypothèse d'un court-circuit.

4.103 Pouvoir de fermeture en court-circuit assigné

Le pouvoir de fermeture en court-circuit assigné est la crête de courant présumée la plus élevée que le circuit-switcher fusible doit être capable d'établir dans les conditions d'utilisation et de comportement définies dans cette norme dans un circuit ayant une tension à fréquence industrielle correspondant à la tension assignée du circuit-switcher fusible. Il doit être égal à 2,5 fois (50 Hz) ou 2,6 fois (60 Hz) la valeur du pouvoir de coupure en court-circuit assigné.

NOTE Voir également la note en 4.101.

4.104 Courant d'intersection assigné

Le courant d'intersection assigné est la valeur efficace maximale du courant d'intersection que le circuit-switcher dans le circuit-switcher fusible est capable d'interrompre dans les conditions d'utilisation et de comportement spécifiées dans cette norme dans un circuit ayant une tension de rétablissement à fréquence industrielle correspondant à la tension assignée du circuit-switcher fusible et ayant une tension transitoire de rétablissement présumée égale à la valeur spécifiée.

La valeur assignée déclarée par le constructeur doit être supérieure à la valeur du courant d'intersection, déterminée selon la Figure 5, donnée par les fusibles utilisés pour démontrer le courant thermique maximum assigné.

5 Conception et construction

5.1 Exigences pour les liquides dans les circuits-switchers fusibles

La CEI 60694, 5.1 est applicable.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les circuits-switchers fusibles

La CEI 60694, 5.2 est applicable.

5.3 Raccordement à la terre des circuits-switchers fusibles

La CEI 60694, 5.3 est applicable.

5.4 Equipement auxiliaire et de commande

La CEI 60694, 5.4 est applicable.

The rated short-circuit breaking currents shall be selected from the R10 series as follows:

8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25 – 31,5 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 kA

NOTE It is recognized that the series impedance of the fused circuit-switcher or rapid operation of the fuse or fused circuit-switcher may cause one or both of the following effects:

- a) a reduction of short-circuit current to a value appreciably below that which would otherwise be reached.
- b) such rapid operation that the short-circuit current wave is distorted from its normal form.

This is why the term "prospective current" is used when assessing breaking and making performances.

4.102 Rated transient recovery voltage

The rated transient recovery voltage related to the rated short-circuit breaking current (in accordance with 4.101) is the reference voltage which constitutes the upper limit of the prospective transient recovery voltage of circuits which the fused circuit-switcher shall be capable of breaking in the event of a short circuit.

4.103 Rated short-circuit making current

The rated short-circuit making current is the highest prospective peak current which the fused circuit-switcher shall be capable of making under the conditions of use and behaviour defined in this standard in a circuit having a power-frequency voltage corresponding to the rated voltage of the fused circuit-switcher. It shall be 2,5 times (50 Hz) or 2,6 (60 Hz) the value of the rated short-circuit breaking current.

NOTE See also note in 4.101.

4.104 Rated take-over current

The rated take-over current is the maximum r.m.s. value of the take-over current which the circuit-switcher in the fused circuit-switcher is able to interrupt under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard in a circuit having a power-frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the fused circuit-switcher and having a prospective transient recovery voltage equal to the value specified.

The rated value declared by the manufacturer shall be higher than the value of the take-over current, determined according to Figure 5, given by the fuses used to demonstrate the rated maximum thermal current.

5 Design and construction

5.1 Requirements for liquids in fused circuit-switchers

IEC 60694, 5.1 is applicable.

5.2 Requirements for gases in fused circuit-switchers

IEC 60694, 5.2 is applicable.

5.3 Earthing of fused circuit-switchers

IEC 60694, 5.3 is applicable.

5.4 Auxiliary and control equipment

IEC 60694, 5.4 is applicable.

5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure

La CEI 60694, 5.5 est applicable avec le complément suivant:

La manœuvre manuelle dépendante n'est pas autorisée.

5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

La CEI 60694, 5.6 est applicable.

5.7 Manœuvre manuelle indépendante

La CEI 60694, 5.7 n'est pas applicable.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

La CEI 60694, 5.8 est applicable.

5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance haute et basse pression

La CEI 60694, 5.9 est applicable.

5.10 Plaques signalétiques

Le tableau donné dans la CEI 60694, 5.10 est remplacé par le tableau fourni dans cette norme.

La plaque signalétique d'un circuit-switcher fusible doit contenir les informations listées au Tableau 1.

Tableau 1 – Plaque signalétique

(1)	Abréviation (2)	Unités (3)	Circuit-switcher fusible (4)	Mécanisme (5)	Conditions particulières pour le marquage (6)
Constructeur			X	Y	Seulement si mécanisme indépendant et/ou constructeur différent
Désignation du type			X	Y	Seulement si mécanisme indépendant et/ou constructeur différent
Référence du manuel d'utilisation			X		
Numéro de série			X	(Y)	Demandé pour le mécanisme seulement si différent de l'appareil principal
Année de construction			X		
Numéro de cette norme			X		
Tension assignée	U_r	kV	X		
Tension assignée de tenue au choc de foudre	U_p	kV	X		
Fréquence assignée	f_r	Hz	X		
Courant thermique maximum assigné	I_{th}	A	X		
Fusibles utilisables et courants thermiques avec fusibles			X		Marquage obligatoire «Fusibles: voir manuel d'utilisation»

5.5 Dependent power operation

IEC 60694, 5.5 is applicable with the following addition:

Dependent manual operation is not allowed.

5.6 Stored energy operation

IEC 60694, 5.6 is applicable.

5.7 Independent manual operation

IEC 60694, 5.7 is not applicable.

5.8 Operation of releases

IEC 60694, 5.8 is applicable.

5.9 Low- and high- pressure interlocking and monitoring devices

IEC 60694, 5.9 is applicable.

5.10 Nameplates

The table in IEC 60694, 5.10 is replaced by the table provided in this standard.

The nameplate of a fused circuit-switcher shall contain information according to Table 1.

Table 1 – Nameplate markings

(1)	Abbreviation (2)	Unit (3)	Fused circuit-switcher (4)	Operating device (5)	Condition for marking required (6)
Manufacturer			X	Y	Only if not integral with the device and/or manufacturers are different
Type designation			X	Y	Only if not integral with the device and/or manufacturers are different
Instruction manual reference			X		
Serial number			X	(Y)	Required for operating device if different from those of the circuit-switcher
Year of manufacture			X		
Number of this standard			X		
Rated voltage	U_r	kV	X		
Rated lightning impulse withstand voltage	U_p	kV	X		
Rated frequency	f_r	Hz	X		
Rated maximum thermal current	I_{th}	A	X		
Acceptable fuse-links and thermal current with fuses			X		Mandatory marking: "Fuse-links: see instruction manual"

Tableau 1 (suite)

	Abréviation	Unités	Circuit-switcher fusible	Mécanisme	Conditions particulières pour le marquage
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Pression assignée du gaz pour la manœuvre	P_{op}	MPa		Y	Si applicable
Tension assignée d'alimentation des auxiliaires	U_a	V		Y	Si applicable
Classe de température			Y		Si différente de –5 °C intérieur –25 °C extérieur
X: Le marquage de ces valeurs est obligatoire; un blanc indique des valeurs nulles. Y: Le marquage de ces valeurs est obligatoire, soumis aux conditions de la colonne (6). (Y): Le marquage de ces valeurs est optionnel et soumis aux conditions de la colonne (6). NOTE 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, le mot «assigné» peut ne pas apparaître.					

5.11 Verrouillages

La CEI 60694, 5.11 est applicable.

5.12 Indicateur de position

La CEI 60694, 5.12 est applicable.

5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes

La CEI 60694, 5.13 est applicable.

5.14 Lignes de fuite

La CEI 60694, 5.14 est applicable.

5.15 Etanchéité aux gaz et au vide

La CEI 60694, 5.15 est applicable.

5.16 Etanchéité au liquide

La CEI 60694, 5.16 est applicable.

5.17 Ininflammabilité

La CEI 60694, 5.17 est applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

La CEI 60694, 5.18 est applicable.

Table 1 (continued)

	Abbreviation	Unit	Fused circuit-switcher	Operating device	Condition for marking required
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Rated gas pressure for operation	P_{op}	MPa		Y	When applicable
Rated supply voltage of auxiliary circuits	U_a	V		Y	When applicable
Temperature class			Y		Different from –5 °C indoor –25 °C outdoor
X: The marking of these values is mandatory; blank spaces indicate zero values. Y: The marking of these values is mandatory, subject to the conditions in column (6). (Y): The marking of these values is optional and subject to the conditions in column (6). NOTE The abbreviations in column (2) may be used instead of the terms in column (1). When the terms in column (1) are used, the word "rated" need not appear.					

5.11 Interlocking devices

IEC 60694, 5.11 is applicable.

5.12 Position indication

IEC 60694, 5.12 is applicable.

5.13 Degrees of protection by enclosures

IEC 60694, 5.13 is applicable.

5.14 Creepage distances

IEC 60694, 5.14 is applicable.

5.15 Gas and vacuum tightness

IEC 60694, 5.15 is applicable.

5.16 Liquid tightness

IEC 60694, 5.16 is applicable.

5.17 Flammability

IEC 60694, 5.17 is applicable.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

IEC 60694, 5.18 is applicable.

5.101 Tringlages entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur du circuit-switcher fusible

Les tringlages entre le ou les percuteurs des fusibles, si il y en a, et le déclencheur de l'interrupteur doivent être conçus de telle sorte que l'interrupteur fonctionne convenablement, aussi bien en conditions de défaut triphasé qu'en monophasé, aux valeurs minimale et maximale d'un type de percuteur donné (moyen ou fort) indépendamment du mode de fonctionnement de ce percuteur (à ressort ou à charge explosive). On trouvera dans la CEI 60282-1 les caractéristiques des percuteurs.

5.102 Circonstances de faible courant de défaut (circonstances de longue durée de préarc des fusibles)

Le circuit-switcher fusible équipé d'un déclenchement par percuteur doit être conçu de manière à fonctionner de façon satisfaisante dans des circonstances de fonctionnement du percuteur. Le constructeur doit préciser comment cette exigence est satisfaite.

Cela est réalisé si les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) La coordination entre le circuit-switcher et les fusibles est assurée par les conditions 1), 2) ou 3) ci-dessous:
 - 1) La durée d'ouverture du circuit-switcher provoquée par le percuteur des fusibles doit être plus courte que la durée d'arc maximale que les fusibles peuvent supporter comme cela est spécifié dans la CEI 60282-1.
NOTE Des essais ont été introduits dans la CEI 60282-1 pour vérifier que la durée d'arc maximale que les fusibles peuvent supporter soit supérieure à 100 ms.
 - 2) Quand le constructeur des fusibles peut prouver que les fusibles ont subi avec succès les essais de coupures depuis la valeur du courant assigné jusqu'au courant minimal de fusion des fusibles dans le circuit-switcher fusible (fusibles dits à coupure intégrale) alors la durée d'ouverture provoquée par le percuteur des circuits-switchers fusibles est considéré comme non applicable.
 - 3) Quand il peut être prouvé que le déclencheur thermique du percuteur des fusibles entraîne la coupure du courant avant apparition de l'arc dans ceux-ci, pour tous les courants inférieurs à I_3 (courant minimal de coupure du fusible selon la CEI 60282-1).
- b) Dans ces circonstances, la montée en température du circuit-switcher fusible ne diminue pas ses performances comme il est démontré dans l'essai décrit dans la CEI 62271-105, 6.104.

6 Essais de type

L'Article 6 de la CEI 60694 s'applique avec les compléments et exceptions indiquées ci-après.

6.1 Généralités

L'objectif des essais de type est de démontrer les caractéristiques des circuits-switchers fusibles, de leurs mécanismes de manœuvre et de leur équipement de commande.

Les fusibles doivent être conformes à la CEI 60282-1. Les essais de type correspondants sont en dehors du domaine d'application de la présente norme.

Les essais de type comprennent:

- les essais diélectriques;
- les essais d'échauffement;
- le mesurage de la résistance du circuit principal;

5.101 Linkages between the fuse striker(s) and the circuit-switcher release

The linkages between the fuse striker(s), if any, and the circuit-switcher release shall be such that the circuit-switcher operates satisfactorily under both three-phase and single-phase fault conditions at the minimum and maximum requirements of a given type of striker (medium or heavy) irrespective of the method of striker operation (spring or explosive). The requirements for strikers are given in IEC 60282-1.

5.102 Low over-current conditions (long fuse pre-arcing time conditions)

Fused circuit-switcher equipped with fuse striker release shall be designed so that they will perform satisfactorily under any striker operation occurrence. The manufacturer shall state how this requirement is fulfilled.

This is achieved by compliance with the following:

- a) Time coordination between circuit-switcher and fuse is provided by either 1), 2), or 3) below:
 - 1) The fuse-initiated opening time of the circuit-switcher shall be shorter than the maximum arcing time that the fuse can withstand. This arcing time value is at least 0,1s according to IEC 60282-1.
NOTE Tests have been introduced in IEC 60282-1 in order to assess that the maximum arcing withstand time under long pre-arcing conditions is at least 100 ms.
 - 2) Where the fuse manufacturer can show that the fuse has been satisfactorily proven at all values of breaking current from the rated value down to the value equivalent to the minimum melting current of the fuse in the fused circuit-switcher (i.e. full range fuses) then the fuse-initiated opening time of the fused circuit-switcher is deemed not relevant.
 - 3) Where it can be shown that the thermal release of the fuse striker makes the circuit-switcher clear the current before arcing in the fuse can occur, for all currents below I_3 (minimum breaking current of the fuse according to IEC 60282-1).
- b) Temperature rise under these conditions does not impair the performances of the fused circuit-switcher as proven by the test described in IEC 62271-105, 6.104.

6 Type tests

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

6.1 General

The purpose of type tests is to prove the characteristics of fused circuit-switchers, their operating devices and their operating equipment.

Fuses shall be in accordance with IEC 60282-1. Relevant tests are out of the scope of this standard.

Type tests include:

- dielectric tests;
- temperature rise tests;
- measurement of the resistance of the main circuit;

- les essais pour démontrer la capacité du circuit-switcher fusible à établir et à couper les courants spécifiés;
- les essais pour démontrer le fonctionnement mécanique satisfaisant et l'endurance mécanique;
- la vérification de la protection;
- les essais d'étanchéité;
- les essais de compatibilité électromagnétique.

Le circuit-switcher fusible soumis aux essais doit être comme neuf, avec des contacts propres et équipé de fusibles appropriés.

6.1.1 Groupement des essais

La CEI 60694, 6.1.1 est applicable.

6.1.2 Informations pour l'identification des spécimens d'essai

La CEI 60694, 6.1.2 est applicable.

6.1.3 Information à inclure dans les rapports d'essais

La CEI 60694, 6.1.3 est applicable.

6.2 Essais diélectriques

La CEI 60694, 6.2 est applicable avec les compléments suivants:

NOTE Il convient de porter une attention particulière au choix du fusible, car les dimensions du fusible peuvent affecter les propriétés diélectriques.

Les essais de décharges partielles spécifiés dans la CEI 60694, 6.2.9 ne sont pas demandés.

6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique

La CEI 60694, 6.3 n'est pas applicable.

6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal

La CEI 60694, 6.4 est applicable avec les compléments suivants:

Des connexions rigides de résistance négligeable doivent être utilisées en lieu et place des fusibles, et leur résistance doit être notée dans le rapport d'essai.

6.5 Essais d'échauffement

La CEI 60694, 6.5 est applicable avec les compléments suivants:

L'essai doit être réalisé au courant thermique maximal assigné, comme spécifié par le constructeur.

Les fusibles utilisés pour l'essai (notés X) doivent être déterminés par le constructeur et notés dans le rapport d'essais.

- tests to prove the ability of the fused circuit-switcher to make and break the specified currents;
- tests to prove the satisfactory mechanical operation and endurance;
- verification of the protection;
- tightness tests;
- electromagnetic compatibility tests.

The fused circuit-switcher submitted for test shall be in new condition with clean contact parts and fitted with the appropriate fuses.

6.1.1 Grouping of tests

IEC 60694, 6.1.1 is applicable.

6.1.2 Information for identification of specimens

IEC 60694, 6.1.2 is applicable.

6.1.3 Information to be included in type-test reports

IEC 60694, 6.1.3 is applicable.

6.2 Dielectric tests

IEC 60694, 6.2 is applicable with the following addition:

NOTE Care should be taken when choosing the fuse link, as the dimensions of the fuse link may affect the dielectric properties.

Partial discharge tests as specified in IEC 60694, 6.2.9 are not required.

6.3 Radio interference voltage (RIV) tests

IEC 60694, 6.3 is not applicable.

6.4 Measurement of the resistance of circuits

IEC 60694, 6.4 is applicable with the following addition:

Solid links of negligible resistance shall be used instead of fuses and the resistance of the links shall be recorded.

6.5 Temperature-rise tests

IEC 60694, 6.5 is applicable with the following addition:

The test shall be performed at the rated maximum thermal current, as determined by the manufacturer.

Fuses for the test (referred to as X) shall be determined by the manufacturer and recorded in the test report.

La conformité aux essais d'échauffement du circuit-switcher fusible constitué d'un socle et d'un type de fusible donné (notés X) établit la conformité de tout circuit-switcher fusible constitué du même socle et de fusibles d'un autre type, pour le courant assigné en service continu de ce nouveau circuit-switcher fusible ($I_{th \text{ circuit-switcher fusible}}$), si les quatre critères ci-dessous sont satisfaits:

- les fusibles ont la même longueur que les fusibles X;
- les fusibles ont un calibre plus faible, ou égal, à celui des fusibles X;
- les fusibles ont une puissance dissipée assignée (selon la CEI 60282-1) inférieure, ou égale, à celle des fusibles X;
- le déclassement des fusibles dans le circuit-switcher fusible ($I_{th \text{ circuit-switcher fusible}}/I_r$) est inférieur, ou égal, à celui des fusibles X.

Du fait que le respect des critères ci-dessus intègre déjà des marges de sécurité, le diamètre des fusibles n'est pas pris en considération.

NOTE Les propriétés diélectriques peuvent être affectées lors de l'utilisation de fusibles d'un diamètre différent de celui des fusibles X.

A la demande du constructeur, d'autres essais d'échauffement peuvent être réalisés, avec des fusibles de types différents fournissant des valeurs de courant thermique plus faibles que la valeur maximale assignée, de manière à fournir d'autres possibilités de critères de sélection de fusibles.

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

La CEI 60694, 6.6 n'est pas applicable.

6.7 Vérification de la protection

La CEI 60694, 6.7 est applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

La CEI 60694, 6.8 est applicable.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

La CEI 60694, 6.9 est applicable.

6.101 Essais d'établissement et de coupure

Ces essais comportent quatre séquences:

- $TD_{I_{th}}$: essais de fermeture et de coupure au courant thermique maximum assigné;
- $TD_{I_{sc}}$: essais de fermeture et de coupure au pouvoir de coupure assigné en court-circuit;
- $TD_{I_{to}}$: essais de coupure au courant d'intersection assigné;
- $TD_{I_{low}}$: essais de coupure au tiers du courant d'intersection assigné.

6.101.1 Conditions pour la réalisation des essais

En principe, les essais énumérés en 6.101 (essais d'établissement et de coupure) ne vérifient que les caractéristiques du circuit-switcher fusible particulier, composé du circuit-switcher et des fusibles, réellement essayé. Cependant, on reconnaît qu'il est pratiquement impossible:

The compliance with temperature rise tests of the fused circuit-switcher made of the fused circuit-switcher base and the proposed fuse type (referred to as X) demonstrates the compliance of any fused circuit-switcher made of the same fused circuit-switcher base fitted with other fuse type, at the associated thermal current of this new fused circuit-switcher (I_{th} fused circuit-switcher), provided that the four criteria below are fulfilled:

- the fuses have the same length as the fuse X;
- the fuses have rated current lower than, or equal to, those of the fuses X;
- the fuses have a rated dissipated power (according to the IEC 60282-1) lower than, or equal to those of the fuses X;
- the de-rating of the fuses within the fused circuit-switcher (I_{th} fused circuit-switcher / I_r fuse) is lower than, or equal to those of the fuses X.

As compliance with the above criteria already includes safety margins, the diameter of the fuses needs not to be considered.

NOTE The dielectric properties may be affected when using other diameters than that of fuse X.

On request of the manufacturer, other temperature rise tests may be performed, with different fuse types providing other thermal current values lower than the rated maximum thermal current, in order to provide further possibilities in the fuse selection criteria.

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

IEC 60694, 6.6 is not applicable.

6.7 Verification of the protection

IEC 60694, 6.7 is applicable.

6.8 Tightness tests

IEC 60694, 6.8 is applicable.

6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

IEC 60694, 6.9 is applicable.

6.101 Making and breaking tests

This tests contains four duties:

- $TD_{I_{th}}$: making and breaking tests at the rated maximum thermal current;
- $TD_{I_{sc}}$: making and breaking tests at the rated short-circuit current;
- $TD_{I_{to}}$: breaking test at the rated take-over current;
- $TD_{I_{low}}$: breaking test at one third of the rated take-over current.

6.101.1 Conditions for performing the tests

In principle, the tests detailed in 6.101 (making and breaking tests) verify only the performance of the particular fused circuit-switcher and fuses actually tested. However, it is recognized that it may well be impractical to:

- a) d'essayer un socle de circuit-switcher fusible donné avec tous les types de fusibles;
- b) de répéter les essais du circuit-switcher fusible chaque fois qu'on apporte des modifications à la conception des fusibles essayés initialement.

De fait, la conformité à la présente norme peut également être obtenue pour des circuits-switchers fusibles non ou partiellement essayés, constitués du socle de circuit-switcher fusible et de fusibles sous réserve que les conditions ci-dessous soient remplies:

- c) tout fusible considéré doit être conforme à sa norme (CEI 60282-1);
- d) le même type de percuteur, le cas échéant, doit équiper les fusibles, c'est-à-dire moyen ou fort selon la CEI 60282-1;
- e) les fusibles de ces variantes doivent satisfaire aux exigences spécifiées en 6.101.2.2.

6.101.1.1 Etat du circuit-switcher fusible avant les essais

Le circuit-switcher fusible à essayer doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Son dispositif de commande doit fonctionner dans les conditions spécifiées et, en particulier, si ce dispositif est à commande électrique ou pneumatique, il est alimenté sous la tension minimale ou sous la pression de gaz minimale comme spécifié dans la CEI 60694, 4.8 et 4.10, à moins que l'arrachement du courant n'influence les résultats d'essais, auquel cas le circuit-switcher fusible doit être alimenté à une tension ou à une pression de gaz comprise dans les tolérances spécifiées dans la CEI 60694, 4.8 et 4.10, choisie de manière à obtenir la plus grande vitesse des contacts au moment de leur séparation et l'efficacité maximale du milieu extincteur.

On doit vérifier que le circuit-switcher fusible fonctionne correctement à vide lorsque les conditions ci-dessus sont remplies.

Les circuits-switchers fusibles à commande manuelle indépendante peuvent être actionnés par un dispositif permettant de les commander à distance.

Le choix du côté à mettre sous tension doit être considéré avec soin. Lorsque le circuit-switcher fusible est prévu pour être alimenté de n'importe quel côté et que la géométrie d'un côté de la coupure ou des coupures du circuit-switcher fusible diffère de celle qui existe de l'autre côté, le côté sous tension du circuit d'essai doit être raccordé au circuit-switcher fusible du côté donnant les conditions les plus sévères. En cas de doute, la série d'essais doit être répétée en inversant les connexions d'alimentation, mais, pour les séries d'essais comportant des essais identiques, un essai doit être effectué avec un des côtés sous tension et le ou les essais suivants avec l'autre côté sous tension.

Les essais doivent être réalisés à température ambiante et sans charge préexistante, sauf mention contraire.

6.101.1.2 Fréquence d'essai

Les circuits-switchers fusibles doivent être essayés à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 8\%$. Cependant, par commodité d'essai, des écarts à cette tolérance sont admis; ainsi, lorsque des circuits-switchers fusibles de fréquence assignée de 50 Hz sont essayés à une fréquence de 60 Hz et inversement, il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats, en prenant en considération tous les éléments significatifs tels que le type du circuit-switcher fusible et le type d'essais effectué.

NOTE Dans quelques cas, les caractéristiques assignées d'un circuit-switcher fusible utilisé à 60 Hz peuvent être différentes de ses caractéristiques assignées à 50 Hz.

6.101.1.3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du circuit d'essais doit être déterminé par mesurage et doit être pris égal à la moyenne des facteurs de puissance dans chaque phase.

- a) test a given fused circuit-switcher base with every type of fuse;
- b) repeat fused circuit-switcher tests whenever alterations are made in the design of the originally tested fuses.

Therefore, compliance with this standard may also be achieved by alternative untested or partially tested fused circuit-switchers made of the fused circuit-switcher base and fuses, provided that the following conditions are met:

- c) any fuse considered shall comply with its standard (IEC 60282-1);
- d) the same type of striker (if used) must be fitted i.e. medium or heavy in accordance with IEC 60282-1;
- e) the alternative type of fuse fulfils the requirements stated in 6.101.2.2.

6.101.1.1 Condition of the fused circuit-switcher before tests

The fused circuit-switcher under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. Its operating device shall be operated in the manner specified and, in particular, if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated at the minimum voltage or gas pressure respectively as specified in IEC 60694, 4.8 and 4.10, unless current chopping influences the test results. In the latter case, the fused circuit-switcher shall be operated at a voltage or gas pressure within the tolerances specified in IEC 60694, 4.8 and 4.10, chosen to obtain the highest contact speed at contact separation and maximum arc extinguishing properties.

It shall be shown that the fused circuit-switcher will operate satisfactorily under the above conditions on no-load.

Fused circuit-switchers with independent manual operation may be operated by an arrangement provided for the purposes of making remote control possible.

Due consideration shall be given to the choice of the live side connections. When the fused circuit-switcher is intended for power supply from either side and the physical arrangement of one side of the break – or breaks – of the fused circuit-switcher differs from that of the other side, the live side of the test circuit shall be connected to that side of the fused circuit-switcher which gives the more onerous condition. In case of doubt, the test duty shall be repeated with the supply connections reversed, but for test duties comprising identical tests, one test shall be made with the supply connected to one side and the following test(s) with the supply connected to the other side.

The tests shall be carried out at the ambient temperature and without previous loading unless otherwise specified.

6.101.1.2 Test frequency

Fused circuit-switchers shall be tested at rated frequency with a tolerance of $\pm 8\%$. However, for convenience of testing, some deviations from the above tolerance are allowed; for example, when fused circuit-switchers rated at 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa, care should be taken in the interpretation of the results, taking into account all significant facts such as the type of the fused circuit-switcher and the type of tests performed.

NOTE In some cases, the rated characteristics of a fused circuit-switcher when used on a 60 Hz system may be different from its rated characteristics when used on a 50 Hz system.

6.101.1.3 Power factor

The power factor of the test circuit shall be determined by measurement and shall be taken as the average of the power factors in each phase.

6.101.1.4 Disposition des circuits d'essais

Pour $TD_{I_{th}}$, il est fait référence à la séquence d'essais triphasée «charge principalement active» de la CEI 60265-1; de ce fait, le circuit d'essai illustré à la Figure 3a doit être utilisé.

Pour les autres séquences d'essais, le circuit d'essai illustré à la Figure 3b doit être utilisé.

Pour les circuits-switchers fusibles donnant lieu à une émission de flammes ou de particules métalliques, les essais doivent être faits en plaçant des écrans métalliques au voisinage des parties sous tension et séparés de celles-ci par une distance dans l'air que le constructeur doit spécifier.

Les écrans, châssis ou autres parties normalement mises à la terre doivent être isolés de la terre mais reliés à elle par un fusible constitué d'un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et de 50 mm de long. Le fil fusible peut également être connecté à l'enroulement secondaire d'un transformateur d'intensité de rapport 1:1. Les bornes secondaires du transformateur d'intensité peuvent être protégées par un éclateur ou un limiteur de surtensions. On considère qu'il n'y a pas de courant de fuite significatif si le fil fusible est intact après l'essai.

6.101.1.5 Tension d'essai pour les essais de coupure

La tension d'essai est la moyenne des tensions entre phases mesurées au niveau du circuit-switcher fusible, immédiatement après la coupure.

La tension doit être mesurée aussi près que possible des bornes du circuit-switcher fusible, c'est-à-dire sans impédance appréciable entre le point de mesure et les bornes.

Dans le cas d'essais triphasés, la tension d'essai doit avoir une valeur aussi proche que possible de la tension assignée du circuit-switcher fusible.

La tolérance sur la valeur moyenne est de $\pm 5\%$ de la valeur spécifiée, et la tolérance sur chaque tension de phase est de $\pm 20\%$ par rapport à la valeur moyenne.

6.101.1.6 Tension de rétablissement à fréquence industrielle

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant un temps au moins égal à 0,3 s après l'extinction de l'arc.

6.101.1.7 Tension appliquée pour les essais d'établissement sur court-circuit

La tension appliquée, avant les essais de fermeture sur court-circuit de la série d'essais $TD_{I_{sc}}$ est la valeur efficace de la tension aux bornes d'un pôle immédiatement avant l'essai.

Dans le cas d'essais triphasés, la valeur moyenne des tensions appliquées ne doit pas être inférieure à la tension assignée divisée par $\sqrt{3}$ et ne doit pas dépasser cette valeur de plus de 10 % sans l'accord du constructeur.

La différence entre la valeur moyenne et la valeur des tensions appliquées dans chaque phase ne doit pas dépasser 5 % de cette valeur moyenne.

6.101.1.8 Courant de coupure

Pour la série d'essais $TD_{I_{th}}$, les valeurs d'essais font référence à l'essai «établissement et coupure de circuit de charge principalement active» de la CEI 60265-1.

6.101.1.4 Arrangement of test circuits

For TD_{lth} , reference is made to three-phase test duty "mainly active load circuit" of the IEC 60265-1; then, the test circuit illustrated in Figure 3a shall be used.

For other test duties, the test circuit illustrated in Figure 3b shall be used.

For fused circuit-switchers producing an emission of flame or metallic particles, the tests shall be made with metallic screens placed in the vicinity of the live parts, and separated from them by a clearance distance that the manufacturer shall specify.

The screens, frame and other normally earthed parts shall be insulated from earth but connected to earth through a copper wire of 0,1 mm diameter and 50 mm in length. This copper wire may also be connected to the secondary side of a 1:1 ratio current transformer. The terminal 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.

6.101.1.5 Test voltage for breaking tests

The test voltage is the average of the phase-to-phase voltages measured at the fused circuit-switcher location immediately after the breaking operation.

The voltage shall be measured as close as practicable to the terminals of the fused circuit-switcher, i.e. without appreciable impedance between the measuring point and the terminals.

The test voltage, in the case of three-phase tests, shall be, as nearly as possible, equal to the rated voltage of the fused circuit-switcher.

The tolerance on the average value is $\pm 5\%$ of the specified value, and the tolerance on any phase to the average value is $\pm 20\%$.

6.101.1.6 Power-frequency recovery voltage

The power-frequency recovery voltage shall be maintained for at least 0,3 s after arc extinction.

6.101.1.7 Applied voltage before fault making tests

The applied voltage before the fault making tests of test duty TD_{lsc} is the r.m.s. value of the voltage at the pole terminals immediately before the test.

In the case of three-phase tests the average value of the applied voltages shall be not less than the rated voltage of the fused circuit-switcher divided by $\sqrt{3}$ and shall not exceed this value by more than 10 % without the consent of the manufacturer.

The difference between the average value and the applied voltages of each phase shall not exceed 5 % of the average value.

6.101.1.8 Breaking current

For test duty TD_{lth} , the test quantities refer to the "mainly active load circuit" making and breaking tests of IEC 60265-1.

Pour la série d'essais TD_{ISC} , la valeur efficace de la composante alternative du courant de court-circuit coupé présumé doit être mesurée une demi-période après le début du court-circuit lors de l'essai d'étalonnage.

Pour les séries d'essais TD_{Ito} et TD_{Ilow} , le courant coupé est la valeur efficace de la composante alternative mesurée au début de l'arc.

Pour les séries d'essais TD_{ISC} , TD_{Ito} et TD_{Ilow} , la valeur efficace de la composante alternative du courant coupé de tous les pôles ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur moyenne.

6.101.1.9 Tension transitoire de rétablissement

Pour le «courant de charge principalement active», les conditions de la CEI 60265-1 s'appliquent. Pour les niveaux de défaut élevés, les TTR définies dans la CEI 60282-1 s'appliquent. Pour les niveaux de défaut réduits, les TTR définies dans les séquences d'essais correspondantes de la CEI 62271-100 s'appliquent (voir les séquences d'essais TD_{Ito} et TD_{Ilow} de la présente norme). Les paramètres utilisés pour spécifier les TTRs sont illustrés à la Figure 1.

La tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit d'essai doit être déterminée par une méthode telle que les appareils servant à provoquer et à mesurer l'onde de tension soient sans influence pratique sur cette onde. Elle est mesurée aux bornes auxquelles l'appareil en essai est raccordé, tous les dispositifs de mesure tels que les diviseurs de tension étant en place. Des méthodes appropriées sont décrites à l'Annexe F de la CEI 62271-100.

Pour les circuits triphasés, la tension transitoire de rétablissement se réfère au pôle qui coupe en premier, c'est-à-dire la tension aux bornes d'un pôle ouvert, les deux autres pôles étant fermés, dans un circuit d'essais conforme aux indications de 6.101.1.4.

La courbe de la tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit d'essai est représentée par son enveloppe tracée comme indiqué à la Figure 2, et par sa partie initiale.

L'onde de tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'essai doit satisfaire aux deux conditions suivantes:

- a) son enveloppe ne doit jamais être située en dessous du tracé de référence spécifié;

NOTE Il est précisé que l'accord du constructeur est nécessaire pour fixer de combien l'enveloppe peut dépasser le tracé de référence spécifié.

- b) la partie initiale ne doit pas traverser le segment de droite spécifié définissant le retard quand un tel retard est spécifié.

6.101.2 Procédures des séquences d'essais

6.101.2.1 Séquence d'essais TD_{Ith} – Essais d'établissement et de coupure au courant thermique maximal assigné

L'essai est réalisé conformément à la séquence d'essais d'établissement et de coupure de «circuit de charge principalement active» de la CEI 60265-1. La classe, comme définie dans la CEI 60265-1, doit être E2. Les fusibles peuvent être remplacés par des connexions rigides d'impédance négligeable.

Si l'appareil de coupure utilisé au sein du circuit-switcher fusible a déjà été essayé selon la CEI 60265-1, en classe E2 ou E3, avec un courant normal assigné supérieur ou égal au courant thermique maximal assigné du circuit-switcher fusible, alors la séquence d'essais TD_{Ith} peut être omise.

For test duties TD_{ISC} , the r.m.s. value of the a.c. component of the prospective short-circuit breaking current shall be measured one half-cycle after the initiation of the short-circuit in the prospective current test.

For test duties TD_{Ito} and TD_{Ilow} the breaking current shall be the r.m.s. value of the a.c. component measured at the initiation of arcing.

For test duties TD_{ISC} , TD_{Ito} and TD_{Ilow} the r.m.s. value of the a.c. component of the breaking current in any pole shall not vary from the average by more than 10 % of the average.

6.101.1.9 Transient recovery voltage

For "mainly active load current", conditions of IEC 60265-1 apply. For high fault levels, TRVs defined in IEC 60282-1 apply. For reduced fault levels, TRVs defined in relevant test duties of IEC 62271-100 apply (see type tests duties TD_{Ito} and TD_{Ilow} of this standard). The parameters used for specifying the TRVs are illustrated in Figure 1.

The prospective TRV of a test circuit shall be determined by such a method as will produce and measure the TRV wave without significantly influencing it and shall be measured at the terminals to which the device will be connected with all necessary test-measuring devices, such as voltage dividers, included. Suitable methods are described in Annex F of IEC 62271-100.

For three-phase circuits, the transient recovery voltage refers to the first pole to clear, i.e. the voltage across one open pole with the other two poles closed, with the appropriate test circuit arranged in accordance with 6.101.1.4.

The prospective transient recovery voltage curve of a test circuit is represented by its envelope drawn as shown in Figure 2 and by its initial portion.

The prospective transient recovery voltage wave of the test circuit shall comply with the following requirements:

- a) its envelope shall at no time be below the specified reference line;

NOTE It is stressed that the extent by which the envelope may exceed the specified reference line requires the consent of the manufacturer.

- b) its initial portion shall not cross the delay line where such a one is specified.

6.101.2 Test duty procedures

6.101.2.1 Test duty TD_{Ith} – Making and breaking tests at the rated maximum thermal current

The test is performed according to the test duty "mainly active load circuit" of the IEC 60265-1. The class, as defined in IEC 60265-1, shall be E2. Fuses may be replaced by solid links of negligible impedance.

If the switching device used within the fused circuit-switcher has already been tested according to IEC 60265-1, class E2 or E3, with a rated normal current higher than or equal to the rated maximum thermal current of the fused circuit-switcher, then the test duty TD_{Ith} may be omitted.

6.101.2.2 Séquence d'essais TD_{Isc} – Essais d'établissement et de coupure au courant de court-circuit assigné

Cette séquence d'essais est réalisée pour démontrer que le circuit-switcher fusible est capable d'établir et de supporter le courant limité du fusible sans dommage à cette valeur de courant. L'essai doit être réalisé avec des fusibles dans les trois pôles du circuit-switcher fusible.

Si un fonctionnement avec percuteurs est possible, les fusibles doivent être équipés de percuteurs et l'essai doit démontrer que le percuteur ouvre le circuit-switcher fusible.

Les essais réalisés sur un circuit-switcher fusible équipé de fusibles d'un type donné sont considérés valables également pour un circuit-switcher fusible constitué du même socle équipée de fusibles d'un type différent de la liste de référence pourvu que le courant limité et l'intégrale de Joule I^2t , tels que déterminés par la série d'essais 1 de la CEI 60282-1, ne soient pas plus grands que ceux du type essayé, déterminés dans des conditions similaires.

Un essai de coupure et un essai d'établissement-coupure doivent être faits sur un circuit triphasé ayant un courant de court-circuit présumé égal au pouvoir de coupure en court-circuit assigné du circuit-switcher fusible avec une tolérance de $\pm 5\%$.

Le circuit d'essai doit être conforme à 6.101.1.4 (la Figure 3b s'applique).

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être entre 0,07 et 0,15 en retard.

La tension appliquée doit être conforme à 6.101.1.7.

Si un déclenchement par percuteur est attendu, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être déterminée ainsi:

- la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit satisfaire les conditions de 6.101.1.5;
- la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être vérifiée conformément à la Figure 4.

Si il n'y a pas possibilité de déclenchement par percuteurs, il est supposé que deux fusibles seulement vont fonctionner et aucun critère d'acceptation n'est défini pour la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme à 4.102 et 6.101.1.9, c'est-à-dire en faisant référence aux valeurs fournies dans la CEI 60282-1.

La première manœuvre de la séquence d'essais doit être faite avec le début d'arc dans le fusible d'une des phases extrêmes conforme aux critères de la séquence d'essais 1 de la CEI 60282-1, c'est-à-dire être compris entre 65 et 90 degrés électriques après le zéro de tension dans ce pôle.

6.101.2.3 Séquence d'essais TD_{Ito} – Essais de coupure au courant d'intersection assigné

Cette séquence d'essais est effectuée pour démontrer la parfaite coordination entre le circuit-switcher actionné par le déclencheur et les fusibles dans la zone de courant où le circuit-switcher sous l'action du déclencheur prend la relève des fusibles pour assurer la coupure.

Trois essais de coupure doivent être réalisés dans un circuit triphasé, avec les fusibles dans les trois pôles remplacés par des connexions rigides d'impédance négligeable.

6.101.2.2 Test duty TD_{IsC} – Making and breaking tests at the rated short-circuit current

This test duty is performed to demonstrate that the fused circuit-switcher is capable of making and withstanding the cut-off current of the fuse without damage at this current. The test shall be carried out with fuses fitted in all three poles of the fused circuit-switcher.

If striker operation is possible, fuses shall be fitted with strikers and the test shall demonstrate that the striker opens the fused circuit-switcher.

Tests on a fused circuit-switcher fitted with fuses of a particular type are deemed also to apply to a fused circuit-switcher having the same circuit-switcher base and fuses of alternative type; provided that the cut-off current and operating I^2t of the alternative type, as established by test duty 1 of IEC 60282-1, are not greater than those of the tested type similarly established.

One break and then one make-break test shall be made in a three-phase circuit having prospective current equal to the rated short-circuit breaking current of the fused circuit-switcher with a tolerance of $^{+5}_{0}\%$.

The test circuit shall be in accordance with 6.101.1.4 (Figure 3b applies).

The power factor of the test circuit shall be 0,07 to 0,15 lagging.

The applied voltage shall be in accordance with 6.101.1.7.

If striker operation is intended, the power frequency recovery voltage shall be determined as follows:

- the power frequency recovery voltage shall comply with 6.101.1.5;
- the power frequency recovery voltage shall be checked according to Figure 4.

If no striker operation is possible, it is expected that only two fuses are going to operate and no acceptance criterion is provided for the power frequency recovery voltage.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with 4.102 and 6.101.1.9, meaning with reference to values provided in IEC 60282-1.

The first operation of the test duty shall be made with the initiation of arcing in the fuse in one of the outer poles in accordance with the provisions of test duty 1 of IEC 60282-1, i.e. within the range 65 to 90 electrical degrees after voltage zero in that pole.

6.101.2.3 Test duty TD_{Ito} – Breaking tests at the rated take-over current

This test duty is performed to prove the correct co-ordination between the release-operated circuit-switcher and fuses in the current region where the breaking duty is taken over from the fuses by the release-operated circuit-switcher.

Three break tests shall be made in a three-phase circuit, with the fuses in all three poles replaced by solid links of negligible impedance.

Le circuit d'essai doit être conforme à 6.101.1.4 (la Figure 3b s'applique).

La valeur du courant d'essai correspond au courant d'intersection assigné du circuit-switcher fusible, avec une tolérance de $^{+5}_0$ %.

La TTR présumée doit être conforme à 4.102 et 6.101.1.9, en faisant référence aux valeurs les plus sévères (valeur de crête la plus élevée et temps de montée le plus court) spécifiées pour la série d'essais T30 de la CEI 62271-100.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être vérifiée selon les conditions applicables de la CEI 62271-100.

6.101.2.4 Séquence d'essais TD_{low} – Essai à un tiers du courant d'intersection assigné

Cette séquence d'essais est effectuée pour démontrer le fonctionnement correct du circuit-switcher actionné par le déclencheur en conditions de défaut, dans la zone de courant en dessous de la courbe de fusion des fusibles.

Trois essais de coupure doivent être réalisés dans un circuit triphasé, avec les fusibles remplacés dans les trois pôles par des connexions rigides d'impédance négligeable.

Le circuit d'essai doit être conforme à 6.101.1.4 (la Figure 3b s'applique).

Le courant d'essai doit être d'un tiers du courant d'intersection assigné du circuit-switcher fusible, avec une tolérance de ± 10 %.

La TTR présumée doit être conforme à 4.102 et 6.101.1.9, en faisant référence aux valeurs les plus sévères spécifiées pour la série d'essais T10 de la CEI 62271-100.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être vérifiée selon les conditions applicables de la CEI 62271-100.

6.101.2.5 Résumé des paramètres d'essais

Un résumé des paramètres à utiliser pour les essais est fourni dans le Tableau 4.

6.101.3 Comportement du circuit-switcher fusible pendant les essais

Le circuit-switcher fusible peut être examiné mais non remis en état (hormis le remplacement des fusibles) entre deux quelconques des séquences d'essais, séquences qui doivent être effectuées sur le même appareil.

Pendant les essais, le circuit-switcher fusible ne doit montrer ni signes de contraintes excessives, ni phénomènes qui pourraient mettre en danger l'opérateur.

Pour les circuits-switchers fusibles remplis de liquide, il ne doit pas se produire d'émission de flammes et les gaz produits ainsi que le liquide entraîné par ces gaz doivent pouvoir s'échapper de façon à ne pas provoquer d'amorçage électrique.

Pour les autres types de circuits-switchers fusibles, les flammes ou les particules métalliques, qui pourraient réduire le niveau d'isolement de l'appareil, ne doivent pas être projetées au-delà des limites fixées par le constructeur.

On admet qu'il n'y a pas eu de courant de fuite significatif si le fil tel que défini en 6.101.1.4 est intact après l'essai.

The test circuit shall be in accordance with 6.101.1.4 (Figure 3b applies).

The test current value is corresponding to the rated take-over current of the fused circuit-switcher, with a tolerance of $^{+5}_{0}\%$.

The prospective TRV shall be in accordance with 4.102 and 6.101.1.9, with reference to the most severe values (highest peak value and shortest rise time) specified for test duty T30 of IEC 62271-100.

The power frequency recovery voltage shall be checked according to IEC 62271-100 relevant conditions.

6.101.2.4 Test Duty TD_{low} – Test at one third of the rated take-over current

This test duty is performed to prove the correct operation of the circuit-switcher when tripped under fault conditions, in the current region below the melting curve of the fuses.

Three breaking tests shall be made in a three-phase circuit, with the fuses in all three poles replaced by solid links of negligible impedance.

The test circuit shall be in accordance with 6.101.1.4 (Figure 3b applies).

The test current shall be one third of the rated take-over current of the fused circuit-switcher with a tolerance of $\pm 10\%$.

The prospective TRV shall be in accordance with 4.102 and 6.101.1.9, with reference to the most severe values specified for test duty T10 of IEC 62271-100.

The power frequency recovery voltage shall be checked according to IEC 62271-100 relevant conditions.

6.101.2.5 Summary of test parameters

A summary of the parameters to be used when performing test duties is given in Table 4.

6.101.3 Behaviour of the fused circuit-switcher during tests

The fused circuit-switcher may be inspected but not reconditioned (apart from the replacement of fuses) between any of the test duties, which shall all be performed on one sample.

During operation, the fused circuit-switcher shall show neither signs of excessive distress nor phenomena that might endanger an operator.

From liquid-filled fused circuit-switchers there shall be no outward emission of flame, and the gases produced together with the liquid carried with the gases shall not be allowed to escape in such a way as to cause electrical breakdown.

For other types of fused circuit-switchers, flame or metallic particles such as might impair the insulation level of the fused circuit-switcher shall not be projected beyond the boundaries specified by the manufacturer.

No significant leakage current is assumed to have flowed if the fuse wire defined in 6.101.1.4 is intact after the test.

Pendant la série d'essais TD_{ISC} , un circuit-switcher fusible équipé de percuteurs doit ouvrir sous l'action des percuteurs.

Des décharges disruptives non entretenues peuvent se produire durant la période de tension de rétablissement qui suit une opération de coupure. Toutefois, leur apparition n'est pas un signe de défaillance de l'organe de coupure en essai et ne représente pas un risque pour un système en exploitation. De ce fait, leur nombre est sans signification dans l'interprétation de la performance de l'appareil en essai. Si des NSDD sont visibles durant les essais, elles doivent être signalées sur le rapport d'essai pour justifier des irrégularités de la tension de rétablissement.

NOTE 1 Il convient de remplacer systématiquement les trois fusibles, qu'ils aient fonctionné ou non au cours de l'essai.

NOTE 2 Pour certains essais triphasés, un fusible et/ou son percuteur peuvent ne pas avoir fonctionné. Cela n'est pas une condition anormale et susceptible de remettre en cause la validité de l'essai pourvu que le fusible n'ait subi aucun dommage externe.

6.101.4 Etat de l'appareil après les essais

Après les essais, les fusibles doivent satisfaire aux conditions définies dans la CEI 60282-1, 7.2.3.

Après avoir effectué chaque séquence d'essais:

- a) les parties mécaniques et les isolateurs du circuit-switcher fusible doivent être pratiquement dans le même état qu'avant les essais. Il peut y avoir quelques dépôts sur les isolateurs dus à la décomposition du milieu extincteur;
- b) le circuit-switcher fusible doit être capable, sans remise en état, de conserver ses propriétés isolantes;
- c) pour les circuits-switchers fusibles qui comprennent une fonction sectionneur, les propriétés diélectriques en position ouverte ne doivent pas être réduites en dessous de celles spécifiées par suite d'une détérioration des parties isolantes au voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle avec celle-ci. Les conditions pour les sectionneurs de la CEI 62271-102, 6.2.11 doivent être satisfaites;
- d) le circuit-switcher fusible doit être capable de supporter son courant assigné en service continu après remplacement des fusibles.

Le contrôle visuel et la manœuvre hors charge du circuit-switcher fusible après les essais sont généralement suffisants pour contrôler ces exigences.

En cas de doute sur l'aptitude du circuit-switcher fusible, lorsque cela est applicable, à remplir les conditions de 6.101.4 b), on doit procéder aux essais diélectriques de tenue à fréquence industrielle prévus par la CEI 60694, 6.2.11. Pour les circuits-switchers fusibles avec des organes de coupure scellés à vie, l'essai de vérification d'état est obligatoire sauf si l'organe de coupure peut être démonté ou ouvert pour inspection.

En cas de doute sur l'aptitude du circuit-switcher fusible, lorsque cela est applicable, à remplir les conditions de 6.101.4 c), on doit procéder aux essais diélectriques de tenue à fréquence industrielle prévus par la CEI 60694, 6.2.11. Pour les circuits-switchers fusibles avec des organes de coupure scellés à vie, l'essai de vérification d'état est obligatoire sauf si l'organe de coupure peut être démonté ou ouvert pour inspection.

En cas de doute sur l'aptitude du circuit-switcher fusible à satisfaire les conditions de 6.101.4 d), l'exigence est considérée comme satisfaite si l'une des conditions suivantes est remplie:

- a) l'inspection visuelle des contacts principaux démontre clairement leur bon état;
- ou bien, si l'inspection n'est pas réalisable ou n'est pas satisfaisante,

During test duty TD_{ISC} , a fused circuit-switcher fitted with strikers shall open following the action of the fuse strikers.

Non-sustained disruptive discharges may occur during the recovery voltage period following a breaking operation. However, their occurrence is not a sign of distress of the switching device under test and they do not pose any risk to a system in service. Therefore, their number is of no significance to interpreting the performance of the device under test. Where NSDDs are seen during normal testing they shall be reported in order to explain the irregularities in the recovery voltage.

NOTE 1 After each test, all three fuses should be replaced regardless of whether, they have operated or not during the test.

NOTE 2 In three-phase operations, one fuse and/or its striker may not have operated during tests. This is a normal and not unusual condition that will not invalidate acceptance of the test provided that the fuse did not receive external damage in any way.

6.101.4 Condition of the apparatus after tests

After tests, fuses shall comply with the requirements of IEC 60282-1, 7.2.3.

After performing each test duty:

- a) the mechanical function and the insulators of the fused circuit-switcher shall be practically in the same condition as before the tests. There may be deposits on the insulators caused by the decomposition of the arc-extinguishing medium;
- b) the fused circuit-switcher shall, without reconditioning, be capable of maintaining its insulating properties;
- c) for those fused circuit-switchers which incorporate a disconnecter function, the isolating properties of the disconnecter in the open position shall not be reduced below those specified by deterioration of insulating parts in the vicinity of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors in IEC 62271-102, 6.2.11 shall be fulfilled;
- d) the fused circuit-switcher shall be capable of carrying its thermal current continuously after renewal of fuses

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

In case of doubt on the ability of the fused circuit-switcher to meet the conditions of 6.101.4 b), it shall be subjected to the relevant power-frequency voltage withstand tests in accordance with IEC 60694, 6.2.11. For fused circuit-switchers with sealed for life interrupters, the condition checking test is mandatory unless the sealed interrupter may be disassembled or open for the purposes of inspection.

In case of doubt as to the capability of the fused circuit-switcher, where applicable, to meet the conditions of 6.101.4 c), it shall be subjected to the relevant power-frequency voltage withstand tests in accordance with IEC 60694, 6.2.11. For fused circuit-switchers with sealed for life interrupters, the condition checking test is mandatory unless the sealed interrupter may be disassembled or open for the purpose of inspection.

In case of doubt on the capability of the fused circuit-switcher, where applicable, to meet the conditions of 6.101.4 d), the requirement is considered to be met if one of the following criteria is satisfied:

- a) visual inspection of the main contacts shows evidence of their good condition;
- or, if unpracticable or unsatisfying,

- b) la résistance du circuit principal, mesurée aussi près que possible des contacts principaux, et selon la procédure de la CEI 60694, 6.4.1, ne montre pas de changement, par comparaison à la résistance mesurée avant essais, supérieur à 100 % de la valeur initiale, ou supérieur à 100 $\mu\Omega$, la plus faible de ces deux valeurs s'appliquant;

ou bien, si la condition de b) n'est pas satisfaite,

- c) un essai au courant thermique maximal assigné démontre qu'il n'y a pas d'emballement thermique, en surveillant la température, aux points où la mesure de résistance a été réalisée avant les essais, jusqu'à stabilisation (variation de moins de 1 K par heure). Pendant cet essai, aucune autre mesure de température n'est effectuée à l'intérieur de l'appareil de coupure. Si la stabilisation ne peut pas être obtenue, alors l'essai de sanction est négatif et le circuit-switcher fusible est considéré comme ayant également échoué à la série d'essais.

6.102 Essais de fonctionnement mécanique

Il convient de monter pour l'essai le circuit-switcher fusible sur son propre support et son mécanisme de manœuvre doit être actionné selon la manière spécifiée. Sauf exigence contraire, les essais peuvent être effectués à toute température convenable de l'air ambiant.

La tension d'alimentation du dispositif de manœuvre doit être mesurée aux bornes pendant la manœuvre du circuit-switcher. Les équipements auxiliaires faisant partie du dispositif de manœuvre 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 circuits-switchers fusibles manœuvrés manuellement, afin de faciliter l'essai, le dispositif de manœuvre peut être remplacé par un mécanisme de manœuvre à source d'énergie extérieure fournissant un effort de manœuvre équivalent à celui de la manœuvre manuelle.

Les essais de fonctionnement mécanique doivent comprendre 1 000 cycles de manœuvre sans tension ni courant dans le circuit principal.

Un circuit-switcher fusible ayant un dispositif de manœuvre avec source d'énergie doit être soumis aux essais suivants:

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

Pour un circuit-switcher fusible équipé de tringlages de déclenchement par percuteur, des essais sur les tringlages de déclenchement doivent être réalisés comme suit:

- a) Pour vérifier la fiabilité mécanique des tringlages entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'appareil, un total 100 manœuvres doit être effectué, dont 90 (30 dans chaque pôle) avec un percuteur d'énergie minimale et 10 avec trois percuteurs d'énergie maximale fonctionnant simultanément. Pendant les essais, le mesurage de la durée d'ouverture du circuit-switcher fusible est réalisé pour vérifier les exigences de 5.102 a) 1). Après cette série d'essais, le fonctionnement mécanique des tringlages de déclenchement doit être pratiquement le même qu'avant les essais.
- b) Utilisant un fusible factice dont la sortie du percuteur a été réglée à la valeur minimale de la tolérance spécifiée dans la CEI 60282-1, on vérifie successivement sur chaque pôle que le circuit-switcher soit ne peut se fermer, soit ne peut rester fermé, selon son principe de construction.

NOTE Pour ces essais, on peut utiliser un dispositif simulant le fonctionnement du percuteur des fusibles.

- b) the main circuit resistance, measured as close as possible to the main contacts, and according to the procedure of IEC 60694, 6.4.1, does not exhibit a change, compared with resistance measured before the tests, larger than either 100 % of the initial value or 100 $\mu\Omega$, whichever the lowest;

or, if the condition of b) is not satisfied:

- c) a test under rated maximum thermal current demonstrates that no thermal runaway occurs, by monitoring the temperature at the points where resistance measurement were made until stabilization (variation less than 1K per hour). During this test, no other temperature measurement is made inside of the switching device. If stabilization cannot be obtained, then the condition check has failed and the fused circuit-switcher is considered to have failed the test duty as well.

6.102 Mechanical operation tests

The fused circuit-switcher 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 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 fused circuit-switchers, 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.

The mechanical operation tests shall consist of 1 000 operating cycles without voltage on, or current in, the main circuit.

A fused circuit-switcher having a power-operating device shall be subjected to the following tests:

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

For a fused circuit-switcher fitted with striker tripping linkages, additional tests of the trip linkages shall be performed as follows:

- a) To test the mechanical reliability of the linkages between the fuse striker(s) and the switchgear release, a total of 100 opening operations shall be made, of which 90 shall be made (30 in each pole) with one striker of minimum energy and 10 with three strikers of maximum energy operating simultaneously. During the tests, measurement of the opening time of the fused circuit-switcher is performed to check the requirement of 5.102 a) 1). After performing this test duty, the mechanical functioning of the trip linkages shall be practically the same as before the tests.
- b) Using a dummy fuse-link with extended striker, set to the minimum actual travel within the tolerance specified in IEC 60282-1, for each pole in turn it shall be shown that the fused circuit-switcher either cannot be closed or cannot remain closed according to its design.

NOTE For the purpose of these tests, a device simulating fuse striker operation may be used.

6.102.1 Etat du circuit-switcher fusible pendant et après les essais de fonctionnement mécanique

Les positions, totalement ouverte et totalement fermée, doivent être obtenues pendant chaque cycle de manœuvre. Le circuit-switcher fusible doit être dans un état lui permettant de fonctionner normalement, d'établir, de supporter et de couper son courant thermique maximal assigné. Le fonctionnement satisfaisant des dispositifs de manœuvre, 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 circuits-switchers ayant du gaz comme milieu isolant, un essai d'étanchéité doit être effectué avant et après les essais de fonctionnement mécanique. Voir la CEI 60694, 6.8. 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.

6.102.2 Etat des fusibles pendant et après les essais de fonctionnement mécanique

Pendant les essais spécifiés en 6.102, trois fusibles doivent être installés dans les pôles du circuit-switcher fusible. La résistance à froid doit être mesurée avant et après les essais.

Après la réalisation de la séquence, ou des séquences, d'essais, les fusibles ne doivent montrer ni signes de dommage mécanique, ni changement significatif de la résistance. Ils ne doivent pas être déplacés dans leurs contacts.

NOTE Un changement de résistance plus important que la précision de la méthode de mesure peut être considéré comme significatif.

7 Essais individuels de série

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

7.101 Essais de fonctionnement mécanique

Des essais de manœuvre mécanique doivent être effectués pour assurer que les circuits-switchers fusibles satisfont les conditions de service spécifiées dans les limites spécifiées de tensions et de pression d'alimentation de leurs dispositifs de manœuvres.

Pendant ces essais, il doit être vérifié en particulier que les circuits-switchers fusibles ouvrent et ferment correctement quand leurs dispositifs de manœuvre sont sous tension ou sous pression. Il doit également être vérifié que la manœuvre ne cause aucun dégât aux circuits-switchers fusibles. Les essais peuvent être effectués sans fusibles.

Pour tous les circuits-switchers fusibles, les essais ci-dessous doivent être réalisés, quand ils sont applicables:

- dans les conditions de 6.102 sous l'action d'un percuteur d'énergie minimale simulé: une opération d'ouverture sur chaque phase;
- à la valeur maximale spécifiée de la tension d'alimentation et/ou de la pression de l'alimentation en gaz: cinq fermetures et cinq ouvertures;
- à la valeur minimale spécifiée de la tension d'alimentation et/ou de la pression de l'alimentation en gaz: cinq fermetures et cinq ouvertures;
- si un circuit-switcher fusible peut être manœuvré à la main de la même façon que par son dispositif de manœuvre électrique ou pneumatique: cinq fermetures et ouvertures manuelles;

6.102.1 Condition of fused circuit-switcher during and after mechanical operation tests

The fully closed and fully open positions shall be attained during each operating cycle. The fused circuit-switcher shall be in such a condition that it is capable of operating normally, making, carrying and breaking its rated maximum thermal 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 gas filled circuit-switchers, a tightness test shall be performed before and after the mechanical operation test according to IEC 60694, 6.8. 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.

6.102.2 Condition of the fuses during and after mechanical operation tests

During the test given in 6.102, three fuses shall be fitted in the poles of the fused circuit-switcher. Cold resistance shall be measured before and after the tests.

After performing this (these) test duty(ies), the fuses shall show neither signs of mechanical damage nor significant change in resistance. They shall not have become displaced in their contacts.

NOTE A change of resistance larger than the accuracy of the measuring procedure should be considered as significant.

7 Routine tests

Clause 7 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

7.101 Mechanical operating tests

Operating tests shall be carried out to ensure that fused circuit-switchers comply with the prescribed operating conditions within the specified voltage and supply pressure limits of their operating devices.

During these tests, it shall be verified, in particular, that the fused circuit-switchers 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 fused circuit-switchers. Tests may be made without fuses.

For all fused circuit-switchers the following test shall be carried out, where applicable:

- a) under the conditions of 6.102 with the action of one fuse striker of minimum energy simulated: one opening operation on each phase;
- b) at the specified maximum supply voltage and/or the maximum pressure of the compressed gas supply: five closing and opening operations;
- c) at the specified minimum supply voltage and/or the minimum pressure of the compressed gas supply: five closing and opening operations;
- d) if a fused circuit-switcher can be operated by hand as well as by its normal electric or pneumatic operating device: five manual closing and opening operations;

- e) pour les circuits-switchers fusibles à commande manuelle seulement: dix fermetures et dix ouvertures;
- f) à la tension assignée d'alimentation et/ou à la pression assignée pour l'alimentation en gaz: cinq manœuvres de fermeture-ouverture avec le circuit de déclenchement alimenté par la fermeture des contacts principaux.

Les essais a), b), c), d) et e) doivent être effectués sans courant dans le circuit principal.

Durant tous les essais de routine précédents, aucun réglage ne doit être fait et les manœuvres doivent être sans incident. Les positions fermées et ouvertes doivent être atteintes à chaque manœuvre pour les essais a), b), c), d) et e).

Après les essais, le circuit-switcher fusible doit être examiné pour déterminer si aucune pièce n'a subi de dommages.

8 Guide pour la sélection des circuits-switchers fusibles

8.1 Objectif

L'objectif de ce guide d'application est de spécifier les critères pour la sélection d'un circuit-switcher fusible qui assurera une performance correcte, en utilisant les valeurs de paramètres établies par les essais selon la CEI 60282-1 et la présente norme.

Toutes les applications des circuits-switchers fusibles peuvent être couvertes en utilisant le calibre de fusible le plus élevé proposé, avec ou sans percuteurs, et un moyen adapté de déclenchement à maximum d'intensité. Toutefois, l'utilisateur peut décider d'utiliser des fusibles de plus faibles calibres. Les paragraphes qui suivent fournissent des informations qui peuvent être utilisées pour faire un choix correct.

Des informations complémentaires pour la coordination des fusibles haute tension avec les autres composants de circuit pour les applications de transformateurs, ainsi qu'une aide à la sélection de tels fusibles particulièrement quant à leurs caractéristiques de fusion et leurs calibres, est fournie dans la CEI 60787.

Une utilisation similaire à celle faite des combinés interrupteur-fusibles peut être mise en œuvre en utilisant des circuits-switchers fusibles équipés de déclenchement par percuteurs et sans autre moyen de déclenchement. Les circuits-switchers fusibles fournissent en général un courant d'intersection plus élevé que celui d'un combiné interrupteur-fusibles, et ne sont pas limités par le courant de transition. Toutefois, l'utilisateur doit être conscient des possibilités de sur-échauffement et de comportement imprévisible si des conditions se produisent avec un courant maintenu au-dessus du courant thermique et en dessous du courant de coupure minimal des fusibles. Dans de telles applications, il est préférable d'utiliser des fusibles avec des dispositifs de limitation de température.

Il est anticipé que le constructeur réalise les essais de type avec des fusibles limiteurs. Dans le cas où les essais de type ont été réalisés sur un circuit-switcher fusible utilisant des fusibles à coupure intégrale, toute utilisation avec des fusibles limiteurs nécessite des vérifications complémentaires. De telles vérifications doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2 Pouvoir de coupure en court-circuit

Le pouvoir de coupure en court-circuit d'un circuit-switcher fusible ne doit pas être inférieur au courant de défaut efficace symétrique maximal attendu au point du système de distribution où le circuit-switcher fusible doit être placé.

- e) for manually operated fused circuit-switchers only: ten closing and opening operations;
- f) at rated supply voltage and/or rated pressure of the compressed gas supply: five closing and opening operations with a tripping circuit energized by the closing of the main contacts.

The tests a), b), c), d) and e) shall be made without current passing through the main circuit.

During all the foregoing routine tests, no adjustments shall be made and the operations shall be faultless. The closed and open positions shall be attained during each operation on tests a), b), c), d) and e).

After the tests, the fused circuit-switcher shall be examined to determine that no parts have suffered damage.

8 Guide for the selection of fused circuit-switchers

8.1 Objective

The objective of this application guide is to specify criteria for the selection of a fused circuit-switcher which will assure correct performance, using the parameter values established by tests in accordance with IEC 60282-1 and this standard.

All applications of fused circuit-switchers may be covered using the highest fuse current rating proposed, with or without strikers, and an appropriate means of over-current tripping. However, the user may decide to use fuses with lower ratings. The following subclauses provide information that may be used to make the proper choice.

Additional information for the co-ordination of high-voltage fuses with other circuit components in transformer applications, and guidance for the selection of such fuses with particular reference to their time-current characteristics and ratings is given in IEC 60787.

Usage similar to that of switch-fuse combinations can be achieved by employing fused circuit-switchers fitted with a striker release and without any other tripping device. Fused circuit-switchers generally provide a higher rated take-over current than those of a switch-fuse combination, and are not limited by the transfer current. However, the user should be aware of the possibility of overheating and unpredictable behaviour if sustained conditions occur with current above the thermal current and below the minimum breaking current of the fuses. In such applications it is preferable to use a fuse with means of thermal limitation.

It is anticipated the manufacturer will perform the type tests with back-up fuses. In the case where the type tests have been carried out on the circuit-switcher using full range fuses, any use of back-up fuses may require additional verification. Such verification should be subject to agreement between the manufacturer and user.

8.2 Short-circuit breaking current

The short-circuit breaking current of a fused circuit-switcher should not be less than the maximum expected r.m.s. symmetrical fault current level of the point in the distribution system at which the fused circuit-switcher is to be located.

Le pouvoir de coupure en court-circuit est principalement déterminé par celui des fusibles. Selon les fusibles utilisés, le pouvoir de coupure en court-circuit effectif du circuit-switcher fusible peut être inférieur à la valeur assignée.

8.3 Courant thermique maximal assigné

Le courant thermique maximal assigné du circuit-switcher fusible est fixé par le constructeur et vérifié lors des essais d'échauffement. Le courant thermique effectif dépend des fusibles utilisés et devrait être déterminé par l'application des règles exprimées en 8.7. Il peut devoir être réduit quand la température ambiante en service dépasse celle spécifiée pour les conditions normales de l'Article 2.

NOTE Il est fait référence à la CEI 60282-1 dans laquelle un commentaire est fait sur le courant normal assigné des fusibles et sa sélection, et comment il peut être affecté par l'installation des fusibles dans une enveloppe.

8.4 Courants entre le courant thermique et le courant I_3 des fusibles

Le courant I_3 est défini pour les fusibles dans la CEI 60282-1 comme le courant minimal de coupure.

Pour tout courant dans cette région, la protection ne peut être fournie que par des moyens de déclenchement externes, tels qu'un relais à maximum de courant ou un relais à maximum de température.

L'action d'un percuteur, initiée soit par des conditions de surintensité soit par la température, peut fournir un ordre de déclenchement. Dans ce cas, le circuit-switcher fusible sera capable de couper le courant.

8.5 Courant de transition

Le courant de transition, défini lorsqu'un ordre de déclenchement est fourni par les percuteurs, n'entraîne pas d'exigence additionnelle pour un circuit-switcher fusible au-dessus de celles déjà couvertes par la présente norme. Une explication complète est fournie à l'Annexe A.

8.6 Courant d'intersection

La valeur du courant d'intersection d'un circuit-switcher fusible dépend à la fois du temps minimum d'ouverture du circuit-switcher et de la caractéristique temps-courant du fusible. Comme son nom l'indique, c'est la valeur de surintensité au-dessus de laquelle les fusibles prennent la relève pour assurer la coupure depuis le dispositif de déclenchement ou le circuit -switcher.

Le choix d'un fusible adapté assure que le courant d'intersection est plus faible que le courant d'intersection assigné du circuit-switcher fusible (voir 3.7.108, 4.104 et les conditions d'essais fournies en 6.101.2.3). D'un point de vue pratique, il faut vérifier que la courbe de fusion maximale des fusibles sélectionnés est placée à gauche du point défini par le courant d'intersection assigné et la durée minimale d'ouverture du circuit-switcher (voir Figure 5). Cette condition assure que, dans le cas d'un relaiage externe, des courants de défaut supérieurs au courant d'intersection assigné seront coupés par les fusibles seuls. Comme tous les courants de défaut de valeurs inférieures au courant d'intersection assigné peuvent être coupés par le circuit-switcher, toute la gamme des courants de défaut est donc couverte. Une analyse détaillée est fournie à l'Annexe A.

8.7 Extension de la validité des essais de type

Il a été reconnu qu'il est pratiquement impossible d'essayer un circuit-switcher fusible avec des fusibles de différents calibres et/ou constructeurs. Toutefois, les principes selon lesquels la validité des essais de type d'établissement, de coupure et d'échauffement peut être étendue sont les suivants:

The short-circuit breaking capacity is largely determined by that of the fuses. According to fuses installed, the actual short-circuit breaking capacity of the fused circuit-switcher could be lower than the rated value.

8.3 Rated maximum thermal current

The rated maximum thermal current of a fused circuit-switcher is assigned by the manufacturer and verified by the temperature-rise test. The actual thermal current depends on the fuses installed and should be determined by application of the rules stated in 8.7. It may have to be reduced where the ambient temperature in service exceeds that specified under normal conditions in Clause 2.

NOTE Reference is made to IEC 60282-1 where a comment is made on the rated normal current of fuses and its selection, and on how it may be affected by the mounting of the fuses in an enclosure.

8.4 Currents between thermal current and I_3 of the fuses

The current I_3 is defined for fuses in IEC 60282-1 as the minimum breaking current.

For any current in this range, protection can only be provided by external tripping means, such as an over-current relay or an over-temperature relay.

Striker action, either actuated by over-current conditions or over-temperature conditions, may provide a tripping order. If so, the circuit-switcher will be able to clear the current.

8.5 Transfer current

The transfer current, defined when the tripping action is provided by means of strikers, does not provide any additional requirement for a fused circuit-switcher above those already covered by this standard. A complete explanation is provided in Annex A.

8.6 Take-over current

The value of the take-over current of a fused circuit-switcher is dependent upon both the minimum opening time of the circuit-switcher and the time-current characteristic of the fuse. As its name implies, it is the value of over-current above which the fuses take over the function of current interruption from the tripping device and circuit-switcher.

Proper fuse selection ensures that the take-over current is smaller than the rated take-over current of the fused circuit-switcher (see 3.7.108, 4.104 and the test conditions given in 6.101.2.3). From a practical point of view, it has to be checked that the maximum melting curve of the selected fuses is placed on the left hand side of the point defined by the rated take-over current and the minimum opening time of the circuit-switcher (see Figure 5). This condition ensures that, in case of external relaying, faults currents higher than the rated take-over current will be cleared by the fuses alone. As the values of fault currents lower than the rated take-over current can be cleared by the circuit-switcher, the full range of fault current values is therefore covered. Detailed analysis is provided in Annex A.

8.7 Extension of the validity of type tests

It may be impractical to test a fused circuit-switcher with fuses of various current ratings and/or manufacturers. However, the principles on which the validity of the making, breaking and temperature rise tests may be extended are as follows:

- a) il convient que tout fusible utilisé dans un circuit-switcher fusible soit conforme à la norme applicable. Il est nécessaire non seulement de vérifier la performance du fusible, mais également de fournir les valeurs du courant coupé limité et l'intégrale de Joule (I^2t) en coupure;
- b) si des percuteurs sont utilisés, il convient que le même type (niveau d'énergie) que celui utilisé sur les fusibles essayés soit sélectionné de façon à garantir que le circuit-switcher sera déclenché sans dommages.

Les conditions correspondantes à vérifier sont

pour les performances diélectriques:

- les dimensions extérieures du corps du fusible sont dans la gamme couverte par les fusibles essayés pour le comportement thermique;
- les fusibles ont la même longueur que les fusibles essayés;
- les fusibles ont un courant assigné plus faible ou égal à celui des fusibles essayés;
- les fusibles ont une puissance dissipée assignée (selon la CEI 60282-1) plus faible que, ou égale à, celle des fusibles essayés;
- le déclassement des fusibles dans le circuit-switcher fusible (I_{th}/I_{fuse}) est plus faible que, ou égal à, celui des fusibles essayés.

pour les essais de coupure:

- les fusibles ont un courant coupé limité ne dépassant pas celui des fusibles essayés;
- les fusibles ont une intégrale de Joule en coupure (I^2t) ne dépassant pas celle des fusibles essayés.

Les informations de référence, concernant le circuit-switcher fusible, sont fournies par le constructeur, comme spécifié en 9.2.

La performance satisfaisante des essais mécaniques, comprenant un nombre important de manœuvres avec les mêmes échantillons de fusibles en place, suffit à justifier l'utilisation de fusibles autres que ceux essayés, sans essais mécaniques complémentaires.

8.8 Exploitation

Les trois fusibles installés dans un circuit-switcher fusible doivent être de mêmes type et calibre, sinon les performances en coupure du circuit-switcher fusible pourraient être compromises.

Il est indispensable, pour un fonctionnement correct d'un circuit-switcher fusible, que les fusibles soient avec les percuteurs, si des percuteurs sont utilisés, dans l'orientation correcte.

Quand un circuit-switcher fusible a manœuvré suite à un défaut triphasé, il est possible que:

- a) seuls deux des trois fusibles aient fonctionné;
- b) les trois fusibles aient fonctionné mais que seuls deux percuteurs soient sortis.

Un tel fonctionnement partiel d'un fusible peut se produire en situation triphasée et ne doit pas être considéré comme anormal.

Il convient que les trois fusibles soient retirés et remplacés si un ou des fusibles dans un ou deux pôle(s) d'un circuit-switcher fusible ont fonctionné, à moins qu'il soit explicitement connu qu'aucune surintensité n'a traversé le ou les fusibles non fondu(s).

- a) any fuse used in a fused circuit-switcher should comply with its relevant standard. It is necessary not only to verify the fuse performance but also to provide cut-off current and operating I^2t data;
- b) if strikers are used, the same type (energy output) as that fitted to the fuse tested in the fused circuit-switcher should be selected in order to give assurance that the circuit-switcher will be released without damage.

The relevant conditions to be checked are

for dielectric performances:

- outer dimensions of the fuse body are in the range covered by the fuses tested for thermal behaviour;
- the fuses have the same length as the fuse tested;
- the fuses have rated current lower than, or equal to, those of the fuse tested;
- the fuses have a rated dissipated power (according to IEC 60282-1) lower than, or equal to, those of the fuses tested;
- the de-rating of the fuses within the fused circuit-switcher ($I_{th} \cdot I_{r \text{ fuse}}$) is lower than, or equal to, those of the fuses tested.

for breaking performances:

- the fuses have a cut-off current not higher than those of the fuse tested;
- the fuses have an operating Joule integral (I^2t) not higher than those of the fuse tested.

The reference information, concerning the fused circuit-switcher is provided by the manufacturer, as stated in 9.2.

The satisfactory performance of the mechanical tests, including a high number of operations with the same fuse samples installed, provides sufficient evidence for justifying the use of fuses other than those tested without further mechanical testing.

8.8 Operation

The three fuses fitted in a given fused circuit-switcher should be of the same type and current rating, otherwise the breaking performance of the fused circuit-switcher could be adversely affected.

It is vital, for the correct operation of the fused circuit-switcher, that the fuses are inserted with the strikers, if any, in the correct orientation.

When a fused circuit-switcher has operated as a result of a three-phase fault, it is possible for:

- a) only two out of the three fuses to have operated;
- b) all three fuses to have operated but for only two out of the three strikers to have ejected.

Such partial operation of one fuse can occur under three-phase service conditions and is not to be considered abnormal.

All three fuses should be discarded and replaced if the fuse(s) in one or two poles of a fused circuit-switcher has have operated, unless it is definitely known that no over-current has passed through the un-melted fuse(s).

Avant de retirer ou de remplacer les fusibles, il convient pour l'exploitant de s'assurer que le support du fusible soit électriquement déconnecté de toutes les parties du circuit-switcher fusible qui pourraient être encore sous tension. Ce point est particulièrement important quand le support du fusible n'est pas isolé de manière visible.

Quand un circuit-switcher fusible a fonctionné sans marque claire de défaut sur le système, l'examen du ou des fusible(s) qui a fonctionné, le cas échéant, de même que les indications qui peuvent être fournies par les dispositifs de déclenchement, peuvent fournir une indication du type de courant de défaut et de sa valeur approximative.

Dans le cas d'une manœuvre déclenchée sans fondre aucun fusible, une mesure de résistance à froid adaptée est la précaution minimale avant de remettre les fusibles en service. Si un relais est capable de fournir de l'information sur le niveau de défaut et la durée de défaut, il convient que le point résultant soit au minimum 20 % en dessous de la courbe minimale de fusion des fusibles pour considérer qu'ils peuvent être maintenus en service.

8.9 Comparaison des performances des circuits-switchers fusibles avec les performances des combinés interrupteurs-fusibles ou des disjoncteurs

Les circuits-switchers fusibles fournissent des performances intermédiaires entre les combinés interrupteurs-fusibles (selon la CEI 62271-105) et les disjoncteurs (selon la CEI 62271-100). Les Tableaux 2 et 3 donnent une comparaison des caractéristiques principales.

Tableau 2 – Comparaison entre combiné interrupteur-fusibles et circuit-switcher fusible

	Combiné interrupteur-fusibles	Circuit-switcher fusible
Gamme de fonctionnement correct	Entre courant de fusion et I_{transf} selon la TTR, et au-dessus de I_{transf} dans tous les cas (voir note)	Totale
Réglages des protections	Choix des fusibles	Dispositif externe
Percuteurs	De base	Optionnel
Courant de transition	Applicable, et limite les applications	Non applicable
Courant d'intersection	Applicable, si relaying	De base
NOTE Pour les applications de protection des transformateurs, les TTRs attendues en dessous de I_{transf} sont généralement compatibles avec les spécifications des interrupteurs.		

Tableau 3 – Comparaison entre un circuit-switcher fusible et un disjoncteur

	Circuit-switcher fusible	Disjoncteur
Gamme de fonctionnement correcte	Totale	Totale
Réglages des protections	Dispositif externe	Dispositif externe
Percuteurs	Optionnel	Non applicable
Courant d'intersection	De base	Non applicable
Limitation du courant de défaut	OUI	NON
Possibilité de refermeture	NON, si fusibles fonctionnent	OUI, pour tout courant

Before removing or replacing fuses, the operator should satisfy himself that the fuse-mount is electrically disconnected from all parts of the fused circuit-switcher which could still be electrically energized. This is especially important when the fuse-mount is not visibly isolated.

Where a fused circuit-switcher has operated without any obvious signs of a fault on the system, examination of the operated fuse or fuses, if any, as well as indications which could be provided by tripping devices, may give an indication on the type of fault current and its approximate value.

In case of a tripping operation initiated without melting any fuse, a proper cold resistance measurement of the fuses is the minimal precaution before putting them back in service. If a relay is able to provide information on the fault level and the fault duration, the resulting point should be at least 20 % below the minimum melting curve of the fuses to consider they can still be maintained in service.

8.9 Comparison of performances of fused circuit-switchers with performances of switch-fuse combinations and circuit-breakers

Fused circuit-switchers provide performances intermediate between switch-fuse combination (according to IEC 62271-105) and circuit-breakers (according to IEC 62271-100). Tables 2 and 3 give comparison for the main features.

Table 2 – Comparison between switch-fuse combination and fused circuit-switcher

	Switch-fuse combination	Fused circuit-switcher
Correct operation range	Between melting current and I_{transf} according to TRV, and above I_{transf} in any case (see note)	Full
Protection settings	Choice of fuse	External device
Strikers	Basic	Optional
Transfer current	Relevant, and limiting applications	Not relevant
Take-over current	Relevant, if tripping unit	Basic
NOTE On transformer protection applications, the expected TRVs below I_{transf} are usually compatible with switch specifications.		

Table 3 – Comparison between fused circuit-switcher and circuit breaker

	Fused circuit-switcher	Circuit-breaker
Correct operation range	Full	Full
Protection settings	External device	External device
Strikers	Optional	Not relevant
Take-over current	Basic	Not relevant
Fault current limitation	YES	NO
Reclosing capability	NO, if fuse operates	YES, at any current

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

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

En plus des renseignements listés dans les normes de composants applicables, il convient que le demandeur identifie la limite de fourniture, par exemple, si le circuit-switcher fusible décrit doit comprendre les fusibles.

9.2 Renseignements à donner dans les soumissions

En plus des renseignements listés dans les normes de composants applicables, il convient que le constructeur fournisse, indépendamment des valeurs assignées, un manuel d'instruction comprenant au minimum les informations suivantes:

- a) le type de fusibles utilisés dans l'appareil lors des essais de type;
- b) le fluide de remplissage (nature et masse), lorsque c'est applicable;
- c) les informations pertinentes, concernant les fusibles cités précédemment, pour l'extension de la validité des essais de type, c'est-à-dire:
 - longueur (6.5);
 - calibre assigné maximal (6.5);
 - puissance dissipée assignée (6.5);
 - déclassement (6.5);
 - intégrale de Joule en coupure (6.101.2.2);
 - courant coupé limité (6.101.2.2).

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

L'Article 10 de la CEI 60694 s'applique avec le complément qui suit.

Les fusibles haute tension, bien que robustes en apparence, peuvent avoir des éléments fusibles de construction relativement fragile. De ce fait, il convient de conserver les fusibles dans leur emballage protecteur jusqu'à l'installation, et de les manipuler avec autant de soin qu'un relais, un compteur ou autre composant similaire. Si les fusibles sont déjà mis en place dans le circuit-switcher fusible, il convient de les retirer temporairement durant l'installation.

11 Sécurité

L'Article 11 de la CEI 60694 est applicable.

Il convient de répertorier tout risque connu, chimique ou environnemental, lié au circuit-switcher fusible dans le manuel d'utilisation.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

9.1 Information to be given with enquiries and orders

In addition to the information listed for the relevant component standard, the inquirer should identify the limit of supply, for example, if the fused circuit-switcher described is to include the fuse links.

9.2 Information to be given with tenders

In addition to that defined for the relevant component standard, the manufacturer should give, apart from the rated values, the instruction manual including at least the following information:

- a) the type of fuses used in the device when demonstrating the performances,
- b) filling fluid (type and amount), when applicable;
- c) the relevant information, concerning the fuses mentioned above, for the extension of the type test validity, i.e.:
 - length (6.5);
 - maximum rating current (6.5);
 - rated dissipated power (6.5);
 - de-rating (6.5);
 - operating Joule integral (6.101.2.2);
 - cut-off current (6.101.2.2).

10 Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance

Clause 10 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

High-voltage fuses, although robust in external appearance, may have fuse-elements of relatively fragile construction. Fuses should, therefore, be kept in their protective packaging until ready for installation and should be handled with the same degree of care as a relay, meter or other similar item. Where fuses are already fitted in a fused circuit-switcher, they should be temporarily removed while the unit is installed.

11 Safety

Clause 11 of IEC 60694 is applicable.

Any known chemical and environmental impact hazards should be identified in the fused circuit-switcher handbook/manual.

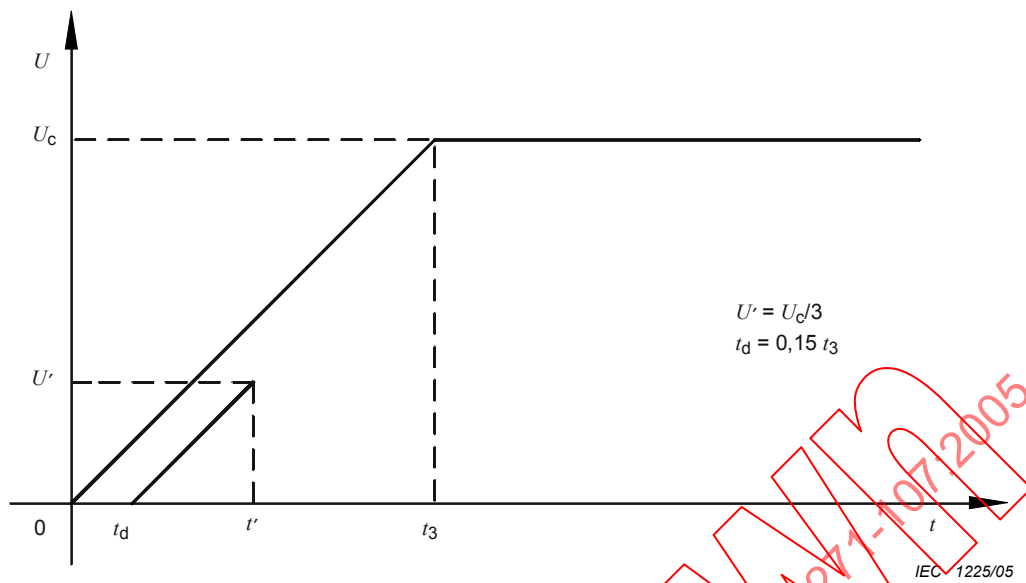


Figure 1 – Représentation d'une TTR spécifiée par une enveloppe de référence à deux paramètres et un retard

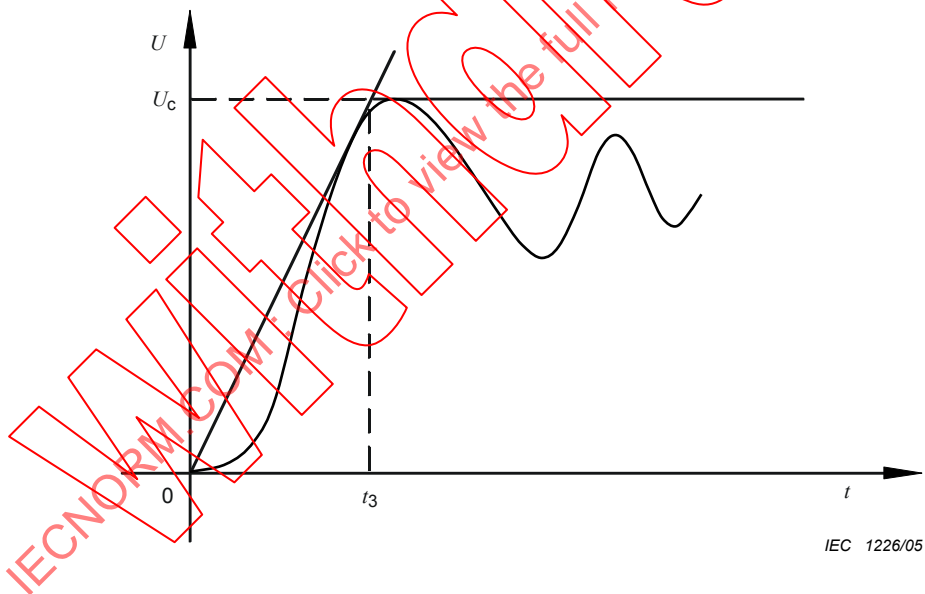


Figure 2 – Exemple d'une enveloppe à deux paramètres pour une TTR

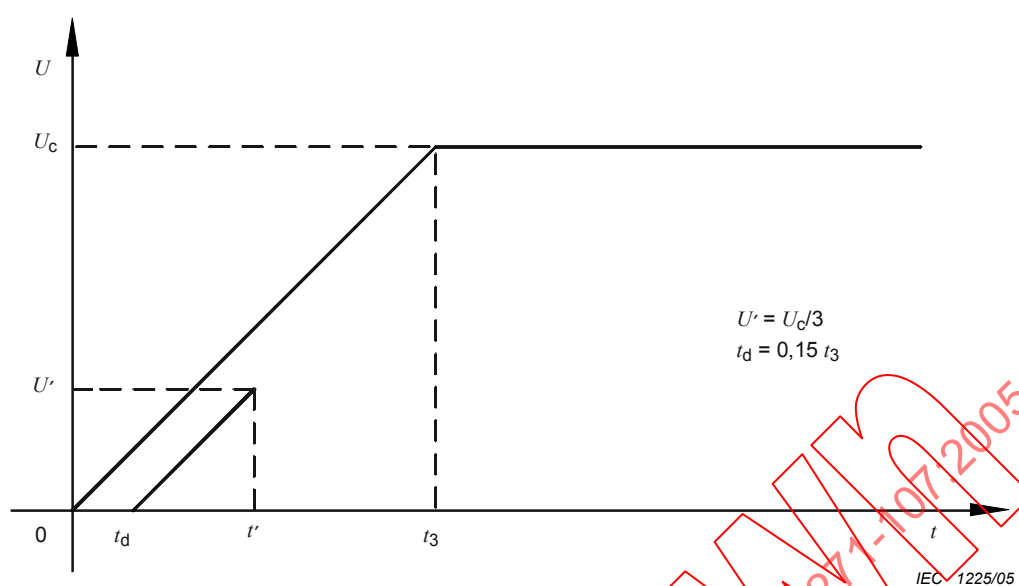


Figure 1 – Representation of a specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line

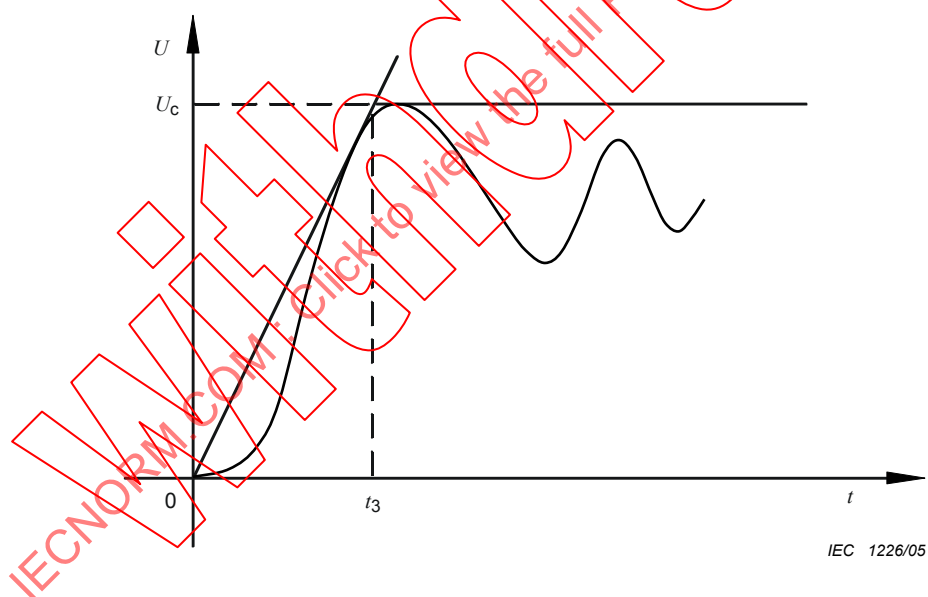
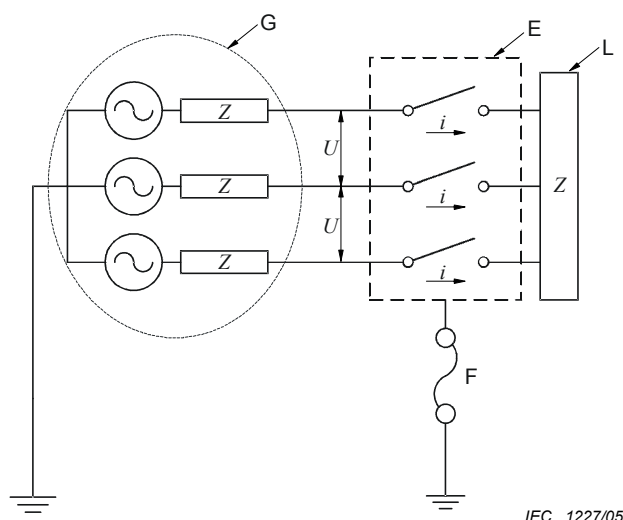


Figure 2 – Example of a two parameters envelope for a TRV



G: circuit d'alimentation

E: châssis ou enveloppe du circuit-switcher fusible

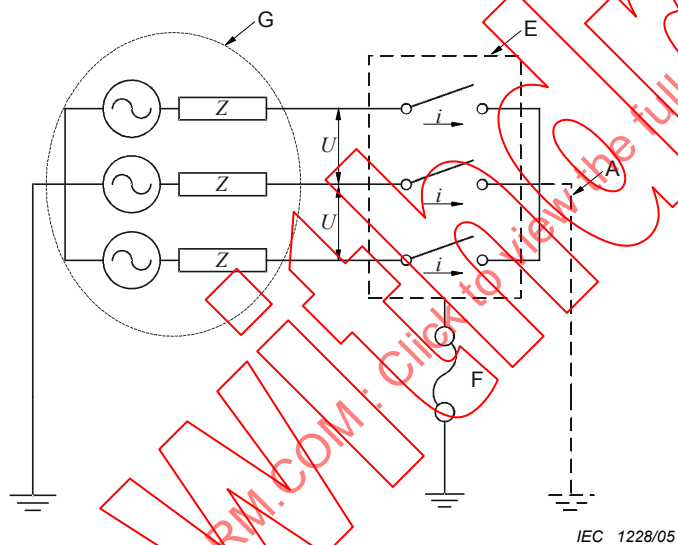
F: fusible pour vérifier le courant de fuite du châssis à la terre

L: circuit de charge

NOTE Le neutre de l'impédance de charge peut être mis à la terre, en variante au neutre du circuit d'alimentation.

Légende

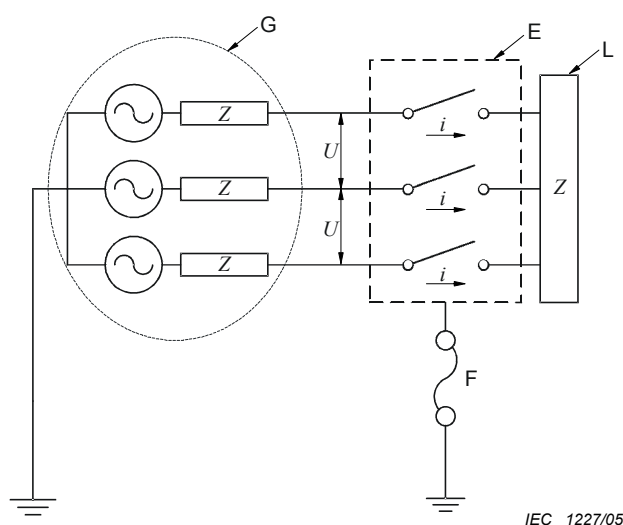
Figure 3a – Circuit d'essai avec charge



A: point de mise à la terre possible si le circuit d'alimentation n'est pas mis à la terre

Figure 3b – Circuit d'essai avec point de court-circuit

Figure 3 – Arrangement des circuits d'essais pour les cycles $TD_{I_{th}}$, $TD_{I_{sc}}$, $TD_{I_{to}}$ et $TD_{I_{low}}$



G: test power supply

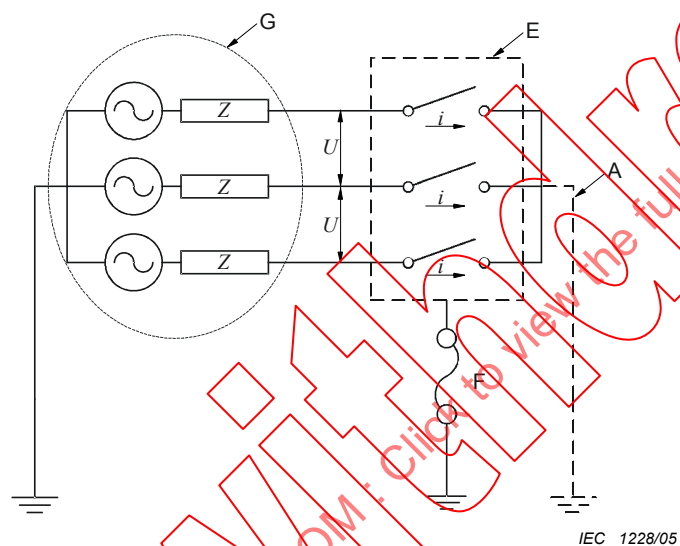
E: frame or enclosure of the fused circuit-switcher

F: fuse to check the frame to earth leakage current

L: load circuit

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

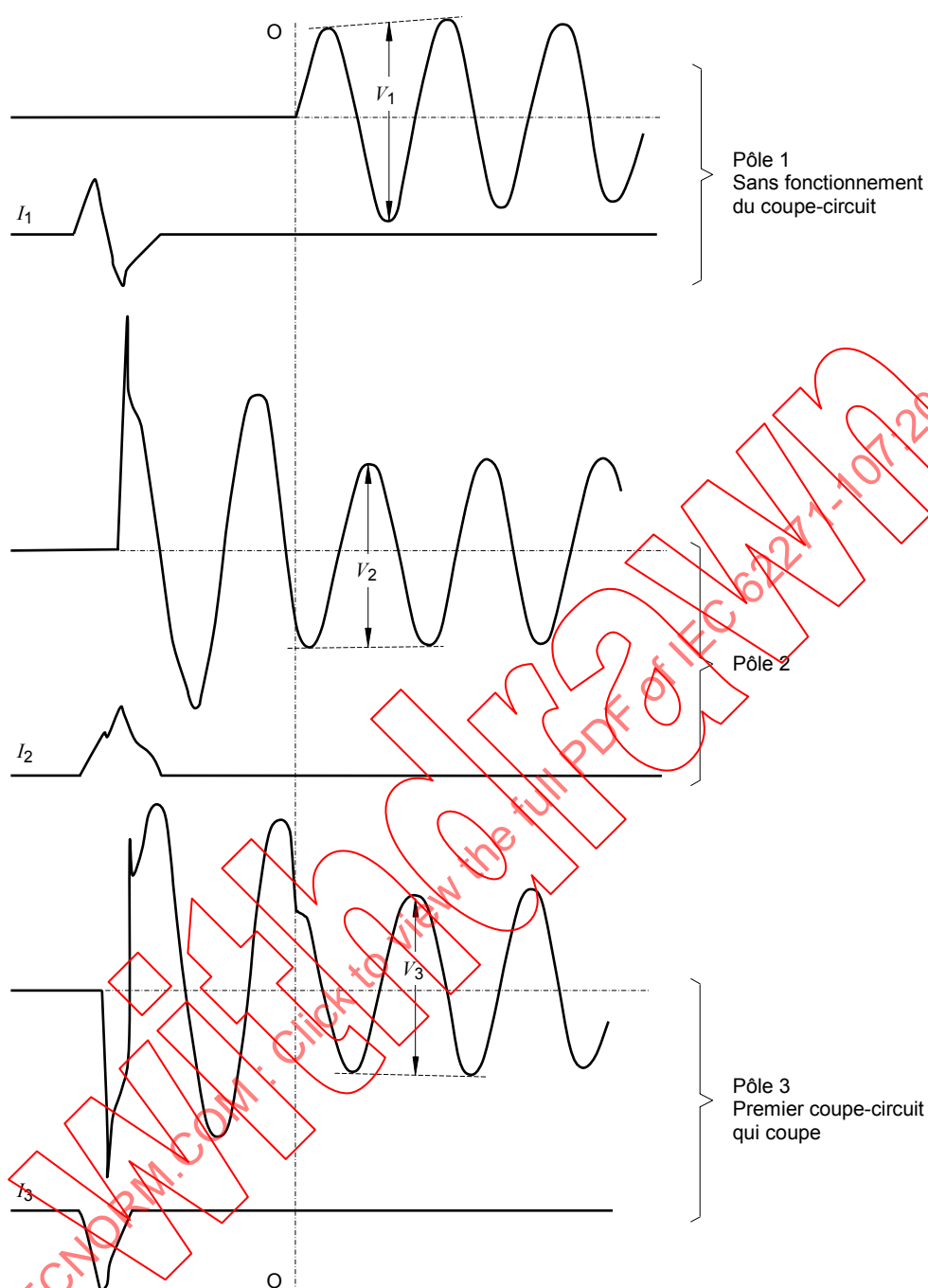
Figure 3a – Test circuit with load



A: alternate earth point if supply is not earthed

Figure 3b – Test circuit with short-circuit point

Figure 3 – Arrangement of test circuits for test duties $TD_{I_{th}}$, $TD_{I_{sc}}$, $TD_{I_{to}}$ and $TD_{I_{low}}$



IEC 1229/05

Légende

$V_1/2\sqrt{2}$ = Tension du pôle 1

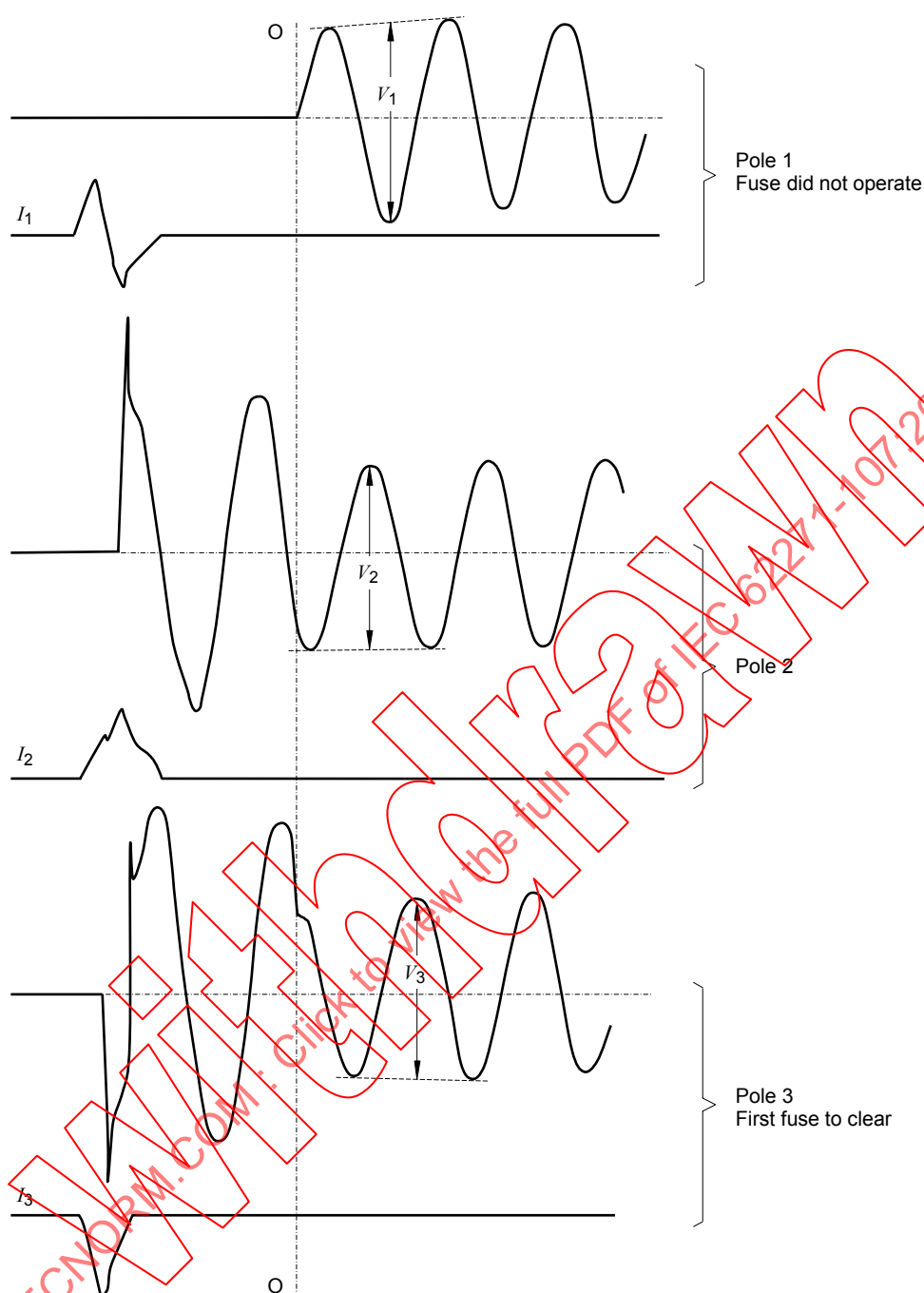
$V_2/2\sqrt{2}$ = Tension du pôle 2

$V_3/2\sqrt{2}$ = Tension du pôle 3

OO – Instant d'ouverture de
l'appareil de manœuvre
mécanique

$$\text{Tension moyenne des pôles 1, 2 et 3} = \frac{\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}}}{3}$$

**Figure 4 – Mesurage de la tension rétablie à fréquence industrielle
avec action de percuteurs**



IEC 1229/05

 $V_1/2\sqrt{2}$ = Voltage of pole 1

 $V_2/2\sqrt{2}$ = Voltage of pole 2

 $V_3/2\sqrt{2}$ = Voltage of pole 3

 OO – Instant of opening of
mechanical switching device

$$\text{Average voltage of poles 1, 2 and 3} = \frac{\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}}}{3}$$

Figure 4 – Measurement of the power frequency recovery voltage with striker operation

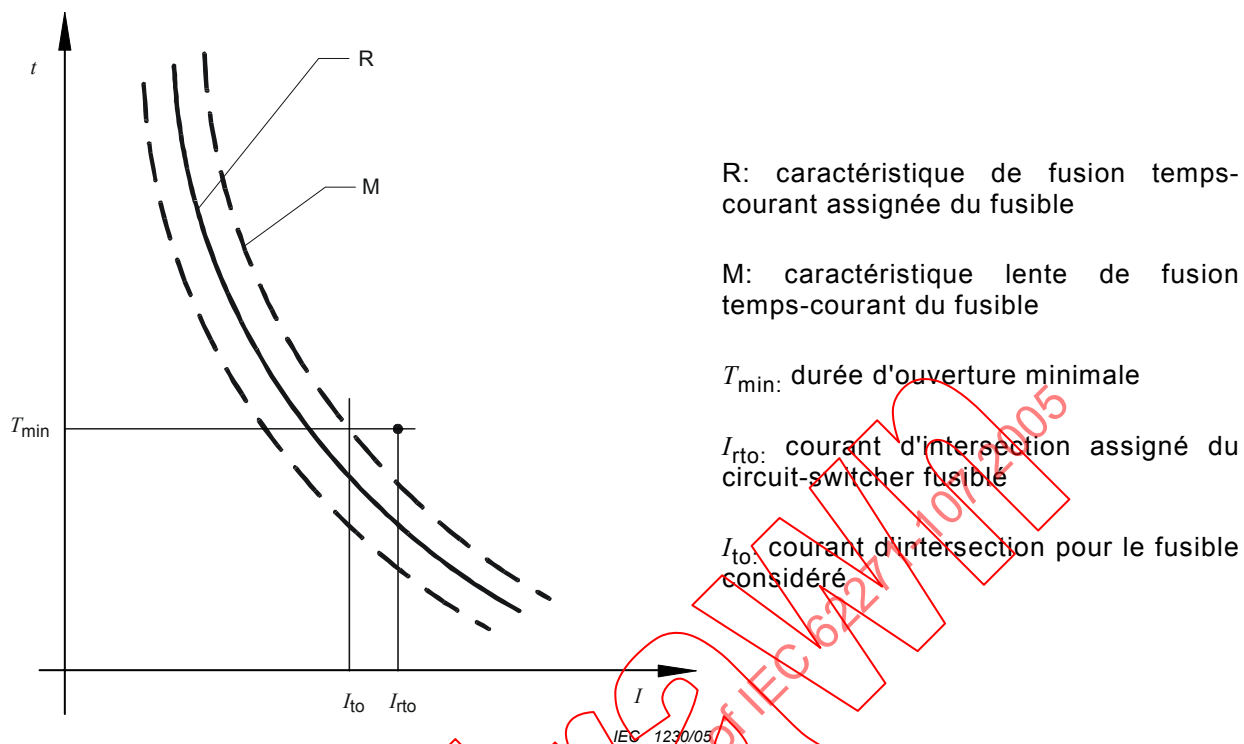


Figure 5 – Caractéristiques pour déterminer le courant d'intersection

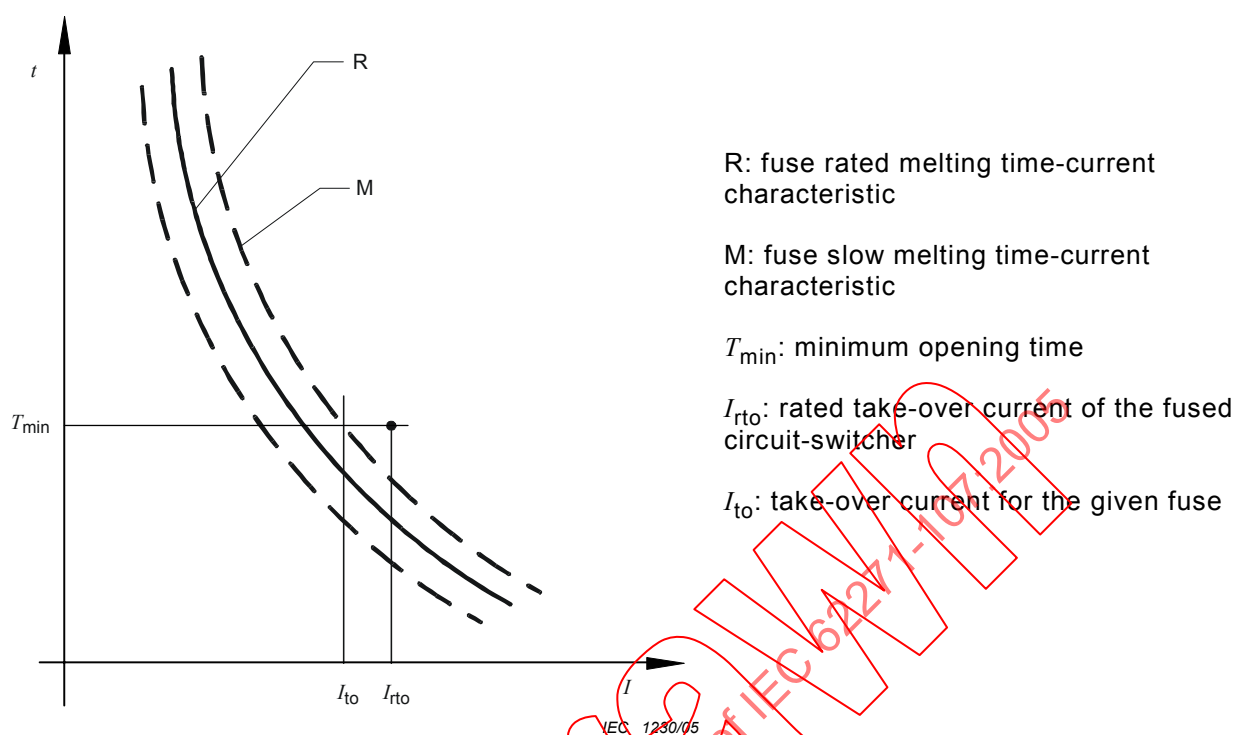


Figure 5 – Characteristics for determining the take-over current

Tableau 4 – Résumé des paramètres d'essais pour les séquences d'essais

Séquence d'essai Article N°	Circuit	Tension d'essai	Tolérances	Courant d'essai	Tolérances	Séquence d'essais	Facteur de puissance	TTR
TD _{Ith} (6.101.2.1)	3-phases avec charge Figure 3a	U_r	±5 %	Courant thermique maximum assigné I_{th} et $0,05 \times I_{th}$	+10 0 %	30 CO 20 CO	Charge: $0,7 \pm 0,05$ retard source: <0,2 en retard	Voir CEI 60265-1
TD _{Isc} (6.101.2.2)	3-phases Figure 3b	U_r	±5 %	Pouvoir de coupure assigné en court-circuit	+5 0 %	O CO	0,07 à 0,15 en retard	Voir CEI 60282-1
TD _{Ito} (6.101.2.3)	3-phases Figure 3b	U_r	±5 %	Courant d'intersection assigné	+5 0 %	O O O O	0,07 à 0,15 en retard	Conditions d'essais les plus sévères définies pour T30 dans la CEI 62271-100
TD _{Ilow} (6.101.2.4)	3-phases Figure 3b	U_r	±5 %	Un tiers du courant d'intersection assigné	±10 %	O O O O	0,07 à 0,15 en retard	Conditions d'essais les plus sévères définies pour T10 dans la CEI 62271-100
NOTE 1 Tolérance sur la fréquence ±10 % pour toutes les séquences d'essais.								
NOTE 2 Les conditions d'essais les plus sévères pour les TTRs correspondent au facteur d'amplitude le plus élevé et au temps de montée le plus court.								

	Rated short-circuit breaking current	+5 % 0	O CO	0,07 to 0,15 laggi
%	Rated take-over current	+5 % 0	O O O	0,07 to 0,15 laggi
%	One third of the rated take-over current	±10 %	O O O	0,07 to 0,15 laggi

all test duties.

an highest amplitude factor and shortest rise time.

Test duty Clause No	Circuit	Test Voltage	Tolerances	Test current	Tolerances	Test series	Power factor	TRV
TD _{Ith} (6.101.2.1)	3-phase with load Figure 3a	U_r	±5 %	Rated maximum thermal current I_{th} and $0,05 \times I_{th}$	+10 0 %	30 CO 20 CO	Load: $0,7 \pm 0,05$ lagging source: <0,2 lagging	See IEC 60265-1
TD _{Isc} (6.101.2.2)	3-phase Figure 3b	U_r	±5 %	Rated short-circuit breaking current	+5 0 %	O CO	0,07 to 0,15 lagging	See IEC 60282-1
TD _{Ito} (6.101.2.3)	3-phase Figure 3b	U_r	±5 %	Rated take-over current	+5 0 %	O O O	0,07 to 0,15 lagging	Most severe test conditions defined for T30 in IEC 62271-100
TD _{Ilow} (6.101.2.4)	3-phase Figure 3b	U_r	±5 %	One third of the rated take-over current	±10 %	O O O	0,07 to 0,15 lagging	Most severe test conditions defined for T10 in IEC 62271-100

NOTE 1 Tolerance on the frequency is ±10 % for all test duties.

NOTE 2 Most severe test conditions for TRVs mean highest amplitude factor and shortest rise time.