

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62271-105

Première édition
First edition
2002-08

Appareillage à haute tension –

**Partie 105:
Combinés interrupteurs-fusibles
pour courant alternatif**

High-voltage switchgear and controlgear –

**Part 105:
Alternating current switch-fuse
combinations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62271-105:2002

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/catlg-f.htm) 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, des publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) 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/catlg-e.htm) 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/JP.htm) 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**

62271-105

Première édition
First edition
2002-08

Appareillage à haute tension –

**Partie 105:
Combinés interrupteurs-fusibles
pour courant alternatif**

High-voltage switchgear and controlgear –

**Part 105:
Alternating current switch-fuse
combinations**

© IEC 2002 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	6
1 Généralités	12
1.1 Domaine d'application	12
1.2 Références normatives	14
2 Conditions normales et spéciales de service.....	14
3 Définitions.....	14
3.1 Termes généraux.....	14
3.2 Ensembles.....	14
3.3 Parties d'ensembles.....	14
3.4 Appareils de connexion.....	16
3.5 Parties des appareils de connexion	16
3.6 Manœuvres.....	16
3.7 Grandeurs caractéristiques	18
3.8 Fusibles.....	22
4 Caractéristiques assignées	24
4.1 Tension assignée (U_r).....	24
4.2 Niveau d'isolement assigné.....	24
4.3 Fréquence assignée (f_r)	24
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	24
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k).....	24
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p).....	24
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k).....	26
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires (U_a).....	26
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires.....	26
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre	26
5 Conception et construction.....	28
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles	28
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles.....	28
5.3 Raccordement à la terre des combinés interrupteurs-fusibles	28
5.4 Equipements auxiliaires	28
5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure.....	28
5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	28
5.7 Manœuvre manuelle indépendante.....	28
5.8 Fonctionnement des déclencheurs	28
5.9 Verrouillage à basse et haute pression.....	30
5.10 Plaques signalétiques	30
5.11 Verrouillages.....	30
5.12 Indicateur de position.....	32
5.13 Degrés de protection procuré par les enveloppes	32
5.14 Lignes de fuite	32
5.15 Etanchéité au gaz et au vide	32
5.16 Etanchéité au liquide.....	32
5.17 Ininflammabilité.....	32
5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	32

CONTENTS

FOREWORD	7
1 General	13
1.1 Scope	13
1.2 Normative references	15
2 Normal and special service conditions	15
3 Definitions	15
3.1 General terms.....	15
3.2 Assemblies	15
3.3 Parts of assemblies	15
3.4 Switching devices	17
3.5 Parts of switching devices	17
3.6 Operation	17
3.7 Characteristic quantities	19
3.8 Fuses	23
4 Ratings	25
4.1 Rated voltage (U_r)	25
4.2 Rated insulation level	25
4.3 Rated frequency (f_r).....	25
4.4 Rated normal current and temperature-rise.....	25
4.5 Rated short-time withstand current (I_k)	25
4.6 Rated peak withstand current (I_p)	25
4.7 Rated duration of short circuit (t_k).....	27
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits (U_a)	27
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits....	27
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation	27
5 Design and construction	29
5.1 Requirements for liquids in switch-fuse combinations	29
5.2 Requirements for gases in switch-fuse combinations	29
5.3 Earthing of switch-fuse combinations	29
5.4 Auxiliary equipment	29
5.5 Dependent power operation.....	29
5.6 Stored energy operation	29
5.7 Independent manual operation.....	29
5.8 Operation of releases	29
5.9 Low- and high pressure interlocking devices.....	31
5.10 Nameplates	31
5.11 Interlocking devices	31
5.12 Position indication	33
5.13 Degrees of protection by enclosures	33
5.14 Creepage distances	33
5.15 Gas and vacuum tightness.....	33
5.16 Liquid tightness	33
5.17 Flammability	33
5.18 Electromagnetic compatibility (EMC).....	33

6	Essais de type	34
6.1	Généralités	34
6.2	Essais diélectriques	36
6.3	Essais de tension de perturbation radioélectrique	36
6.4	Mesurage de la résistance du circuit principal	36
6.5	Essais d'échauffement	36
6.6	Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	36
6.7	Vérification de la protection	36
6.8	Essais d'étanchéité	38
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	38
7	Essais individuels de série	58
8	Guide pour le choix des combinés interrupteurs-fusibles pour la protection des transformateurs	60
9	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	64
10	Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'installation, la manœuvre et la maintenance	66
11	Sécurité	66
Annexe A (informative) Exemple de coordination entre les fusibles, l'interrupteur et le transformateur		68
Annexe B (normative) Procédure pour la détermination du courant de transition		72
Figure 1 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et à un segment définissant le retard		76
Figure 2 – Exemple d'un tracé de référence à deux paramètres pour une TTR		76
Figure 3 – Disposition des circuits d'essai pour les séries d'essais $TD_{I_{sc}}$ et $TD_{W_{max}}$		78
Figure 4 – Disposition des circuits d'essais pour série d'essais $TD_{I_{transfer}}$		78
Figure 5 – Disposition des circuits d'essais pour les séries d'essai $TD_{I_{to}}$		80
Figure 6 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquences industrielles		82
Figure 7 – Détermination pratique du courant de transition		84
Figure 8 – Détermination du courant de transition par la méthode itérative		86
Figure 9 – Courant de transition vis-à-vis du courant de court-circuit au primaire I_{sc} lors d'un court-circuit franc aux bornes secondaires du transformateur		88
Figure 10 – Caractéristiques relatives à la protection d'un transformateur 11 kV – 400 kVA		90
Figure 11 – Sélectivité entre les fusibles HT et BT		92
Figure 12 – Caractéristiques pour la détermination du courant d'intersection		94
Tableau 1 – Plaques signalétiques		30
Tableau 2 – Valeurs normalisées de la TTR présumée pour la séquence d'essais $TD_{I_{transfer}}$		50
Tableau 3 – Résumé des paramètres d'essais pour les séquences d'essais		52

6	Type tests.....	35
6.1	General	35
6.2	Dielectric tests	37
6.3	Radio interference voltage (RIV) tests	37
6.4	Measurement of the resistance of the main circuit	37
6.5	Temperature-rise tests.....	37
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	37
6.7	Verification of the protection	37
6.8	Tightness tests	39
6.9	Electromagnetic compatibility tests (EMC)	39
7	Routine tests	59
8	Guide for the selection of switch-fuse combinations for transformer protection.....	61
9	Information to be given with enquiries, tenders and orders.....	65
10	Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance.....	67
11	Safety.....	67
	Annex A (informative) Example of the coordination of fuses, switch and transformer.....	69
	Annex B (normative) Procedure for determining transfer current	73
	Figure 1 – Representation of a specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line	77
	Figure 2 – Example of a two-parameter reference line for a TRV.....	77
	Figure 3 – Arrangement of test circuits for test duties $TD_{I_{sc}}$ and $TD_{I_{Wmax}}$	79
	Figure 4 – Arrangement of test circuits for test duty $TD_{I_{transfer}}$	79
	Figure 5 – Arrangement of test circuits for test duty $TD_{I_{to}}$	81
	Figure 6 – Determination of power-frequency recovery voltage	83
	Figure 7 – Practical determination of transfer current	85
	Figure 8 – Determination of the transfer current with the iterative method	87
	Figure 9 – Transfer current in relation to the primary fault current I_{sc} due to a solid short in the transformer secondary terminal.....	89
	Figure 10 – Characteristics relating to the protection of an 11 kV – 400 kVA transformer	91
	Figure 11 – Discrimination between HV and LV fuses.....	93
	Figure 12 – Characteristics for determining take-over current.....	95
	Table 1 – Nameplate markings	31
	Table 2 – Standard values of prospective TRV for test duty $TD_{I_{transfer}}$	51
	Table 3 – Summary of test parameters for test duties.....	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE A HAUTE TENSION –

Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62271-105 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette première édition annule et remplace la deuxième édition de la CEI 60420, publiée en 1990, et constitue une révision technique. Un tableau de références expliquant la nouvelle numérotation de cette série est présenté à la fin de cet avant-propos.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/633/FDIS	17A/640/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 3.

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 prescriptions 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –**Part 105: Alternating current switch-fuse combinations**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62271-105 has been prepared by subcommittee 17A, High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This first edition cancels and replaces the second edition of IEC 60420, published in 1990, and constitutes a technical revision. A reference table to explain the new numbering in this series is provided at the end of this foreword.

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

FDIS	Report on voting
17A/633/FDIS	17A/640/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 3.

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.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

L'annexe B fait partie intégrante de cette norme.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2013. A cette date, la publication sera

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

Nouvelle numérotation

En accord avec la décision prise lors du meeting commun des SC 17A et 17C à Frankfurt, en juin 1998 (article 20.7 de 17A/535/RM), un système commun de numérotation sera établi pour les normes tombant sous la responsabilité du SC 17A et du SC 17C. La CEI 62271 (avec le titre *Appareillage à haute tension*) constitue la base de la norme commune.

La numérotation des normes suivra le principe suivant:

- a) Les normes communes préparées par le SC 17A et le SC 17C commenceront par la CEI 62271-001;
- b) Les normes du SC 17A commenceront avec la CEI 62271-100;
- c) Les normes du SC 17C commenceront avec la CEI 62271-200;
- d) Les guides préparés par le SC 17A et le SC 17C commenceront avec le numéro CEI 62271-300.

Le tableau ci-dessous met en évidence les nouveaux numéros par rapport aux anciens.

Annex A is for information only.

Annex B forms an integral part of this standard.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2013. At this date, the publication will be

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

New numbering

In accordance with the decision taken at the joint SC 17A/SC 17C meeting in Frankfurt, June 1998 (item 20.7 of 17A/535/RM), a common numbering system will be established of the standards falling under the responsibility of SC 17A and SC 17C. IEC 62271 (with the main title of *High-voltage switchgear and controlgear*) is the basis of the common standard.

The numbering of these standards will apply the following principle:

- a) Common standards prepared by SC 17A and SC 17C will start with IEC 62271-001;
- b) Standards of SC 17A will start with IEC 62271-100;
- c) Standards of SC 17C will start with IEC 62271-200;
- d) Guides prepared by SC 17A and SC 17C will start with IEC 62271-300.

The following table provides an overview of the relationship between the old and new numbering.

**Numérotation commune des normes CEI 62271 tombant sous
la responsabilité du SC 17A et du SC 17C ***

CEI 62271 Partie	APPAREILLAGE À HAUTE TENSION Titre d'origine	Ancien numéro CEI, le cas échéant
001	Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension	60694
100	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension	60056
101	Essais synthétiques des disjoncteurs à courant alternatif à haute tension	60427
102	Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif	60129
103	Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV	60265-1
104	Interrupteurs à haute tension de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV	60265-2
105	Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif	60420
106	Contacteurs pour courant alternatif haute tension et démarreurs de moteurs à contacteurs	60470
107	Combinés appareillage-fusibles pour courant alternatif à haute tension	Nouveau
108	Appareillage à fonctions combinées	Nouveau
109	Alternating-current series capacitor by-pass switches	
200	Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV	60298
201	Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 38 kV	60466
202	Postes préfabriqués haute tension/basse tension	61330
203	Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées égales ou supérieures à 72,5 kV	60517
204	Lignes de transport rigides haute tension à isolation gazeuse de tensions assignées égales ou supérieures à 72,5 kV	61640
300	Guide pour la qualification sismique des disjoncteurs à courant alternatif à haute tension	61166
301	Disjoncteurs haute tension à courant alternatif – Etablissement et coupure de charge inductive	61233
302	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la procédure d'essai d'établissement et de coupure de courants de court-circuit pour les disjoncteurs sous enveloppe métallique et à cuve mise à la terre	61633
303	Appareillage à haute tension – Utilisation et manipulation de gaz hexafluorure de soufre (SF ₆) dans l'appareillage à haute tension	61634
304	Spécifications complémentaires pour l'appareillage sous enveloppe de 1 kV à 72,5 kV destiné à être utilisé dans des conditions climatiques sévères	60932
305	Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pour des tensions assignées égales ou supérieures à 72,5 kV – Câbles remplis d'un fluide ou à isolation extrudée – Extrémité de câble sèche ou remplie d'un fluide	60859
306	Raccordements directs entre transformateurs de puissance et appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pour des tensions assignées égales ou supérieures à 72,5 kV	61639
307	Appareillage à haute tension – Utilisation de l'électronique et des technologies associées dans les équipements auxiliaires de l'appareillage	62063
308	Guide pour l'essai de coupure de court-circuit asymétrique	62215
* Ce tableau est susceptible de changements lors du passage des rapports techniques en normes.		

**Common numbering of IEC 62271 standards falling under the responsibility
of sub-committees 17A and 17C ***

IEC 62271 Part	HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR Original title	Old IEC number, if any
001	Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards	60694
100	High-voltage alternating current circuit-breakers	60056
101	Synthetic testing of high-voltage alternating current circuit-breakers	60427
102	Alternating current disconnectors and earthing switches	60129
103	Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV	60265-1
104	High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above	60265-2
105	Alternating current switch-fuse combinations	60420
106	High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters	60470
107	High-voltage alternating current switchgear-fuse combinations	New
108	Switchgear having combined functions	New
109	Alternating-current series capacitor by-pass switches	
200	AC metal enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV	60298
201	AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV	60466
202	High-voltage/low-voltage prefabricated substations	61330
203	Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above	60517
204	Rigid high-voltage, gas-insulated transmission lines for rated voltages of 72,5 kV and above	61640
300	Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit-breakers	61166
301	High-voltage alternating current circuit-breakers – Inductive load switching	61233
302	High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for short-circuit and switching test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers	61633
303	High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF ₆) in high-voltage switchgear and controlgear	61634
304	Additional requirements for enclosed switchgear and controlgear from 1 kV to 72,5 kV to be used in severe climatic conditions	60932
305	Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above – Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry type cable-terminations	60859
306	Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above	61639
307	High-voltage switchgear and controlgear – The use of electronic and associated technologies in auxiliary equipment of switchgear and controlgear	62063
308	Guide for asymmetrical short-circuit breaking test duty T100a	62215
* The table is subject to change pending the transfer of technical reports to standards.		

APPAREILLAGE A HAUTE TENSION –

Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62271 est applicable aux appareils tripolaires utilisés dans les réseaux de distribution publics ou les installations industrielles, appareils formant des ensembles fonctionnels composés d'interrupteurs ou d'interrupteurs-sectionneurs et de fusibles limiteurs de courant conçus pour être capable de

- couper, à la tension de rétablissement assignée, tous les courants jusques et y compris le pouvoir de coupure assigné,
- établir, à la tension assignée, des circuits pour lesquels le pouvoir de coupure assigné s'applique.

Elle ne s'applique ni aux combinés disjoncteurs-fusibles, ni aux contacteurs-fusibles, ni aux combinés destinés à la manœuvre et à la protection des moteurs ou des batteries de condensateurs.

Dans cette norme, le mot «combiné» est utilisé pour un combiné dans lequel les composants forment un ensemble fonctionnel. Chaque association d'un type donné d'interrupteur avec un type donné de fusible définit un type de combiné.

Dans la pratique, différents types de fusibles peuvent être combinés avec un type donné d'interrupteur, ce qui définit plusieurs combinés de caractéristiques différentes, en particulier pour ce qui concerne les courants assignés. De plus, pour des raisons de maintenance, il convient que l'utilisateur ait connaissance des types de fusibles qui peuvent être associés à un interrupteur donné tout en restant conforme à cette norme, et des caractéristiques correspondantes du combiné ainsi constitué.

Un combiné interrupteur-fusibles est donc défini par sa désignation de type et une liste de fusibles utilisables définie par le constructeur et appelée «liste des fusibles de référence». Un combiné est réputé satisfaire à cette norme dans la mesure où la conformité à celle-ci a été démontrée pour tous les combinés équipés des fusibles utilisables.

Les fusibles sont introduits dans le combiné en vue d'obtenir des caractéristiques de coupures assignées en court-circuit supérieures à celles de l'interrupteur. Ces fusibles sont munis de percuteurs destinés à provoquer l'ouverture automatique des trois pôles de l'interrupteur à la suite du fonctionnement d'un fusible, permettant ainsi d'assurer le bon fonctionnement du combiné pour des valeurs de courant de défaut supérieures au courant minimum de fusion et inférieures au courant minimal de coupure de ces fusibles. En plus des percuteurs des fusibles, les combinés peuvent également être équipés soit d'un déclencheur à maximum de courant, soit d'un déclencheur shunt.

NOTE Dans la présente norme, le terme «fusible» est utilisé pour désigner soit le coupe-circuit soit l'élément de remplacement lorsque le sens du texte ne soulève pas d'ambiguïté.

La présente norme s'applique aux combinés prévus pour des tensions assignées supérieures à 1 kV et jusques et y compris 52 kV, et destinés à être utilisés sur des réseaux triphasés à courant alternatif à 50 Hz ou 60 Hz.

Les fusibles sont traités dans la CEI 60282-1.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 105: Alternating current switch-fuse combinations

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 62271 applies to three-pole units for public and industrial distribution systems which are functional assemblies of switches including switch-disconnectors and current-limiting fuses designed so as to be capable of

- breaking, at the rated recovery voltage, any 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.

It does not apply to fuse-circuit-breakers, fuse-contactors, combinations for motor-circuits or to combinations incorporating single capacitor bank switches.

In this standard, the word “combination” is used for combination in which the components constitute a functional assembly. Each association of a given type of switch and a given type of fuse defines one type of combination.

In practice, different types of fuses may be combined with one type of switch, which gives several combinations with different characteristics, in particular concerning the rated currents. Moreover, for maintenance purposes, the user should know the types of fuses that can be associated to a given switch without impairing compliance to the standard, and the corresponding characteristics of the so-made combination.

A switch-fuse combination is then defined by its type designation and a list of selected fuses is defined by the manufacturer, the so-called “reference list of fuses”. Compliance with this standard of a given combination means that every combination using one of the selected fuses is proven to be in compliance with this standard.

The fuses are incorporated in order to extend the short-circuit breaking rating of the combination beyond that of the switch alone. They are fitted with strikers in order both to open automatically all three poles of the switch on the operation of a fuse and to achieve a correct operation at values of fault current above the minimum melting current but below the minimum breaking current of the fuses. In addition to the fuse strikers, the combination may be fitted with either an over-current release or a shunt release.

NOTE 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 combinations 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.

Fuses are covered by IEC 60282-1.

Il est recommandé que les interrupteurs, y compris leurs mécanismes de manœuvre, satisfont à la CEI 60265-1 sauf en ce qui concerne les exigences relatives au courant de courte durée admissible et au pouvoir de fermeture sur court-circuit pour lesquelles l'effet limiteur des fusibles est pris en compte.

Les sectionneurs de terre incorporés dans le combiné répondent aux spécifications de la CEI 62271-102.

1.2 Références normatives

Le paragraphe 1.2 de la CEI 60694, ainsi que les références additionnelles suivantes, sont applicables.

CEI 60265-1:1998, *Interrupteurs à haute tension – Première partie: 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 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60787:1983, *Guide d'application pour le choix des éléments de remplacement de fusibles à haute tension destinés à être utilisés dans des circuits comprenant des transformateurs*

CEI 62271-100:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

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

2 Conditions normales et spéciales de service

L'article 2 de la CEI 60694 est applicable.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 62271, les définitions de la CEI 60050(441) et de la CEI 60694, ainsi que les suivantes s'appliquent.

Pour faciliter l'utilisation de cette norme, certaines d'entre elles ont été rappelées ci-après.

3.1 Termes généraux

Aucune.

3.2 Ensembles

Aucune.

3.3 Parties d'ensembles

Aucune.

Switches, including their specific mechanism, should be in accordance with IEC 60265-1 except for the short-time current and short-circuit making requirements where the current-limiting effects of the fuses are taken into account.

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

1.2 Normative references

Subclause 1.2 of IEC 60694 is applicable with the following additions.

IEC 60265-1:1998, *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 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 60787:1983, *Application guide for the selection of fuse-links of high-voltage fuses for transformer circuit applications*

IEC 62271-100:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers*

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

2 Normal and special service conditions

Clause 2 of IEC 60694 is applicable.

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 62271, the definitions of IEC 60050(441) and IEC 60694, as well as the following definitions, apply.

Some of them are recalled hereunder for easier use.

3.1 General terms

None.

3.2 Assemblies

None.

3.3 Parts of assemblies

None.

3.4 Appareils de connexion

3.4.101

combinés interrupteurs-fusibles (comprend les combinés fusibles-interrupteurs)

combinaison d'un interrupteur tripolaire et de trois fusibles équipés de percuteurs, tels que le fonctionnement de n'importe quel percuteur provoque l'ouverture automatique des trois pôles de l'interrupteur

3.4.102

socle des combinés interrupteurs-fusibles (ou socle du combiné)

combiné interrupteur-fusibles dans lequel les fusibles ne sont pas installés

3.4.103

Interrupteur à fusibles

[VEI 441-14-14]

3.4.104

fusible-interrupteur

[VEI 441-14-17]

3.4.105

interrupteur-sectionneur

[VEI 441-14-12]

3.4.106

combiné actionné par déclencheur

combiné dans lequel l'ouverture automatique de l'interrupteur peut aussi être provoquée par un déclencheur à maximum de courant ou par un déclencheur shunt

3.5 Parties des appareils de connexion

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 Manœuvres

3.6.101

manœuvre indépendante manuelle (de l'élément interrupteur)

[VEI 441-16-16]

3.6.102

manœuvre à accumulation d'énergie (de l'élément interrupteur)

[VEI 441-16-15]

3.4 Switching devices

3.4.101

switch-fuse combinations (includes fuse-switch combinations)

combination of a three-pole switch with three fuses provided with strikers, the operation of any striker causing all three poles of the switch to open automatically

3.4.102

switch-fuse combinations base (or combination base)

switch-fuse combination without fuse-links mounted

3.4.103

switch-fuse

[IEV 441-14-14]

3.4.104

fuse-switch

[IEV 441-14-17]

3.4.105

switch-disconnector

[IEV 441-14-12]

3.4.106

release operated combination

combination in which automatic opening of the switch can also be initiated by either an over-current release or a shunt release

3.5 Parts of switching devices

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 switch)

[IEV 441-16-16]

3.6.102

stored energy operation (of the switch)

[IEV 441-16-15]

3.7 Grandeurs caractéristiques

3.7.101

courant présumé (d'un circuit et relatif à un appareil de connexion ou à un fusible)
[VEI 441-17-01]

3.7.102

valeur de crête du courant présumé
[VEI 441-17-02]

3.7.103

valeur maximale de crête du courant présumé
[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 coupé limité (d'un fusible)
[VEI 441-17-12]

3.7.109

courant de transition (sur fonctionnement provoqué par percuteurs)
valeur du courant triphasé symétrique pour laquelle les fusibles et l'interrupteur échangent la fonction de coupure.

NOTE Au-dessus de cette valeur, le courant dans les trois phases n'est interrompu que par les fusibles. Immédiatement en dessous de cette valeur, le courant dans le premier pôle qui coupe est interrompu par le fusible, et le courant dans les deux autres pôles par l'interrupteur; ou bien par les fusibles selon les tolérances de la caractéristique temps-courant des fusibles et de la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par le percuteur du fusible.

3.7.110

courant d'intersection
[VEI 441-17-16]

3.7.111

courant minimal d'intersection (d'un combiné actionné par déclencheur)
courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du fusible et de l'interrupteur, correspondant à

- la durée de coupure maximale de l'interrupteur plus, s'il y a lieu, la durée de fonctionnement maximale d'un relais à maximum de courant ou d'un relais de terre, externe à l'appareil,
- la durée de préarc minimale du fusible

Voir la figure 12.

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

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

cut-off current
let-through current (of a fuse)
[IEV 441-17-12]

3.7.109

transfer current (striker operation)

value of the three-phase symmetrical current at which the fuses and the switch exchange breaking duties

NOTE Above this value the three-phase current is interrupted by the fuse only. Immediately below this value, the current in the first-pole-to-clear is interrupted by the fuse and the current in the other two poles by the switch, or by the fuses, depending on the tolerances of the fuse time current characteristic and the fuse-initiated opening time of the switch.

3.7.110

take-over current
[IEV 441-17-16]

3.7.111

minimum take-over current (of a release-operated combination)

current determined by the point of intersection of the time-current characteristics of the fuse and the switch corresponding to

- a) the maximum break time plus, where applicable, the maximum operating time of an external over-current or earth-fault relay,
- b) the minimum pre-arcing time of the fuse

See Figure 12.

3.7.112

courant maximal d'intersection (d'un combiné actionné par déclencheur)

courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du fusible et de l'interrupteur actionné par le relais

3.7.113

courant de court-circuit avec fusibles

[VEI 441-17-21]

3.7.114

tension appliquée

[VEI 441-17-24]

3.7.115

tension de rétablissement

[VEI 441-17-25]

3.7.116

tension transitoire de rétablissement (TTR)

[VEI 441-17-26]

3.7.117

tension de rétablissement à fréquence industrielle

[VEI 441-17-27]

3.7.118

tension transitoire de rétablissement présumée

[VEI 441-17-29]

3.7.119

durée d'ouverture (de l'interrupteur) **provoquée par le percuteur des fusibles**

intervalle de temps compris entre l'instant du début de l'arc dans le fusible jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles

3.7.120

durée d'ouverture (de l'interrupteur) **provoquée par le déclencheur**

durée d'ouverture provoquée par le déclencheur qui est définie, selon la méthode de déclenchement, comme indiqué ci-dessous; tout dispositif de retard faisant partie intégrante de l'interrupteur étant réglé à une valeur spécifiée:

- a) pour un interrupteur déclenché à l'aide d'une forme quelconque d'énergie auxiliaire: l'intervalle de temps depuis l'instant d'application de la source d'énergie auxiliaire sur le déclencheur, l'interrupteur étant en position fermée, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles;
- b) pour un interrupteur déclenché (autrement que par les percuteurs des fusibles) par le courant du circuit principal sans l'aide d'aucune forme d'énergie auxiliaire: l'intervalle de temps depuis l'instant où l'interrupteur étant en position fermée, le courant dans le circuit principal atteint la valeur de fonctionnement du déclencheur à maximum de courant jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles

3.7.121

durée d'ouverture minimale (de l'interrupteur) **provoquée par le déclencheur**

durée d'ouverture provoquée par le déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif de retard quelconque faisant partie intégrante de l'interrupteur est à sa valeur minimale

3.7.112

maximum take-over current (of a release-operated combination)

current determined by the point of intersection of the time-current characteristics of the fuse and the switch, operated by the release

3.7.113

fused short-circuit current

[IEV 441-17-21]

3.7.114

applied voltage

[IEV 441-17-24]

3.7.115

recovery voltage

[IEV 441-17-25]

3.7.116

transient recovery voltage (TRV)

[IEV 441-17-26]

3.7.117

power-frequency recovery voltage

[IEV 441-17-27]

3.7.118

prospective transient recovery voltage

[IEV 441-17-29]

3.7.119

fuse-initiated opening time (of the switch)

time taken from the instant at which arcing in the fuse commences to the instant when the arcing contacts have separated in all poles

3.7.120

release-initiated opening time (of the switch)

release-initiated opening time is defined according to the tripping method as stated below with any time-delay device forming an integral part of the switch adjusted to a specified setting:

- a) for a switch tripped by any form of auxiliary power, interval of time between the instant of energizing the opening release, the switch being in the closed position, and the instant when the arcing contacts have separated in all poles.
- b) for a switch tripped (other than by the striker) by a current in the main circuit without the aid of any form of auxiliary power, interval of time between the instant at which, the switch being in the closed position, the current in the main circuit reaches the operating value of the over-current release and the instant when the arcing contacts have separated in all poles

3.7.121

minimum release-initiated opening time (of the switch)

release-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the switch is its minimum setting

3.7.122

durée d'ouverture maximale (de l'interrupteur) **provoquée par le déclencheur**

durée d'ouverture provoquée par le déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif de retard quelconque faisant partie intégrante de l'interrupteur est à sa valeur maximale

3.7.123

durée de coupure

[VEI 441-17-39]

3.7.124

durée d'arc (d'un pôle ou d'un fusible)

[VEI 441-17-37]

3.8 Fusibles

3.8.101

liste des fusibles de référence

liste de fusibles définie par le constructeur pour un type donné de socle de combiné interrupteur-fusibles et, pour lesquels la conformité à la présente norme de tous les combinés interrupteur-fusibles correspondant est établie

NOTE Cette liste peut être mise à jour dans. Les conditions d'extension de validité des essais de type définie en 8.102 sont remplies.

3.8.102

socle

[VEI 441-18-02]

3.8.103

percuteur

[VEI 441-18-18]

3.8.104

durée de préarc

durée de fusion

[VEI 441-18-21]

3.8.105

durée de fonctionnement

[VEI 441-18-22]

3.8.106

durée d'arc (d'un pôle ou d'un fusible)

[VEI 441-17-37]

3.8.107

I^2t – Intégrale de Joule

[VEI 441-18-23]

3.7.122**maximum release-initiated opening time** (of the switch)

release-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the switch is its maximum setting

3.7.123**break-time**

[IEV 441-17-39]

3.7.124**arcing time** (of a pole or a fuse)

[IEV 441-17-37]

3.8 Fuses**3.8.101****reference list of fuses**

list of fuses defined by the manufacturer for a given type of switch-fuse combination base, for which compliance to the present standard of all corresponding switch-fuse combinations is assessed

NOTE This list can be updated. Conditions for extending the validity of the type tests are given in 8.102.

3.8.102**fuse-base**

fuse mount

[IEV 441-18-02]

3.8.103**striker**

[IEV 441-18-18]

3.8.104**pre-arcing time**

melting time

[IEV 441-18-21]

3.8.105**operating time**

total clearing time

[IEV 441-18-22]

3.8.106**arcing time** (of a pole or a fuse)

[IEV 441-17-37]

3.8.107 **I^2t – Joule integral**

[IEV 441-18-23]

4 Caractéristiques assignées

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

La liste des caractéristiques établies dans la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

- k) pouvoir de coupure assigné en court-circuit
- l) tension transitoire de rétablissement assignée
- m) pouvoir de fermeture assigné en court-circuit
- n) courant de transition assigné sur fonctionnement provoqué par percuteur
- o) courant d'intersection assigné pour un combiné actionné par déclencheur.

4.1 Tension assignée (U_r)

Le paragraphe 4.1 de la CEI 60694 est applicable.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le paragraphe 4.2 de la CEI 60694 est applicable.

4.3 Fréquence assignée (f_r)

Le paragraphe 4.3 de la CEI 60694 est applicable.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu (I_r)

Le paragraphe 4.4.1 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Le courant assigné en service continu s'entend pour le combiné complet, constitué du socle et des fusibles utilisés.

Il n'est pas demandé que le courant assigné en service continu soit choisi dans la série R10.

4.4.2 Echauffement

Le paragraphe 4.4.2 de la CEI 60694 est applicable, ainsi que la CEI 60282-1 en ce qui concerne les fusibles.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le paragraphe 4.5 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le paragraphe 4.6 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

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:

- k) rated short-circuit breaking current
- l) rated transient recovery voltage
- m) rated short-circuit making current
- n) rated transfer current for striker operation
- o) rated take-over current for a release-operated combination.

4.1 Rated voltage (U_r)

Subclause 4.1 of IEC 60694 is applicable.

4.2 Rated insulation level

Subclause 4.2 of IEC 60694 is applicable.

4.3 Rated frequency (f_r)

Subclause 4.3 of IEC 60694 is applicable.

4.4 Rated normal current and temperature rise

4.4.1 Rated normal current (I_r)

Subclause 4.4.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The rated normal current applies to the complete combination, made of the combination base and the selected fuses.

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

4.4.2 Temperature rise

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

4.5 Rated short-time withstand current (I_k)

Subclause 4.5 of IEC 60694 is not applicable.

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 4.6 of IEC 60694 is not applicable.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le paragraphe 4.7 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

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

Le paragraphe 4.8 de la CEI 60694 est applicable.

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

Le paragraphe 4.9 de la CEI 60694 est applicable.

4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre

Le paragraphe 4.10 de la CEI 60694 est applicable.

4.101 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est le plus grand courant de court-circuit présumé que le combiné doit être capable de couper, dans les conditions d'utilisation et de fonctionnement fixées dans la présente norme, dans un circuit dont la tension de rétablissement à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné et dont la tension transitoire de rétablissement est égale à la valeur assignée spécifiée en 4.102.

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit s'exprime par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

Les pouvoirs de coupure assignés sont choisis dans la série R10 comme indiqué ci-dessous:

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

NOTE Il est reconnu que l'impédance série du combiné ou le fonctionnement rapide des fusibles ou de l'interrupteur peut provoquer l'un des deux ou les deux effets suivants:

- a) la réduction du courant de court-circuit à une valeur notablement plus faible que celle qu'il atteindrait autrement;
- b) un fonctionnement suffisamment rapide pour déformer l'onde du courant de court-circuit. C'est pourquoi on utilise le terme «courant présumé» pour définir les performances de fermeture et de coupure.

4.102 Tension transitoire de rétablissement assignée

La tension transitoire de rétablissement assignée, relative au pouvoir de coupure assigné en court-circuit (selon 4.101) est la tension de référence définissant la limite supérieure de la tension transitoire de rétablissement présumée des circuits que le combiné peut couper en cas de court-circuit.

Les paramètres de la tension transitoire de rétablissement présumées définis dans la CEI 60282-1 sont applicables.

4.7 Rated duration of short-circuit (t_k)

Subclause 4.7 of IEC 60694 is not applicable.

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

Subclause 4.8 of IEC 60694 is applicable.

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

Subclause 4.9 of IEC 60694 is applicable.

4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation

Subclause 4.10 of IEC 60694 is applicable.

4.101 Rated short-circuit breaking current

The rated short-circuit breaking current is the highest prospective short-circuit current which the combination 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 combination 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.

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 combination or rapid operation of the fuses or switch 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 combination shall be capable of breaking in the event of a short circuit.

For the parameters of the prospective transient recovery voltage, IEC 60282-1 applies.

4.103 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit est la valeur maximale de crête du courant présumé que le combiné est capable d'établir, dans les conditions d'utilisation et de comportement définies dans la présente norme, dans un circuit dont la tension à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné. Il est égal à 2,5 fois (50 Hz) ou 2,6 fois (60 Hz) la valeur efficace du pouvoir de coupure assignée en court-circuit.

NOTE Voir également la note de 4.101.

4.104 Courant de transition assigné (sur fonctionnement provoqué par percuteur) (I_{transfer})

Le courant de transition assigné est la valeur efficace maximale du courant de transition que l'interrupteur du combiné est capable d'interrompre.

4.105 Courant d'intersection assigné pour combinés actionnés par un déclencheur (I_{to})

Le courant d'intersection assigné est la valeur efficace maximale du courant d'intersection que l'interrupteur du combiné est capable d'interrompre.

5 Conception et construction

5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles

Le paragraphe 5.1 de la CEI 60694 est applicable.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles

Le paragraphe 5.2 de la CEI 60694 est applicable.

5.3 Raccordement à la terre des combinés interrupteurs-fusibles

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60694 est applicable.

5.4 Equipements auxiliaires

Le paragraphe 5.4 de la CEI 60694 est applicable.

5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 5.5 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Les manœuvres manuelles dépendantes ne sont pas autorisées.

5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le paragraphe 5.6 de la CEI 60694 est applicable.

5.7 Manœuvre manuelle indépendante

Le paragraphe 5.7 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Le paragraphe 5.8 de la CEI 60694 est applicable.

4.103 Rated short-circuit making current

The rated short-circuit making current is the highest prospective peak current which the combination 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 combination. It shall be 2,5 times (50 Hz) or 2,6 times (60 Hz) the value of the rated short-circuit breaking current.

NOTE See also the note in 4.101.

4.104 Rated transfer current (striker operation) (I_{transfer})

The rated transfer current is the maximum r.m.s. value of the transfer current which the switch in the combination is able to interrupt.

4.105 Rated take-over current for release-operated combinations (I_{to})

The rated take-over current is the maximum r.m.s. value of the take-over current which the switch in the combination is able to interrupt.

5 Design and construction

5.1 Requirements for liquids in switch-fuse combinations

Subclause 5.1 of IEC 60694 is applicable.

5.2 Requirements for gases in switch-fuse combinations

Subclause 5.2 of IEC 60694 is applicable.

5.3 Earthing of switch-fuse combinations

Subclause 5.3 of IEC 60694 is applicable.

5.4 Auxiliary equipment

Subclause 5.4 of IEC 60694 is applicable.

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Dependent manual operation is not allowed.

5.6 Stored energy operation

Subclause 5.6 of IEC 60694 is applicable.

5.7 Independent manual operation

Subclause 5.7 of IEC 60694 is not applicable.

5.8 Operation of releases

Subclause 5.8 of IEC 60694 is applicable.

5.9 Verrouillage à basse et haute pression

Le paragraphe 5.9 de la CEI 60694 est applicable.

5.10 Plaques signalétiques

Le paragraphe 5.10 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

La plaque signalétique d'un combiné interrupteur-fusibles doit contenir les renseignements indiqués au tableau 1.

Tableau 1 – Plaques signalétiques

(1)	Abréviation (2)	Unité (3)	Combiné interrupteur- fusible (4)	Dispositif de commande (5)	Condition d'inscription (6)
Constructeur			X	Y	Seulement si indépendant du combiné et/ou constructeurs différents
Désignation de type			X	Y	
Numéro de série			X	(Y)	
Numéro de cette norme			X		
Tension assignée	U_r	kV	X		
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_p	kV	X		
Fréquence assignée	f_r	Hz	X		
Courant en service continu avec fusibles	Voir liste de référence		X		
Pression assignée de remplissage pour la manœuvre	P_{rm}	MPa		Y	Si applicable
Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande	U_a	V		Y	Si applicable
Année de fabrication			X		
Classe de température			Y		Différent de –5 °C pour intérieur –25 °C pour extérieur
X L'inscription de ces valeurs est obligatoire; les cases vides correspondent à des valeurs nulles. Y L'inscription de ces valeurs est obligatoire et dépend des conditions figurant à la colonne (6). (Y) L'inscription de ces valeurs est facultative et dépend des conditions figurant à la colonne (6). NOTE Les abréviations de la colonne (2) peuvent être utilisées à la place des termes de la colonne (1). Lorsque les termes de la colonne (1) sont employés, il n'est pas nécessaire de faire apparaître le mot «assigné».					

5.11 Verrouillages

Le paragraphe 5.11 de la CEI 60694 est applicable.

5.9 Low- and high pressure interlocking devices

Subclause 5.9 of IEC 60694 is applicable.

5.10 Nameplates

Subclause 5.10 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The nameplate of a switch-fuse combination shall contain information according to table 1.

Table 1 – Nameplate markings

(1)	Abbreviation (2)	Unit (3)	Switch-fuse combination (4)	Operating device (5)	Condition for marking required (6)
Manufacturer			X	Y	Only if not integral with the combination and/or if manufacturers are different
Type designation			X	Y	
Serial number			X	(Y)	
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 normal current with fuses	See reference list		X		
Rated filling pressure for operation	P_{rm}	MPa		Y	When applicable
Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits	U_a	V		Y	When applicable
Year of manufacture			X		
Temperature class			Y		Different from –5 °C indoors –25 °C outdoors
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

Subclause 5.11 of IEC 60604 is applicable.

5.12 Indicateur de position

Le paragraphe 5.12 de la CEI 60694 est applicable.

5.13 Degrés de protection procuré par les enveloppes

Le paragraphe 5.13 de la CEI 60694 est applicable.

5.14 Lignes de fuite

Le paragraphe 5.14 de la CEI 60694 est applicable.

5.15 Etanchéité au gaz et au vide

Le paragraphe 5.15 de la CEI 60694 est applicable.

5.16 Etanchéité au liquide

Le paragraphe 5.16 de la CEI 60694 est applicable.

5.17 Ininflammabilité

Le paragraphe 5.17 de la CEI 60694 est applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 5.18 de la CEI 60694 est applicable.

5.101 Tringlages de liaison entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur

Les tringlages entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur doivent être conçus de telle sorte que l'interrupteur fonctionne convenablement, aussi bien en 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 combiné interrupteur-fusible doit être conçu de manière à fonctionner de façon satisfaisante dans des circonstances de faibles courants de défaut. Cela est réalisé si les conditions suivantes sont satisfaites:

a) la coordination entre l'interrupteur et les fusibles est assurée par les conditions 1), 2) ou 3) ci-dessous:

- 1) la durée d'ouverture de l'interrupteur 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 De nouveaux 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 combiné (fusibles dits à coupure intégrale) alors la durée d'ouverture provoquée par le percuteur des combinés interrupteurs-fusibles est considéré comme non applicable,

5.12 Position indication

Subclause 5.12 of IEC 60694 is applicable.

5.13 Degrees of protection by enclosures

Subclause 5.13 of IEC 60694 is applicable.

5.14 Creepage distances

Subclause 5.14 of IEC 60694 is applicable.

5.15 Gas and vacuum tightness

Subclause 5.15 of IEC 60694 is applicable.

5.16 Liquid tightness

Subclause 5.16 of IEC 60694 is applicable.

5.17 Flammability

Subclause 5.17 of IEC 60694 is applicable.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 5.18 of IEC 60694 is applicable.

5.101 Linkages between the fuse striker(s) and the switch release

The linkages between the fuse striker(s) and the switch release shall be such that the switch operates satisfactorily under both three-phase and single-phase 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)

The switch-fuse combination shall be designed so that the combination will perform satisfactorily under low over-current conditions. This is achieved by compliance with the following:

a) time coordination between switch and fuse is provided by either 1), 2) or 3) below:

- 1) the fuse-initiated opening time of the switch shall be shorter than the maximum arcing time the fuse can withstand as specified in IEC 60282-1,

NOTE New 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 combination (i.e. full range fuses) then the fuse-initiated opening time of the switch-fuse combination is deemed not relevant,

- 3) quand il peut être prouvé que le déclencheur thermique du perceur 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 combiné ne diminue pas ses performances comme il est démontré dans l'essai décrit en 6.104.

6 Essais de type

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

6.1 Généralités

L'objectif des essais de type est de démontrer les caractéristiques des combinés interrupteur-fusibles, de leurs dispositifs de commandes et de leurs équipements auxiliaires.

L'interrupteur du combiné doit avoir été essayé en tant que constituant individuel en conformité avec la CEI 60265-1, excepté pour le courant de courte durée admissible et pour le pouvoir de fermeture sur court-circuit. De plus, il est entendu que les fusibles ont été essayés selon les exigences de la CEI 60282-1.

Les essais de type comportent:

- les essais diélectriques;
- les essais d'échauffement;
- le mesurage de la résistance du circuit principal;
- les essais pour démontrer la capacité du combiné à établir et à couper les courants spécifiés;
- les essais pour démontrer le fonctionnement mécanique correct et l'endurance;
- la vérification de la protection;
- les essais d'étanchéité;
- les essais de compatibilité électromagnétique.

Ainsi, pour les combinés, trois groupes d'essais sont effectués:

- a) essais de l'interrupteur suivant la CEI 60265-1; ces essais peuvent être effectués sur un autre combiné que celui utilisé pour les essais c);
- b) essais des fusibles conformément à la CEI 60282-1;
- c) essais du combiné conformément à la présente norme.

Dans le cas de combinés fusibles-interrupteurs, les essais de la CEI 60265-1 et les essais décrits en 6.102 de la présente norme doivent être effectués après avoir remplacé, comme il a été spécifié, les fusibles par des connexions rigides de mêmes forme, dimension et masse que ces fusibles.

Le combiné soumis à l'essai doit être comme neuf, avec des contacts propres et équipés de fusibles appropriés.

6.1.1 Groupement des essais

Le paragraphe 6.1.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.1.2 Information pour l'identification des spécimens d'essai

Le paragraphe 6.1.2 de la CEI 60694 est applicable.

- 3) where it can be shown that the thermal release of the fuse striker makes the switch 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 combination as proven by the test described in 6.104.

6 Type tests

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

6.1 General

The purpose of type tests is to prove the characteristics of switch-fuse combinations, their operating devices and their operating equipment.

It is required that the switch in the combination have been tested as an individual component for compliance with IEC 60265-1, except for the short-time current and short-circuit making requirements. Further, it is understood that the fuses have been tested to the requirements of IEC 60282-1.

Type tests include:

- dielectric tests;
- temperature-rise tests;
- measurement of the resistance of the main circuit;
- tests to prove the ability of the combination 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.

For combinations, three groups of tests are involved:

- a) tests on the switch in accordance with IEC 60265-1; these tests may be carried out on a combination other than that used for tests c);
- b) tests on the fuse in accordance with IEC 60282-1;
- c) tests on the combination in accordance with this standard.

In the case of a fuse-switch, the tests of IEC 60265-1 and the tests of 6.102 of this standard shall be carried out after replacing, as specified, the fuses with solid links of the same shape, dimension and mass as that of the fuses.

The combination submitted for test shall be in new condition with clean contact parts and fitted with the appropriate fuses.

6.1.1 Grouping of the tests

Subclause 6.1.1 of IEC 60694 is applicable.

6.1.2 Information for identification of specimens

Subclause 6.1.2 of IEC 60694 is applicable.

6.1.3 Information à inclure dans les rapports d'essais

Le paragraphe 6.1.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.2 Essais diélectriques

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants.

Le paragraphe 6.2.9 (Essais de décharges partielles), est remplacé par le paragraphe ci-dessous.

Aucun essai de décharges partielles n'est requis sur le combiné complet. Toutefois, les composants doivent satisfaire, de ce point de vue, à leurs normes CEI respectives.

6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique

Le paragraphe 6.3 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal

Le paragraphe 6.4 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Des connexions rigides de résistance négligeable doivent être utilisées à la place des fusibles, et la résistance de ces connexions doit être notée.

6.5 Essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5 de la CEI 60694 est applicable, avec les compléments suivants:

L'essai d'échauffement du combiné doit être effectué aux courants assignés en service continu du combiné avec tous les fusibles de la liste de référence. Toutefois, le nombre d'essais peut être réduit en appliquant les règles ci-dessous.

La conformité aux essais d'échauffement du combiné constitué d'un socle et d'un type de fusible donné (notés X) établit la conformité de tout combiné constitué du même socle et de fusibles d'un autre type, pour le courant assigné en service continu de ce nouveau combiné, 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 combiné ($I_r \text{ combiné} / I_r \text{ fusible}$) 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.

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

Le paragraphe 6.6 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

6.7 Vérification de la protection

Le paragraphe 6.7 de la CEI 60694 est applicable.

6.1.3 Information to be included in the type-test reports

Subclause 6.1.3 of IEC 60694 is applicable.

6.2 Dielectric tests

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

Subclause 6.2.9 (Partial discharge tests) is replaced by the following:

No partial discharge tests are required on the complete combination. However, components shall comply in this respect with their relevant IEC standards.

6.3 Radio interference voltage (RIV) tests

Subclause 6.3 of IEC 60694 is not applicable.

6.4 Measurement of the resistance of the main circuit

Subclause 6.4 of IEC 60694 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

Subclause 6.5 of IEC 60694 is applicable with the following additions:

The temperature-rise tests of the combination shall be carried out at the rated normal currents of the combination with all fuses of the reference list. However, the number of tests may be reduced by applying the following statement.

Compliance with temperature-rise tests of the combination made of the combination base and a given fuse type (referred to as X) demonstrates the compliance of any combination made of the same combination base fitted with another fuse type, at the associated rated normal current of this new combination, provided that the four criteria below are fulfilled:

- the fuses have the same length as the fuse X;
- the fuses have a rated current lower than, or equal to, those of the X fuses;
- the fuses have a rated dissipated power (according to IEC 60282-1) lower than, or equal to, those of the X fuses;
- the derating of the fuses within the combination ($I_{r \text{ combination}}/I_{r \text{ fuse}}$) is lower than, or equal to, those of the X fuses.

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

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 6.6 of IEC 60694 is not applicable.

6.7 Verification of the protection

Subclause 6.7 of IEC 60694 is applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 6.8 de la CEI 60694 est applicable.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.9 de la CEI 60694 est applicable.

6.101 Essais d'établissement et de coupure

Ce paragraphe comporte quatre séquences d'essais:

- TD_{ISC} : essais de fermeture et de coupure au pouvoir de coupure assigné en court-circuit;
- $TD_{I_{wmax}}$: essais de fermeture et de coupure à l'intégrale de Joule I^2t maximale;
- $TD_{I_{transfer}}$: essais de coupure au courant de transition assigné;
- $TD_{I_{to}}$: essais de coupure au courant d'intersection assigné.

6.101.1 Conditions pour réaliser les essais

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

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

Ainsi, on peut admettre que des combinés différents, non essayés ou partiellement essayés, formés d'un socle et de fusibles, satisfont à la présente norme pourvu que les conditions suivantes soient remplies:

- 1) tout fusible considéré doit être conforme à sa norme (CEI 60282-1);
- 2) le même type de percuteur, c'est-à-dire moyen ou fort en accord avec la CEI 60282-1, doit équiper les fusibles;
- 3) les fusibles de ces variantes doivent satisfaire aux exigences spécifiées en 6.101.2.1, 6.101.2.2 et 6.101.2.3;
- 4) pour les fusibles-interrupteurs seulement, tout changement de la masse des fusibles ne doit pas remettre en cause les performances de coupure du fait d'un changement dans le fonctionnement mécanique (c'est-à-dire vitesse d'ouverture).

6.101.1.1 Etat du combiné avant les essais

Le combiné 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 en 4.8 et 4.10 de la CEI 60694, à moins que l'arrachement du courant n'influence les résultats d'essais, auquel cas le combiné doit être alimenté à une tension ou à une pression de gaz comprise dans les tolérances spécifiées en 4.8 et 4.10 de la CEI 60694, 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 combiné fonctionne correctement à vide lorsque les conditions ci-dessus sont remplies.

Les combinés à commande manuelle indépendante peuvent être actionnés par un dispositif permettant de les commander à distance.

6.8 Tightness tests

Subclause 6.8 of IEC 60694 is applicable.

6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

Subclause 6.9 of IEC 60694 is applicable.

6.101 Making and breaking tests

This clause contains four test duties:

- TD_{ISC} : making and breaking tests at the rated short-circuit current;
- $TD_{IW_{max}}$: making and breaking tests at the maximum breaking I^2t ;
- $TD_{I_{transfer}}$: breaking tests at the rated transfer current;
- $TD_{I_{to}}$: breaking test at 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 combination of switch and fuses actually tested. However, it is recognized that it may well be impractical to

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

Therefore, compliance with this standard may also be deemed to apply for alternative, untested or partially tested combinations made of combination base and fuses, provided that the following conditions are met:

- 1) any fuse considered shall comply with its standard (IEC 60282-1);
- 2) the same type of striker shall be fitted, i.e. medium or heavy in accordance with IEC 60282-1;
- 3) the requirements for the alternative type of fuse stated in 6.101.2.1, 6.101.2.2 and 6.101.2.3 shall be met;
- 4) for fuse-switches only, any change in fuse-link mass shall not invalidate breaking characteristics due to change in the mechanical operation (i.e. opening speed).

6.101.1.1 Condition of the combination before testing

The combination 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 4.8 and 4.10 of IEC 60694, unless current chopping influences the test results. In the latter case, the combination shall be operated at a voltage or gas pressure within the tolerances specified for 4.8 and 4.10 of IEC 60694, chosen so as to obtain the highest contact speed at contact separation and maximum arc extinguishing properties.

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

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

Le choix du côté à mettre sous tension doit être considéré avec soin. Lorsque le combiné est prévu pour être alimenté de n'importe quel côté et que la géométrie d'un côté de la coupure ou des coupures du combiné diffère de celle qui existe de l'autre côté, le côté sous tension du circuit d'essai doit être raccordé au combiné 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 fusibles utilisés pour les essais doivent être choisis de manière à ce que le résultat des séries d'essais soit considéré valable pour tous les combinés constitués du même socle et tout fusible de la liste de référence. Pour les combinés équipés de déclencheurs, les relais ou déclencheurs à maximum de courant (s'ils sont installés) doivent être du courant assigné le plus faible qui soit associé avec les fusibles utilisés. Les essais doivent être réalisés à température ambiante et sans charge préexistante, sauf mention contraire.

6.101.1.2 Fréquence d'essai

Les combinés doivent être, en principe, 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 combinés 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 combiné et le type d'essais effectué.

NOTE Dans quelques cas les caractéristiques assignées d'un combiné 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'essai doit être déterminé par mesurage et doit être pris comme la moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Pendant les essais, la valeur moyenne doit correspondre aux valeurs données en 6.101.2.1, 6.101.2.2, 6.101.2.3 et 6.101.2.4.

6.101.1.4 Disposition des circuits d'essais

Pour les séries d'essais TD_{isc} et $TD_{I_{wmax}}$, le combiné est relié de préférence à un circuit ayant le point neutre de l'alimentation isolé et le point neutre du court-circuit triphasé à la terre, comme indiqué à la figure 3a. Si le point neutre de l'alimentation ne peut pas être isolé, il doit être alors relié à la terre et le point neutre du court-circuit triphasé doit être isolé comme indiqué à la figure 3b.

Pour les séries d'essais $TD_{I_{transfer}}$ et $TD_{I_{to}}$, le combiné doit être raccordé à un circuit comme indiqué, respectivement, aux figures 4 et 5.

Pour les combinés 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.

Due consideration shall be given to the choice of the live side connections. When the combination is intended for power supply from either side, and the physical arrangement of one side of the break, or breaks, of the combination differs from that of the other side, the live side of the test circuit shall be connected to the side of the combination 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 fuses selected for the tests shall be chosen so that the result of the test duties are deemed valid for all combinations made of the same combination base and any fuse of the reference list. For release-operated combinations, over-current relays or releases (where fitted) shall be of the lowest normal current rating associated with these fuses. The tests shall be carried out at ambient temperature and without previous loading, unless otherwise specified.

6.101.1.2 Test frequency

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

NOTE In some cases, the rated characteristics of a combination 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.

During the tests, the average value shall conform to the values given in 6.101.2.1, 6.101.2.2, 6.101.2.3 and 6.101.2.4.

6.101.1.4 Arrangement of test circuits

For test duties TD_{isc} and TD_{Iwmax} , the combination shall preferably be connected in a circuit having the neutral point of the supply isolated and the neutral point of the three-phase short-circuit earthed, as shown in figure 3a. When the neutral point of the test supply cannot be isolated, it shall be earthed and the three-phase short-circuit point shall be isolated as shown in figure 3b.

For test duties $TD_{Itransfer}$ and TD_{Ito} , the combination shall be connected in a circuit as shown in figures 4 and 5, respectively.

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

The screens, frame and other normally earthed parts shall be insulated from earth but connected thereto through a fuse consisting of a copper wire of 0,1 mm diameter and 50 mm in length. The fuse 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 Tension d'essai pour les essais de coupure

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

La tension doit être mesurée aussi près que possible des bornes du combiné, 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 combiné.

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.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle d'un circuit d'essai triphasé doit être la valeur moyenne de la tension de rétablissement à fréquence industrielle de toutes les phases mesurées après l'ouverture de l'interrupteur.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle du circuit d'essais doit être mesurée aux bornes de chaque pôle du combiné et dans chaque phase du circuit d'essais.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être mesurée une période après l'ouverture de l'interrupteur comme indiqué à la figure 6.

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

La tension appliquée (voir 3.7.114), avant les essais de fermeture sur court-circuit pour les séries d'essais TD_{Isc} et TD_{Iwmax} 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 coupé

Pour les séries d'essais TD_{Isc} et TD_{Iwmax} , 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 $TD_{Itransfer}$ et TD_{Ito} , 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_{Iwmax} et TD_{Ito} , la valeur efficace de la composante alternative du courant coupé de tous pôles ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur moyenne. Pour la série d'essais $TD_{Itransfer}$, la valeur efficace de la composante alternative du courant coupé dans les deux pôles équipés de connexions rigides ne doit pas être inférieure à $\sqrt{3}/2$ soit 87 % du courant du premier pôle qui coupe, c'est-à-dire du pôle équipé d'un fusible.

6.101.1.5 Test voltage for breaking tests

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

The voltage shall be measured as close as practicable to the terminals of the combination, 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 combination.

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.

The power-frequency recovery voltage of a three-phase test circuit shall be the average value of the power-frequency recovery voltages in all phases measured after the opening of the switch.

The power-frequency recovery voltage of the test circuit shall be measured between the terminals of each pole of the combination in each phase of the test circuit.

The power-frequency recovery voltage shall be measured one cycle after the opening of the switch in accordance with figure 6.

6.101.1.7 Applied voltage before short-circuit making tests

The applied voltage (see 3.7.114) before the short-circuit making tests in test duties TD_{ISC} and TD_{IWmax} 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 combination 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 duties TD_{ISC} and TD_{IWmax} 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 $TD_{Itransfer}$ and TD_{Ito} 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_{IWmax} and TD_{Ito} , 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 %. For test duty $TD_{Itransfer}$, the r.m.s. value of the a.c. component of the breaking current in the two poles fitted with solid conducting links shall be not less than $\sqrt{3}/2$, i.e. 87 % of that in the first-pole-to-clear, i.e. the pole fitted with a fuse.

6.101.1.9 Tension transitoire de rétablissement

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 le combiné 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 1, 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 d'essais

6.101.2.1 Série d'essais TD_{ISC} – Essais d'établissement et de coupure au courant de court-circuit assigné

Cette série d'essais est effectuée pour montrer que l'interrupteur est capable de supporter et d'établir sans dommage le courant coupé limité des fusibles et que le percuteur provoque bien l'ouverture de l'interrupteur pour cette valeur de courant. Les trois pôles du combiné sont équipés de fusibles pour cet essai.

Les essais réalisés sur un combiné interrupteur-fusibles équipé de fusibles d'un type donné sont considérés valables également pour un combiné constitué du même socle équipé 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

On doit effectuer un essai de coupure et un essai d'établissement-coupure dans un circuit triphasé dont les valeurs efficace et de crête du courant présumé sont égales aux valeurs assignées en court-circuit du combiné avec une tolérance de $^{+5}_{0}$ %.

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

La tension appliquée doit être conforme aux indications de 6.101.1.7.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle (voir 6.101.1.6) doit être égale à la tension assignée du combiné divisée par $\sqrt{3}$. La tolérance sur la valeur moyenne est de ± 5 % de la valeur spécifiée, et la tolérance sur chacune des phase est de ± 20 % par rapport à la moyenne.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications données en 4.102 et 6.101.1.9.

6.101.1.9 Transient recovery voltage

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 combination 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 1 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_{ISC} – Making and breaking tests at the rated short-circuit current

This test duty is performed to show that the switch is capable of withstanding and making the cut-off current of the fuse without damage and that the striker will open the switch at this current. The test is carried out with fuses fitted in all three poles of the combination.

Tests on a switch-fuse combination fitted with fuses of a particular type are deemed to also apply to combinations made of the same combination base and fuses of alternative type from the reference list, 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 combination with a tolerance of $\pm 5\%$.

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.

The power-frequency recovery voltage (see 6.101.1.6) shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$. The tolerance on the average value is $\pm 5\%$ of the specified value, and the tolerance on any phase to the average value is $\pm 20\%$.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with 4.102 and 6.101.1.9.

L'essai de coupure de cette série d'essais doit être effectué avec un angle de début d'arc dans un des fusibles des pôles extrêmes conforme aux indications de la CEI 60282-1, série d'essais 1, c'est-à-dire être compris entre 65 et 90 degrés électriques après le zéro de tension de la phase considérée.

6.101.2.2 Série d'essais TD_{Jwmax} – Essais d'établissement et de coupure au maximum de I^2t à la coupure

Lorsqu'elle est effectuée, son but est de vérifier le comportement du combiné sous un courant présumé approximativement égal à celui produisant le I^2t maximum pour l'interrupteur. Les trois pôles du combiné sont équipés de fusibles pour cet essai.

Les combinés dans lesquels l'interrupteur atteint sa position pleinement fermée avant d'ouvrir sous l'action du percuteur, et qui ont été soumis, dans les conditions de la CEI 60265-1, à deux essais d'établissement avec une valeur de crête non inférieure à 2,5 fois I_2 (50 Hz), ou 2,6 fois I_2 (60 Hz), et à un essai de tenue au courant de courte durée d'une durée non inférieure à 0,1 s pour une valeur de courant non inférieure à I_2 (c'est-à-dire le courant de court-circuit présumé pour la séquence d'essai 2 de la CEI 60282-1), sont dispensés de la séquence d'essai TD de la présente norme.

La séquence d'essai peut également être omise si le ou les fusibles essayés dans le combiné lors de la séquence TD_{Isc} de la présente norme ont une valeur publiée de l'intégrale de Joule I^2t , lors de la séquence d'essai 1 selon la CEI 60282-1, supérieure à celle de la séquence d'essai TD de la présente norme.

Les essais selon la présente norme sur un combiné interrupteur-fusible équipé de fusibles d'un type particulier sont considérés valables si des fusibles d'un type différent sont installés dans le même socle, pourvu que l'intégrale de Joule I^2t maximale de ce type différent, comme établie par la séquence d'essais 2 de la CEI 60282-1, ne soit pas supérieure à celle du type essayé, établie dans les conditions similaires.

On doit effectuer un essai de coupure et un essai d'établissement-coupure dans un circuit triphasé dont la valeur du courant présumé est égale, dans la tolérance de $\pm 10\%$ à celle du courant présumé prévu pour vérifier la valeur du I^2t de la CEI 60282-1 pour les essais des fusibles incorporés au combiné.

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être compris entre 0,07 et 0,15 en retard.²

La tension appliquée doit être conforme aux indications de 6.101.1.7. Pour l'essai de coupure de cette série d'essais, la manœuvre doit être réalisée avec une fermeture synchronisée du circuit de telle sorte que le courant apparaisse sous un angle compris entre 0 et 20 degrés électriques après le zéro de tension sur l'une quelconque des phases.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle (voir 6.101.1.6) doit être égale à la tension assignée du combiné divisée par $\sqrt{3}$. La tolérance sur la valeur moyenne est de $\pm 5\%$ de la valeur spécifiée, et la tolérance sur chaque phase est de $\pm 20\%$ par rapport à la valeur moyenne.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications de 6.101.1.9 ainsi qu'aux valeurs spécifiées pour la séquence d'essais 2 de la CEI 60282-1.

¹ La limite inférieure n'est pas prise en compte lorsque le constructeur donne son accord.

The breaking test of this 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. to be within the range of 65 to 90 electrical degrees after voltage zero in that pole.

6.101.2.2 Test duty TD_{IWmax} – Making and breaking tests at the maximum breaking I^2t

When carried out, its purpose is to verify the performance of the combination with a prospective current approximating to that producing the maximum I^2t for the switch. The test is carried out with fuses fitted in all three poles of the combination.

Combinations in which the switch closes fully home before opening under the action of the fuse striker, and has been subjected, under IEC 60265-1 conditions, to two make tests at a peak current value not less than 2,5 times I_2 (50 Hz) or 2,6 times I_2 (60 Hz) and a short-time test for a duration of not less than 0,1 s at a current value not less than I_2 (i.e. the prospective short-circuit current for test duty 2 of IEC 60282-1) are exempt from test duty TD of this standard.

This test duty may be also omitted if the fuse or fuses tested in the combination to test duty TD_{ISC} of this standard have a higher published value of I^2t under test duty 1 of IEC 60282-1 than under test duty TD of this standard.

Tests according to this standard on a switch-fuse combination made with fuses of a particular type are deemed valid if fuses of an alternative type are fitted in the combination base, provided that the maximum operating I^2t of the alternative type, as established by test duty 2 of IEC 60282-1, is not greater than that of the tested type similarly established.

One break and one make-break test shall be made in a three-phase circuit having a prospective current within $\pm 10\%$ of that prospective current required to verify the value of I^2t of IEC 60282-1 for the fuse design incorporated in the combination.

The power factor of the test circuit shall be between 0,07 to 0,15 lagging.¹

The applied voltage shall be in accordance with 6.101.1.7. For the breaking test of this test duty, the operation shall be made with point-on-wave closure of the circuit so that current commences between 0 and 20 electrical degrees after voltage zero on any one phase.

The power-frequency recovery voltage (see 6.101.1.6) shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$. The tolerance on the average value is $\pm 5\%$ of the specified value, and the tolerance on any phase to the average value is $\pm 20\%$.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with 6.101.1.9 and the values specified in test duty 2 of IEC 60282-1.

¹ When the manufacturer agrees, the lower limit does not apply.

6.101.2.3 Séquence d'essais $TD_{I_{transfer}}$ – Essais de coupure au courant de transition assigné

Cette série d'essais est effectuée pour prouver la bonne coordination entre l'interrupteur et les fusibles dans la zone de courant où l'interrupteur prend la relève des fusibles pour assurer la coupure (voir aussi 3. 7.109).

NOTE 1 La séquence d'essais $TD_{I_{transfer}}$ peut être omise dans le cas de combinés équipés de déclencheurs si le courant d'intersection est supérieur ou égal au courant de transition.

On doit effectuer trois essais de coupure dans un circuit triphasé, comme représenté à la figure 4a, avec les fusibles de deux pôles remplacés par des connexions rigides d'impédance négligeable. Les deux pôles équipés de ces connexions rigides doivent être différents pour chacun des trois essais. Dans le cas de fusibles-interrupteurs, les connexions rigides doivent avoir les mêmes forme, dimension et masse que celles des fusibles qu'elles remplacent.

Si cette procédure, consistant à utiliser un fusible sur un pôle et deux connexions rigides sur les deux autres, n'est pas commode pour la réalisation des essais en station, le fusible peut être supprimé et l'interrupteur déclenché par tout autre moyen. Dans le cas de fusibles-interrupteurs, le fusible doit être alors remplacé soit par un fusible factice (par exemple un fusible fondu), soit par une connexion isolante de mêmes forme, dimension et masse que le fusible.

Le circuit d'essai doit comprendre un circuit d'alimentation triphasé ainsi qu'un circuit de charge également triphasé (voir figure 4a).

Le circuit de charge doit être un circuit série R-L.

Le circuit d'alimentation doit avoir un facteur de puissance n'excédant pas 0,2 en retard et doit remplir les conditions suivantes:

- la composante symétrique du courant de court-circuit du circuit d'alimentation ne doit pas excéder le pouvoir de coupure assigné du combiné ni être inférieure à 5 % de ce pouvoir de coupure;
- l'impédance du circuit d'alimentation doit être comprise entre 12 % et 18 % de l'impédance totale du circuit d'essais prévue pour la série d'essais $TD_{I_{transfer}}$. Lorsque par suite des limitations de la station d'essais cette condition ne peut être satisfaite, le pourcentage peut être réduit à condition de s'assurer que la TTR présumée qui en résulte n'est pas moins sévère;
- la tension transitoire présumée de rétablissement du circuit d'alimentation dans les conditions de court-circuit doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60282-1.

Le facteur de puissance du circuit de charge, déterminé comme indiqué en 6.101.1.3 doit être:

- compris entre 0,2 et 0,3 en retard si le courant coupé est supérieur à 400 A;
- compris entre 0,3 et 0,4 en retard si le courant coupé est inférieur ou égal à 400 A.

La tension d'essai doit être conforme aux exigences de 6.101.1.5.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la tension assignée du combiné divisée par $\sqrt{3}$. La tolérance sur la valeur moyenne est de $\pm 5\%$ et la tolérance sur chaque phase est de $\pm 20\%$ par rapport à la valeur moyenne.

La tension transitoire de rétablissement présumée du circuit de charge, en vue de son réglage, doit être conforme aux indications de 6.101.1.9 et au tableau 2a ou 2b, selon le cas. Il n'est pas spécifié de retard.

6.101.2.3 Test duty TD_{transfer} – Breaking tests at the rated transfer current

This test duty is performed to prove the correct coordination between the switch and fuses in the current region where the breaking duty is transferred from the fuses to the switch (see 3.7.109).

NOTE 1 Test duty TD_{transfer} may be omitted in the case of release-operated combinations if the take-over current is equal to or higher than the transfer current.

Three break tests shall be made in a three-phase circuit, as shown in figure 4a, with the fuses in two poles replaced by solid links of negligible impedance. The pair of poles with the solid links shall be different on each of the three breaking tests. In the case of fuse-switches, the solid links shall be of the same shape, dimension and mass as those of the fuses they replace.

If this arrangement of one fuse on one pole and two solid links on the two other poles is not practicable for the testing laboratory, then the fuse may be omitted and the switch tripped in some other way. In the case of fuse-switches, the fuse shall be replaced by either a dummy fuse (for example a blown fuse) or an insulating link of the same shape, dimension and mass as those of the fuse.

The test circuit shall consist of a three-phase supply and load circuit (see figure 4a).

The load circuit shall be an R-L series connected circuit.

The supply circuit shall have a power factor not exceeding 0,2 lagging and shall meet the following requirements:

- a) the symmetrical component of the short-circuit breaking current of the supply circuit shall neither exceed the rated short-circuit breaking current of the combination nor be less than 5 % of this current;
- b) the impedance of the supply circuit shall be between 12 % and 18 % of the total impedance of the test circuit for test duty TD_{transfer} . If, due to limitations of the testing station, this condition cannot be met, the percentage may be lower, but it shall be ensured that the resulting prospective TRV is not less severe;
- c) the prospective transient recovery voltage of the supply circuit under short-circuit conditions shall be in accordance with IEC 60282-1.

The power factor of the load circuit, determined in accordance with 6.101.1.3, shall be:

- between 0,2 to 0,3 lagging if the breaking current exceeds 400 A;
- between 0,3 to 0,4 lagging if the breaking current is equal to or less than 400 A.

The test voltage shall be in accordance with 6.101.1.5.

The power-frequency recovery voltage shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$. The tolerance on the average value is ± 5 % and the tolerance on any phase voltage to the average value is ± 20 %.

The prospective transient recovery voltage of the load circuit, for calibration purposes, shall be in accordance with 6.101.1.9 and tables 2a or 2b, as appropriate. A delay line is not specified.

Tableau 2 – Valeurs normalisées de la TTR présumée pour la séquence d'essais TD_{ltransfer}

Tableau 2a – Pratique en Europe

Tension assignée U_r kV	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_3 µs	Vitesse d'accroissement u_c/t_3 kV/µs
3,6	6,2	80	0,077
7,2	12,3	104	0,115
12	20,6	120	0,167
17,5	30	144	0,208
24	41	176	0,236
36	62	216	0,285
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times U_r \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$			

Tableau 2b – Pratique aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada

Tension assignée U_r kV	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_3 µs	Vitesse d'accroissement u_c/t_3 kV/µs
2,8	4,8	74	0,065
5,5	9,4	92	0,103
8,3	14,2	108	0,132
15	25,7	132	0,195
15,5	26,6	134	0,198
27	46,3	186	0,249
38	65,2	222	0,293
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times U_r \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$			

NOTE 2 Les tableaux 2a et 2b se rapportent au premier pôle qui coupe dans un circuit triphasé, c'est-à-dire le pôle équipé d'un fusible (ou d'un fusible factice/ou d'une connexion isolante).

NOTE 3 Les valeurs indiquées dans les tableaux 2a et 2b s'appliquent aux installations classiques où les courants de transition sont plus petits que ceux dus aux courts-circuits francs aux bornes secondaires des transformateurs; ces derniers sont normalement éliminés par les fusibles. Cependant, elles peuvent ne pas être valables pour des applications où l'interrupteur doit couper de tels courants dus aux courts-circuits francs aux bornes secondaires. De tels cas font l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

6.101.2.4 Séquence d'essais TD_{lto} – Essais de coupure au courant d'intersection assigné (combinés actionnés par déclencheur seulement)

Cette série d'essais n'est obligatoire que pour les combinés actionnés par déclencheur. Elle est effectuée pour démontrer la parfaite coordination entre l'interrupteur actionné par le déclencheur et les fusibles dans la zone de courant où l'interrupteur sous l'action du déclencheur prend la relève des fusibles pour assurer la coupure.

On effectue trois essais de coupure dans un circuit triphasé, comme représenté à la figure 5, les fusibles dans les trois pôles étant remplacés par des connexions rigides d'impédance négligeable. Dans le cas de fusibles-interrupteurs, les connexions rigides doivent avoir les mêmes forme, dimension et masse que celles des fusibles qu'elles remplacent.

Le circuit d'essais doit être le même que celui prévu pour la série d'essais TD_{ltransfer}.

Table 2 – Standard values of prospective TRV for test duty TD_{transfer} **Table 2a – Based on practice in Europe**

Rated voltage U_r kV	TRV peak voltage u_c kV	Time co-ordinate t_3 μs	Rate-of-rise u_c/t_3 kV/ μs
3,6	6,2	80	0,077
7,2	12,3	104	0,115
12	20,6	120	0,167
17,5	30	144	0,208
24	41	176	0,236
36	62	216	0,285
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times U_r \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$			

Table 2b – Based on practice in the United States of America and Canada

Rated voltage U_r kV	TRV peak voltage u_c kV	Time co-ordinate t_3 μs	Rate-of-rise u_c/t_3 kV/ μs
2,8	4,8	74	0,065
5,5	9,4	92	0,103
8,3	14,2	108	0,132
15	25,7	132	0,195
15,5	26,6	134	0,198
27	46,3	186	0,249
38	65,2	222	0,293
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times U_r \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$			

NOTE 2 Tables 2a and 2b give three-phase values and refer to the first-pole-to-clear, i.e. the pole with the fuse (or dummy fuse/insulating link).

NOTE 3 The values shown in tables 2a and 2b are applicable to typical installations involving transfer currents of lower value than those arising from solid short-circuits in the transformer secondary terminal zone; the latter are normally cleared by the fuses. However, they may not be appropriate for an application requiring the clearing of such terminal-zone faults by the switch. Such a condition of application is subject to agreement between the user and the manufacturer.

6.101.2.4 Test duty TD_{ito} – Breaking tests at the rated take-over current (release-operated combinations only)

This test duty is mandatory for release-operated combinations only and is performed to prove the correct coordination between the release-operated switch and fuses in the current region where the breaking duty is taken over from the fuses by the release-operated switch.

Three break tests shall be made in a three-phase circuit, as shown in figure 5, with the fuses in all three poles replaced by solid links of negligible impedance. In the case of fuse-switches, the solid links shall be of the same shape, dimension and mass as those of the fuses they replace.

The test circuit shall be the same as that for test duty TD_{transfer} .

La valeur du courant correspond à

- la durée d'ouverture minimale de l'interrupteur provoquée par le déclencheur plus, s'il y a lieu, la moitié d'une période représentant la durée de fonctionnement minimale d'un relais à maximum de courant ou d'un relais de terre, externe à l'appareil;
- la durée de fonctionnement maximale du fusible de courant assigné le plus élevé.

Voir la figure 12.

6.101.2.5 Résumé des paramètres d'essais

Le tableau 3 ci-dessous résume les valeurs des paramètres à utiliser pour les séquences d'essais.

Tableau 3 – Résumé des paramètres d'essais pour les séquences d'essais

Série d'essai		Tension d'essai	Courant d'essai/angle de fermeture	Séquence d'essais	Facteur de puissance	TTR
N°	Circuit					
TD _{Isc}	Triphasé figure 3	U_r	Voir séquence d'essai 1 de la CEI 60282-1	O CO	0,07 à 0,15 en retard	Voir séquence d'essais 1 de la CEI 60282-1
TD _{Iwmax}	Triphasé figure 3	U_r	Voir séquence d'essai 2 de la CEI 60282-1	O CO	0,07 à 0,15 en retard	Voir séquence d'essais 2 de la CEI 60282-1
TD _{Itransfer}	Triphasé/ biphasé figure 4	U_r	$I_{transfer}$ (ou $0,87I_{transfer}$) Voir 6.101.2.3 de la présente norme	O O O	$I_{transfer} > 400$ A 0,2 à 0,3 en retard $I_{transfer} \leq 400$ A 0,3 à 0,4 en retard	Tableaux 2a et 2b de la présente norme Voir les conditions d'essais de coupure de charges de la CEI 60265-1
TD _{Ito}	Triphase figure 5	U_r	I_{to} Voir 6.101.2.4 de la présente norme	O O O	$I_{to} > 400$ A 0,2 à 0,3 en retard $I_{to} \leq 400$ A 0,3 à 0,4 en retard	Tableaux 2a et 2b de la présente norme Voir les conditions d'essais de coupure de charges de la CEI 60265-1
NOTE Les facteurs de puissance indiqués pour les séries d'essais TD _{Itransfer} et TD _{Ito} sont ceux du circuit de charge.						

6.101.3 Comportement du combiné pendant les essais

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

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

Pour les combinés rempli 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 combinés, les flammes ou les particules métalliques, qui pourraient réduire le niveau d'isolement du combiné, 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 current value corresponds to

- the minimum release-initiated opening time of the switch plus, where applicable, a half cycle time to represent the minimum operating time of an external over-current or an earth-fault relay;
- the maximum operating time of the fuses of highest rated current.

See Figure 12.

6.101.2.5 Summary of test parameters

A summary of the parameters to be used when performing test duties is given in table 3.

Table 3 – Summary of test parameters for test duties

Test duty		Test voltage	Test current/making angle	Test series	Power factor	TRV
No	Circuit					
TD _{Isc}	3-phase figure 3	U_r	See test duty 1 of IEC 60282-1	O CO	0,07 to 0,15 lagging	See test duty 1 of IEC 60282-1
TD _{IWmax}	3-phase figure 3	U_r	See test duty 2 of IEC 60282-1	O CO	0,07 to 0,15 lagging	See test duty 2 of IEC 60282-1
TD _{Itransfer}	3-phase/ 2-phase figure 4	U_r	$I_{transfer}$ or $(0,87 I_{transfer})$ See 6.101.2.3 of this standard	O O O	$I_{transfer} > 400$ A 0,2 to 0,3 lagging $I_{transfer} \leq 400$ A 0,3 to 0,4 lagging	Tables 2a and 2b of this standard See test conditions for load current interruption of IEC 60265-1
TD _{Ito}	3-phase figure 5	U_r	I_{to} See 6.101.2.4 of this standard	O O O	$I_{to} > 400$ A 0,2 to 0,3 lagging $I_{to} \leq 400$ A 0,3 to 0,4 lagging	Tables 2a and 2b of this standard See test conditions for load current interruption of IEC 60265-1

NOTE The power factors relating to test duties TD_{Itransfer} and TD_{Ito} refer to the load circuit.

6.101.3 Behaviour of the combination during tests

The combination may be inspected but not reconditioned (apart from the replacement of fuses) between any of the test duties which shall all be done on one sample.

During operation, the combination shall show neither signs of excessive distress nor phenomena that might endanger an operator.

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

For other types of combinations, flame or metallic particles such as might impair the insulation level of the combination 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.

Pour les séries d'essais TD_{Isc} et TD_{Iwmax} l'interrupteur doit s'ouvrir sous l'action des percuteurs du fusible.

Pour les combinés avec des interrupteurs à vide, un maximum de trois décharges disruptives non maintenues (NSDD) est admis pendant l'ensemble du programme d'essais. Une NSDD est définie comme une décharge disruptive entre les contacts de l'interrupteur pendant la période de rétablissement à fréquence industrielle ne donnant lieu qu'à l'écoulement de courant haute fréquence. Une réapparition de courant à fréquence industrielle n'est pas admise.

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 de 5.1.3 de la CEI 60282-1.

Après avoir effectué chaque séquence d'essais:

- Les parties mécaniques et les isolateurs du combiné 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.
- Le combiné doit être capable, sans remise en état, de supporter sa tension assignée sans défaillance diélectrique.
- Pour les combinés qui comprennent un interrupteur-sectionneur, les propriétés diélectriques en position ouverte ne doivent pas être réduites en dessous de celles spécifiées (voir 4.2) 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 doivent être satisfaites.
- Le combiné doit être capable de supporter son courant assigné en service continu après remplacement des fusibles.

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

En cas de doute sur l'aptitude du combiné à remplir les conditions de 6.101.4 b), on doit procéder aux essais diélectriques normalisés de tenue à fréquence industrielle selon 6.2.11 de la CEI 60694. Pour les combinés avec des interrupteurs scellés à vie, l'essai de vérification d'état est obligatoire sauf si l'interrupteur peut être démonté ou ouvert pour inspection.

En cas de doute sur l'aptitude du combiné, lorsque cela est applicable, à remplir les conditions de 6.101.4 c), on doit procéder aux essais diélectriques normalisés de tenue à fréquence industrielle selon 6.2.11 de la CEI 60694. Pour les combinés avec des interrupteurs scellés à vie, l'essai de vérification d'état est obligatoire sauf si l'interrupteur peut être démonté ou ouvert pour inspection.

NOTE Il convient de prendre en considération les dérogations nationales, telles que précisées dans l'avant-propos de la CEI 60694.

En cas de doute sur l'aptitude du combiné à remplir les conditions de 6.101.4 d), lorsqu'il s'applique, deux manœuvres supplémentaires d'établissement-coupure, au courant assigné continu, doivent être effectuées.

During test duties TD_{Isc} and TD_{IWmax} , the switch shall open following the action of the fuse strikers.

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

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

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

6.101.4 Condition of the apparatus after testing

After testing, fuses shall comply with the requirements of 5.1.3 of IEC 60282-1.

After performing each test duty:

- a) The mechanical function and the insulators of the combination 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 combination shall, without reconditioning, be capable of withstanding its rated voltage without dielectric failure.
- c) For those combinations which incorporate a switch-disconnector, the isolating properties of the switch-disconnector in the open position shall not be reduced below those specified (see 4.2) by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors given in IEC 62271-102 shall be fulfilled.
- d) The combination shall be capable of carrying its rated normal current continuously after renewal of fuses.

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

In case of doubt as to the ability of the combination to meet the conditions of 6.101.4 b), it shall be subjected to the relevant power-frequency voltage withstand tests in accordance with 6.2.11 of IEC 60694. For switch-fuse combinations with sealed for life interrupters, the condition checking test is mandatory unless the sealed interrupter may be disassembled or opened for the purpose of inspection.

In case of doubt as to the ability of the combination, 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 6.2.11 of IEC 60694. For switch-fuse combinations with sealed for life interrupters, the condition checking test is mandatory unless the sealed interrupter may be disassembled or opened for the purpose of inspection.

NOTE National deviations as stated in the foreword of IEC 60694 should be considered.

In case of doubt as to the ability of the combination, where applicable, to meet the conditions of 6.101.4 d), two additional close-open operations shall be made with the rated normal current.

6.102 Essais de manœuvre mécanique

Des essais sur les tringleries 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'interrupteur, 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.

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 l'interrupteur soit ne peut se fermer, soit ne peut rester fermé, selon son principe de construction.

NOTE 1 Pour ces essais, on peut utiliser un dispositif simulant le fonctionnement du percuteur des fusibles.

NOTE 2 L'interrupteur étant conforme à la CEI 60265-1, aucun essai complémentaire de fonctionnement mécanique n'est demandé.

6.103 Essais de chocs mécaniques sur les fusibles

Pendant les essais des tringlages de déclenchement selon 6.102 de la présente norme, deux fusibles doivent être montés sur les deux pôles du combiné non équipés du dispositif de simulation du fonctionnement du percuteur, pendant les trois séries de 30 manœuvres demandées. Chacun des deux fusibles utilisés doit avoir le plus faible calibre de la liste de référence. Si ce calibre est mentionné avec plusieurs types de fusibles, alors les fusibles utilisés pour l'essai doivent être de types différents.

De plus, dans le cas de fusibles-interrupteurs seulement, on doit effectuer 90 cycles manuels de fermeture-ouverture avec trois fusibles montés sur le combiné.

Chacun des trois fusibles utilisés doit avoir le plus faible calibre de la liste de référence. Si ce calibre est mentionné avec plusieurs types de fusibles, alors les fusibles utilisés pour l'essai doivent être de types différents.

Après cette ou ces séquences d'essais, les fusibles ne doivent présenter ni signe de dommage mécanique, ni changement de leur résistance. Ils ne doivent pas non plus s'être déplacés dans leurs contacts.

On admet que la réussite de la ou des séquences d'essais précédentes est suffisante pour justifier l'emploi de fusibles autres que ceux déjà essayés sans répéter les essais de chocs mécaniques.

6.104 Essai thermique avec longue durée de préarc du fusible

Les conditions d'essais sont similaires à celles de l'essai d'échauffement (6.5). Toutefois, la tension à vide de l'alimentation doit être suffisante pour actionner le percuteur.

L'essai doit être réalisé sur le fusible, dans la liste de référence, ayant le calibre le plus élevé de chaque série homogène. L'essai doit être effectué au courant donnant la température du corps du fusible la plus élevée, comme indiqué par le constructeur du fusible.

L'essai est réalisé en appliquant un courant d'essai de la valeur requise, comme indiqué ci-dessus, jusqu'à déclenchement du percuteur.

L'essai ci-dessus n'a pas à être répété pour les fusibles dont la température maximale du corps est plus faible que celle du fusible essayé.

6.102 Mechanical operation tests

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 switch release, a total of 100 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.

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 switch either cannot be closed or cannot remain closed according to its design.

NOTE 1 For the purpose of these tests, a device simulating fuse striker operation may be used.

NOTE 2 The switch being in compliance with IEC 60265-1, no additional mechanical operation tests of the switch are required.

6.103 Mechanical shock tests on fuses

During the test of the trip linkages given in 6.102, two fuses shall be fitted in the two poles of the combination not fitted with the fuse striker simulating device for the three sets of 30 operations involved. Each of the two fuses used shall have the lowest rated current of the reference list. If this rating is listed with several fuse types, then the fuses used for the test shall be of different types.

Additionally, in the case of fuse-switches only, 90 close-open operations shall be performed manually with three fuses.

Each of the three fuses used shall have the lowest rated current of the reference list. If this rating is listed with several fuse types, then the fuses used for the test shall be of different types.

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.

The satisfactory performance of the above test duty(ies) can be deemed to be sufficient evidence for justifying the use of fuses other than those tested without further mechanical shock testing.

6.104 Thermal test with long pre-arcing time of fuse

The test conditions are similar to the one used for the temperature-rise test (6.5). However, the no-load voltage of the supply shall be sufficient to operate the striker.

The test shall be carried out on the fuse, in the reference list, having the highest current rating in each homogeneous series. The test shall be performed at the current giving the highest fuse body temperature, as stated by the fuse manufacturer.

The test is performed by applying a test current of the required value, as stated above, until the striker operates.

The above test need not be repeated for alternative types of fuse having a stated lower peak body temperature than that tested.

L'essai est satisfaisant si

- a) le percuteur et l'interrupteur ont fonctionné correctement,
- b) il n'y a pas de dégâts au fusible, comme défini en 5.1.3 de la CEI 60282-1.

NOTE De nouveaux essais ont été introduits dans la CEI 60282-1 de manière à définir la température des corps du fusible la plus élevée et les courants correspondants.

7 Essais individuels de série

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

7.101 Essais de fonctionnement mécanique

Les essais de fonctionnement sont effectués pour s'assurer que les combinés sont conformes aux conditions de fonctionnement prescrites dans les limites de tension et de pression spécifiées pour l'alimentation de leurs dispositifs de manœuvre.

Pendant ces essais, on vérifie, en particulier, que les combinés s'ouvrent et se ferment correctement lorsque leurs dispositifs de manœuvre sont mis sous tension ou sous pression. On vérifie également que la manœuvre ne cause aucun dommage aux combinés. Les fusibles-interrupteurs doivent être équipés des fusibles ayant les dimensions et la masse maximales. Pour les interrupteurs à fusible, les essais peuvent être effectués sans fusibles.

L'essai suivant doit être effectué sur tous les combinés.

- a) Dans les conditions de 6.102 sous l'action simulée du percuteur d'énergie minimale d'un fusible: une manœuvre d'ouverture par phase;

En outre, les essais suivants, lorsqu'ils s'appliquent, doivent être effectués:

- b) A la tension maximale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression maximale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manœuvres.
- c) A la tension minimale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression minimale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manœuvres.
- d) Si le combiné peut être manœuvré aussi bien manuellement que par un dispositif électrique ou pneumatique: cinq cycles de manœuvres manuelles.
- e) Pour les combinés manœuvrés manuellement seulement: dix cycles de manœuvres.
- f) Pour les combinés actionnés par déclencheur seulement, à la tension d'alimentation assignée et/ou à la pression d'alimentation assignée en gaz comprimé: cinq cycles de manœuvres, le circuit de déclenchement étant alimenté par la fermeture des contacts principaux.

Les essais a), b), c), d) et e) doivent être effectués sans passage de courant dans les circuits principaux.

Pendant tous les essais individuels de série précédents, aucun réglage ne doit être effectué et le fonctionnement doit être sans défaut. Les positions ouvert et fermé doivent être atteintes pour chaque cycle de manœuvre des essais a), b), c), d) et e).

Après les essais, le combiné doit être examiné pour vérifier qu'aucune pièce n'a subi de dommages et que toutes les parties sont dans un état de fonctionnement satisfaisant.

The test is valid if

- a) the striker and the switch have operated correctly,
- b) there is no damage on the fuse as defined in 5.1.3 of IEC 60282-1.

NOTE New tests have been introduced in IEC 60282-1 in order to define the highest body temperature of fuse links and corresponding current values.

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 combinations 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 combinations open and close correctly when their operating devices are energized or under pressure. It shall also be verified that the operation will not cause any damage to the combinations. Fuses of maximum mass and dimensions shall be fitted for fuse-switch testing. For switch-fuse combinations, tests may be made without fuses.

For all switch-fuse combinations the following test shall be carried out:

- a) Under the conditions of 6.102 with the action of one fuse striker of minimum energy simulated: one opening operation on each phase.

Additionally, the following tests shall be effected where applicable:

- b) At the specified maximum supply voltage and/or the maximum pressure of the compressed gas supply: five operating cycles.
- c) At the specified minimum supply voltage and/or the minimum pressure of the compressed gas supply: five operating cycles.
- d) If a combination can be operated by hand as well as by its normal electric or pneumatic operating device: five manually operated cycles.
- e) For manually operated combinations only: ten operating cycles.
- f) For release-operated combinations only, at rated supply voltage and/or rated pressure of the compressed gas supply: five operating cycles 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 operation shall be faultless. The closed and open positions shall be attained during each operating cycle on tests a), b), c), d) and e).

After the tests, the combination shall be examined to determine that no parts have sustained damage and that all parts are in a satisfactory condition.

8 Guide pour le choix des combinés interrupteurs-fusibles pour la protection des transformateurs

8.101 Objectif

L'objectif de ce guide d'application, en liaison avec celui des interrupteurs (voir article 8 de la CEI 60265-1) et celui des fusibles (la CEI 60787 traite de la sélection des fusibles pour la protection des transformateurs) est de spécifier les critères qui permettront de définir le combiné interrupteur-fusibles garantissant un fonctionnement sûr, en utilisant les valeurs des paramètres obtenues lors des essais réalisés conformément à la CEI 60265-1 et à la CEI 60282-1 ainsi qu'à la présente norme.

Les critères nécessaires à la coordination des fusibles haute tension avec d'autres constituants du circuit pour les applications de protection de transformateurs ainsi que les indications pour le choix de tels fusibles en fonction de leurs valeurs assignées et de leurs caractéristiques temps-courant sont donnés dans la CEI 60787.

Les indications pour le choix des interrupteurs sont données dans l'article 8 de la CEI 60265-1.

Les séries d'essais stipulées dans la présente norme ainsi que les indications données dans le but d'appliquer ces essais à d'autres combinés couvrent la plupart des demandes des utilisateurs. Cependant, dans certains cas, par exemple lorsque l'on veut utiliser des fusibles du type associé d'un autre constructeur alors que les essais de qualification du combiné ont été faits avec des fusibles du type à coupure intégrale, il peut être nécessaire de procéder à des essais complémentaires. Il convient que de tels essais fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.101.1 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit d'un combiné est principalement déterminé par celui des fusibles. Il doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit maximal du réseau à l'endroit où il est prévu d'installer le combiné.

8.101.2 Conditions de défaut au primaire d'un transformateur causé par un court-circuit franc à ses bornes secondaires

Les conditions de défaut au primaire d'un transformateur causé par un court-circuit franc à ses bornes secondaires correspond à des valeurs très élevées de TTR, que l'interrupteur peut ne pas être en mesure de couper. Par conséquent, les fusibles doivent être choisis de façon à ce qu'ils soient les seuls sollicités dans ces conditions de défaut sans qu'il y ait une part de coupure reportée sur l'interrupteur. En pratique, cela implique de s'assurer que le courant de transition du combiné soit plus petit que le courant de défaut primaire donné par l'expression:

$$I_{sc} = \frac{100I_T}{Z}$$

où

I_T est le courant assigné du transformateur;

Z est l'impédance du transformateur exprimée en pourcentage.

Cette condition étant satisfaite, alors le courant de transition correspond à des défauts pour lesquels l'impédance de l'arc ou de la ligne réduit l'amplitude à la fois du courant et de la TTR, et augmente le facteur de puissance.

Un exemple est donné à l'annexe A.

8 Guide for the selection of switch-fuse combinations for transformer protection

8.101 Objective

The objective of this application guide, taken in conjunction with that for switches (see clause 8 of IEC 60265-1) and that for fuses (IEC 60787 deals with choice of fuses for protection of transformers) is to specify criteria for the selection of a combination of switch and fuses which will assure correct performances of the switch-fuse combination, using the parameter values established by tests in accordance with IEC 60265-1, IEC 60282-1 and this standard.

Criteria for the coordination 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 are given in IEC 60787.

Guidance for the selection of switches is given in clause 8 of IEC 60265-1.

The test duties specified in this standard, together with the associated guidance as to the application of these tests to other combinations cover most users' requirements. However, in some cases, for example supporting the use of a back-up fuse by type tests carried out on the combination using full range fuses from another manufacturer, may require additional combination testing. Such testing should be subject to agreement between the manufacturer and user.

8.101.1 Rated short-circuit breaking current

The rated short-circuit breaking current of a combination is largely determined by that of the fuses and shall be equal to or greater than the maximum expected r.m.s. symmetrical fault current level of the point in the distribution system at which the combination is to be located.

8.101.2 Primary fault condition caused by a solid short-circuit on the transformer secondary terminals

The primary side fault condition caused by a solid short-circuit on the transformer secondary terminals corresponds to very high TRV values which the switch in a combination may not be able to cope with. The fuses, therefore, shall be so chosen that they alone will deal with such a fault condition without throwing any of the breaking duty onto the switch. In practice, this entails ensuring that the transfer current of the combination is less than the foregoing primary fault current expressed by:

$$I_{sc} = \frac{100I_T}{Z}$$

where

I_T is the rated current of the transformer;

Z is the short-circuit percentage impedance of the transformer.

With this condition being fulfilled, transfer currents correspond to faults for which arc impedance or fault line impedance reduce the magnitude of both the current and the TRV values and increase the power factor.

An example is given in annex A.

8.102 Coordination de l'interrupteur et des fusibles pour l'extension de la liste de référence

Dans les paragraphes suivants, pour être absolument exact, il conviendrait de faire référence au temps de coupure et non au temps d'ouverture de l'interrupteur. Cependant, le temps d'ouverture est plus facilement disponible et est suffisamment proche du temps de coupure pour les besoins de cette norme.

8.102.1 Courant assigné en service continu

Il conviendra de se reporter au 8.3.2 de la CEI 60282-1 qui commente le choix et la définition du courant assigné en service continu des fusibles et explique comment ce courant peut être affecté par le montage de ces fusibles dans une enceinte.

Le courant assigné en service continu d'un combiné interrupteur-fusibles est fixé par le constructeur de cet interrupteur-fusibles sur la base des informations données par les essais d'échauffement et dépend des types et valeurs assignées de l'interrupteur et des fusibles. Il peut devoir être réduit lorsque la température de l'air ambiant en service, dépasse celle qui est spécifiée.

NOTE Le courant assigné en service continu d'un combiné est généralement inférieur à celui indiqué par le constructeur pour les fusibles, mais il est recommandé qu'il ne soit en aucun cas supérieur.

8.102.2 Performance sous faibles courants de défaut

Pour des courants de défaut inférieurs au courant minimal de coupure des fusibles équipant le combiné, le fonctionnement correct du combiné est assuré par le fonctionnement d'un ou de plusieurs percuteurs agissant sur le mécanisme de déclenchement de l'interrupteur (provoquant ainsi son déclenchement) avant que le fusible n'ait eu le temps d'être endommagé sous l'effet de son arc interne (voir 5.102).

8.102.3 Courant de transition

Le courant de transition d'un combiné dépend à la fois de la caractéristique temps-courant des fusibles et de la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par les fusibles.

Près du point de transition, pour un défaut triphasé, le fusible le plus rapide fond et coupe la première phase et son percuteur donne l'ordre d'ouverture à l'interrupteur.

Les deux autres phases voient alors un courant réduit (87 %), qui sera interrompu soit par l'interrupteur soit par les fusibles restant. Le point de transition est obtenu lorsque l'ouverture de l'interrupteur et la fusion de ces deux derniers fusibles se produisent simultanément.

Pour un combiné donné, le courant de transition déterminé selon la méthode décrite dans l'annexe B, doit être plus petit que le courant de transition assigné.

8.102.4 Courant d'intersection

La valeur du courant d'intersection d'un combiné dépend à la fois de la durée d'ouverture de l'interrupteur sous l'action du déclencheur et de la caractéristique temps-courant du fusible. Comme son nom l'indique, c'est la valeur du courant à l'intersection des deux courbes à partir de laquelle les fusibles prennent la relève de l'interrupteur pour assurer la coupure.

Il convient que le comportement du relais et les caractéristiques du fusible soient tels que le courant d'intersection soit plus petit que le courant d'intersection maximal du combiné (voir définition 3.7.112 et les conditions d'essais de 6.101.2.4)

8.102.5 Extension de la validité des essais de type

Comme il a été reconnu qu'il était pratiquement impossible d'essayer tous les combinés interrupteurs-fusibles constitué à partir d'un socle et de fusibles ou de recommencer les essais chaque fois que les fusibles sont modifiés, la présente norme spécifie les conditions nécessaires pour étendre la validité des essais d'échauffement, de fermeture et de coupure à des combinés autres que celui ou ceux essayés.

8.102 Coordination of switch and fuses for extension of the reference list

In the following paragraphs, strictly speaking, one should refer to the break-time and not to the opening time of the switch. However, the opening time is usually more readily available and is close enough to the break time for the purpose of this standard.

8.102.1 Rated normal current

Reference should be made to 8.3.2 of IEC 60282-1 where 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.

The rated normal current of a switch-fuse combination is assigned by the switch-fuse manufacturer on the basis of information gained from temperature-rise tests and will depend on the type and ratings of the switch and the fuses. It may have to be reduced where the ambient temperature in service exceeds the prescribed ambient temperature.

NOTE The rated normal current of a combination is generally less than, but should not be in excess of, the rated current of the fuses as assigned by the fuse manufacturer.

8.102.2 Low over-current performance

At values of fault current below the minimum breaking current of the fuses fitted in the combination, correct operation is assured by the ejection of one or more fuse strikers operating the switch tripping mechanism (and hence causing the switch to open) before the fuse has had time to be damaged by internal arcing (see 5.102).

8.102.3 Transfer current

The transfer current of a combination is dependent upon both the fuse-initiated opening time of the switch and the time-current characteristic of the fuse.

Near the transfer point, under a three-phase fault, the fastest fuse to melt clears the first pole and its striker starts to trip the switch.

The other two poles then see a reduced current (87 %) which will be interrupted by either the switch or the remaining fuses. The transfer point is when the switch opens and the fuse elements melt simultaneously.

The transfer current for a given combination, determined as described in annex B, shall be smaller than the rated transfer current.

8.102.4 Take-over current

The value of the take-over current of a combination is dependent upon both the release-initiated opening time of the switch and the time-current characteristic of the fuse. As its name implies, it is the value of the current at the intersection of the two curves, above which the fuses take over the function of current interruption from the release and switch.

Relay behaviour and fuse characteristics should be such that take-over current is smaller than the maximum take-over current of the combination (see definition 3.7.112 and the test conditions in 6.101.2.4).

8.102.5 Extension of the validity of type tests

As it is recognized that it may well be impractical to test all combinations made of a combination base and fuses and to carry out repeat tests on combinations whenever the fuse is altered, this standard specifies conditions whereby the validity of the temperature rise, making and breaking type tests may be extended to cover combinations other than that (those) tested.

8.103 Fonctionnement

- a) Les trois fusibles employés dans un combiné donné doivent tous être de même type et de même calibre, sinon les performances de coupure du combiné, pourraient en être défavorablement affectées.
- b) Il est vital, pour un fonctionnement correct du combiné, que les fusibles soient montés avec le percuteur du bon côté.
- c) Quand un interrupteur-fusible a fonctionné sur défaut triphasé, il est possible que
 - 1) seulement deux fusibles sur trois aient fonctionné,
 - 2) les trois fusibles aient fonctionné, mais deux percuteurs seulement sur trois soient sortis.

De tels fonctionnements partiels peuvent se produire sur un fusible dans des conditions de service en triphasé et ne doivent pas être considérés comme anormaux.
- d) Lorsqu'un interrupteur-fusible a fonctionné sans indication évidente de défaut, l'examen du fusible ou des fusibles ayant fonctionné peut donner une indication sur le type et la valeur approximative du courant de défaut. Une telle investigation est mieux à la portée du constructeur des fusibles.
- e) Les trois fusibles doivent être jetés et remplacés lorsque les fusibles du combiné ont fonctionné sur un ou deux pôles.
- f) Avant d'enlever ou de remplacer des fusibles, il convient que l'opérateur s'assure que le porte-fusible est électriquement déconnecté de toutes les parties qui peuvent encore être sous tension. Cela est particulièrement important dans les cas où le porte-fusible n'est pas électriquement isolé d'une manière visible.

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

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

Il convient que le demandeur, en plus des renseignements concernant l'interrupteur listés dans la CEI 60265-1, précise les limites de fourniture, c'est-à-dire si le combiné décrit comprend les fusibles (défini par combiné interrupteur-fusible) ou non (défini par socle combiné interrupteur-fusible).

9.102 Renseignements à donner dans les soumissions

En plus des informations requises pour l'interrupteur dans la CEI 60265-1, le constructeur du combiné doit donner, outre les grandeurs assignées, les renseignements suivants.

- a) La liste des fusibles de référence qui doit comprendre la désignation de l'ensemble incluant le socle du combiné, son courant coupé limité maximal démontré et, pour chaque fusible utilisable, les informations suivantes:
 - la désignation du fusible (marque, type, caractéristiques);
 - le courant assigné en service continu du combiné;
 - le courant de court-circuit assigné du combiné;
 - le courant coupé limité assigné du combiné.
- b) Le milieu de remplissage (type et quantité), si applicable.

Sur demande, les renseignements pertinents pour l'extension de la validité des essais de type pourront être communiqués, à savoir:

- la longueur (6.5);
- le calibre maximal (6.5);
- la puissance dissipée assignée (6.5);
- le déclassement (6.5);
- l'intégrale de Joule (valeur pour le type de fusible utilisé pour l'essai 6.101.2.1).

8.103 Operation

- a) The three fuses fitted in a given combination shall all be of the same type and current rating, otherwise the breaking performance of the combination could be adversely affected.
- b) It is vital, for the correct operation of the combination, that the fuses are inserted with the strikers in the correct orientation.
- c) When a switch-fuse has operated as a result of a three-phase fault, it is possible for
 - 1) only two out of the three fuses to have operated,
 - 2) 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.
- d) Where a switch-fuse has operated without any obvious signs of a fault on the system, examination of the operated fuse or fuses may give an indication as to the type of fault current and its approximate value. Such an investigation is best carried out by the fuse manufacturer.
- e) All three fuses shall be discarded and replaced if the fuse(s) in one or two poles of a combination has operated.
- f) Before removing or replacing fuses, the operator should satisfy himself that the fuse-mount is electrically disconnected from all parts of the combination which could still be electrically energized. This is especially important when the fuse-mount is not visibly isolated.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

9.101 Information to be given with enquiries and orders

In addition to the information listed for the switch in IEC 60265-1, the inquirer should specify the limit of supply, i.e. if the combinations described include the fuse-links (defined as switch-fuse combination) or not (defined as switch-fuse combination base).

9.102 Information to be given with tenders

As well as the information given for the switch in IEC 60265-1, the combination manufacturer shall give, in addition to the rated quantities, the following information.

- a) The reference list of fuses which shall include the designation of the combination base, its maximum demonstrated cut-off current and for each selected fuse, the following information:
 - fuse designation (brand, type, rating);
 - rated normal current of the combination;
 - rated short-circuit current of the combination;
 - rated cut-off current of the combination.
- b) Filling medium (type and amount), when applicable.

On request, the relevant information for the extension of the type test validity should be given, i.e:

- length (6.5);
- maximum rating current (6.5);
- rated dissipated power (6.5);
- derating (6.5);
- Joule integral (value of the fuse type used in 6.101.2.1).

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

L'article 10 de la CEI 60694 est applicable avec l'addition suivante.

Les fusibles haute tension, quoique d'un aspect externe robuste, peuvent avoir des éléments fusibles relativement fragiles. En conséquence, il convient que les fusibles soient conservés dans leur emballage de protection jusqu'à leur mise en place et soient manipulés, au moins avec les mêmes précautions que les relais, les appareils de mesure ou autres appareils similaires. Lorsque les fusibles sont déjà montés sur le combiné, il convient de les retirer provisoirement pendant la mise en place définitive du combiné.

11 Sécurité

L'article 11 de la CEI 60694 est applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-105:2002

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 switch-fuse unit, they should be temporarily removed while the unit is man-handled into position.

11 Safety

Clause 11 of IEC 60694 is applicable.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-105:2002

Annexe A (informative)

Exemple de coordination entre les fusibles, l'interrupteur et le transformateur

Le transformateur est choisi par l'utilisateur pour son service particulier, fixant ainsi les valeurs du courant à pleine charge et du courant de surcharge admissible.

Le courant de court-circuit maximal du réseau haute tension est connu.

On considère, pour cet exemple, un transformateur 11 kV, 400 kVA, dans un réseau haute tension dont le courant de court-circuit maximal est de 16 kA.

- a) le courant à pleine charge est approximativement de 21 A;
- b) le courant de surcharge périodique admissible est de, disons, 150 % sur la prise de réglage «–5 %» du transformateur soit approximativement:

$$21 \text{ A} \times 1,05 \times 1,5 = 33 \text{ A}$$

- c) dans l'hypothèse où il vaut 12 fois le courant assigné, le courant magnétisant à la mise sous tension est au maximum de

$$21 \text{ A} \times 12 = 252 \text{ A}$$

pendant une durée de 0,1 s (article 4 a) de la CEI 60787).

La température de l'air ambiant sur le site est de 45 °C, soit 5 °C au-dessus de la norme.

Supposons que l'utilisateur ait décidé d'utiliser un combiné interrupteur-fusible de 12 kV d'un certain constructeur pour contrôler et protéger ce transformateur.

Le constructeur doit pouvoir fournir une liste de fusibles utilisables dans le combiné et indiquer lequel de ceux-ci est le plus approprié pour cette application particulière.

Cette liste de fusibles aura été établie par le constructeur de l'interrupteur-fusible sur la base des essais de type effectués sur cet interrupteur-fusible conformément à la présente norme et en appliquant les clauses d'extension de validité (voir 8.102).

Supposons qu'il conseille l'emploi d'un fusible 12 kV, 40 A, 16 kA (au moins) d'un type et d'un constructeur donné. Pour justifier ce choix, le constructeur de l'interrupteur-fusible devra s'assurer que:

- 1) Le fusible peut supporter les 252 A de courant d'appel magnétisant du transformateur pendant 0,1 s (article 4 a) de la CEI 60787). Il devra normalement s'en assurer en examinant la caractéristique temps-courant du fusible, où le point 252 A à 0,1 s a une distance de sélectivité de 20 % par rapport à la courbe temps-courant à ce même point, et/ou en consultant le constructeur du fusible sur ce point.
- 2) Le courant assigné en service continu du combiné interrupteur-fusible équipé des fusibles choisis est compatible pour admettre les surcharges périodiques du transformateur jusqu'à 33 A dans les conditions de température de l'air ambiant de 45 °C (voir 4 b)1) de la CEI 60787).

NOTE 1 Le courant assigné en service continu du combiné équipé avec ces fusibles ne peut pas être supérieur à 40 A en particulier lorsque la température de l'air ambiant est plus élevée que la valeur normalisée; les essais d'échauffement effectués par le constructeur de l'interrupteur-fusible, ou les calculs déduits de ces essais, peuvent indiquer un courant assigné d'environ 35 A pour une température ambiante de 45 °C. Cette valeur convient pour cette application.

Annex A (informative)

Example of the coordination of fuses, switch and transformer

The transformer is chosen by the user for its particular duty, thus fixing values of the full load current and permissible overload current.

The maximum fault level of the high-voltage system is known.

For the purpose of this example, an 11 kV, 400 kVA transformer on a high-voltage system with maximum fault level of 16 kA is considered:

- a) full load current is approximately 21 A;
- b) permissible periodic overload is assumed to be 150 %, on the “+5 %” tapping of the transformer, i.e. approximately:

$$21 \text{ A} \times 1,05 \times 1,5 = 33 \text{ A}$$

- c) maximum magnetizing inrush current, assumed to be 12 times the rated current, is:

$$21 \text{ A} \times 12 = 252 \text{ A}$$

for a duration of 0,1 s (clause 4 a) of IEC 60787).

Site ambient air temperature is 45 °C, i.e. 5 °C above standard.

Suppose the user has decided that a 12 kV switch-fuse combination from a certain manufacturer will be used to control and protect the transformer.

The manufacturer shall provide a list of the fuses which can be used in the combination and shall advise which of these are suitable for the application.

This list of fuses will have been drawn up by the switch-fuse manufacturer on the basis of appropriate type tests on the switch-fuse combination in accordance with this standard and by the application of its extension of validity clauses (see 8.102).

Suppose he advises that a 12 kV, 40 A, 16 kA (at least) back-up fuse of a given type from a certain fuse manufacturer is suitable. To justify this advice, the switch-fuse manufacturer will have ascertained that:

- 1) The fuse can withstand the 252 A magnetizing inrush current of the transformer for 0,1 s (clause 4 a) of IEC 60787). He will normally do this by examining the fuse time-current characteristic, where the i.e. 252 A point at 0,1 s has a selectivity distance of 20 % to the time-current curve at this point, and/or consulting the fuse manufacturer.
- 2) The normal current rating of the switch-fuse combination when fitted with the fuses is adequate to allow for periodic overloading of the transformer up to 33 A in ambient air temperature conditions of 45 °C (clause 4 b)1) of IEC 60787).

NOTE 1 The normal current rating of the combination when fitted with the fuses may not be more than 40 A, especially in the higher than standard ambient conditions. Temperature-rise tests carried out by the switch-fuse manufacturer, or calculations based on such tests, may indicate a normal current rating of, say, 35 A in ambient conditions of 45 °C. This would be adequate for the application.

- 3) La caractéristique temps-courant du fusible indique dans la région des 10 s de durée de préarc un courant suffisamment faible pour assurer une protection satisfaisante du transformateur (article 4 c) de la CEI 60787). Le constructeur devra normalement s'en assurer en examinant la caractéristique temps-courant du fusible et/ou en consultant le constructeur du fusible.
- 4) Les fusibles éliminent seuls le courant dû à un court-circuit franc aux bornes secondaires du transformateur. C'est-à-dire que le courant de court-circuit maximal au primaire dû à ce défaut (égal dans cet exemple à:

$$\frac{400 \times 100}{11 \times \sqrt{3} \times 5} = 420 \text{ A}$$

en prenant 5 % pour l'impédance en court-circuit du transformateur) est supérieur au courant de transition (voir 3.7.109) du combiné équipé de fusibles 40 A. Il devra s'en assurer en employant la méthode décrite en 8.102.3. Si l'on se reporte à la figure 10, on voit que le courant de transition ainsi obtenu n'est que de 280 A, le temps d'ouverture de l'interrupteur sous l'action des percuteurs étant supposé être de 0,05 s pour les besoins de cet exemple.

- 5) Le courant de transition du combiné équipé de fusibles 40 A est inférieur à son courant de transition assigné (voir 4.104), qui est supposé être de 1 000 A pour les besoins de cet exemple.

Le distributeur doit, quant à lui, s'assurer que la sélectivité est assurée avec le fusible basse tension de courant assigné le plus élevé, utilisé avec ce transformateur, dans le cas d'un défaut biphasé, côté basse tension.

NOTE 2 Ce cas correspond aux conditions les plus défavorables de sélectivité.

Comme cela est expliqué à l'article 4 d) de la CEI 60787, l'intersection des deux caractéristiques temps-courant des fusibles haute et basse tension doit se produire à une valeur de courant supérieure au courant de défaut maximal du côté basse tension du fusible (voir la figure 11).

- 3) The pre-arcing current of the fuse is low enough in the 10 s region of the fuse time-current characteristic to ensure satisfactory protection of the transformer (clause 4 c) of IEC 60787). The manufacturer will normally do this by examining the fuse time-current characteristic and/or consulting the fuse manufacturer.
- 4) The fuses alone will deal with the condition of a solid short on the transformer secondary terminals, i.e. that the maximum primary short-circuit current (in this case:

$$\frac{400 \times 100}{11 \times \sqrt{3} \times 5} = 420 \text{ A}$$

based on 5 % transformer impedance) is greater than the transfer current (see 3.7.109) of the combination when fitted with 40 A fuses. He will do this using the method explained in 8.102.3. Reference to figure 10 shows that the transfer current thus obtained is only 280 A, the fuse-initiated opening time of the switch being assumed to be 0.05 s for the purpose of this example.

- 5) The transfer current of the combination, when fitted with 40 A fuses, is less than its rated transfer current (see 4.104) which one can suppose to be 1 000 A.

The supply authority shall check that the fuse discriminates with the highest rating of a low-voltage fuse used in the event of a phase-to-phase fault occurring on the low-voltage system.

NOTE 2 This is usually the worst condition for discrimination.

As explained in clause 4 d) of IEC 60787, the intersection of the two time-current characteristics of the high-voltage and low-voltage fuses shall occur at a value of current greater than that of the maximum fault current on the load side of the low-voltage fuse (see figure 11).

Annexe B (normative)

Procédure pour la détermination du courant de transition

B.1 Rappel

Le courant de transition I_{transfer} est défini comme étant le courant pour lequel, sous l'action des percuteurs des fusibles, l'interrupteur prend la relève des fusibles pour assurer la coupure.

Cela se produit lorsque, après la fusion du premier fusible, l'interrupteur s'ouvre sous l'action des percuteurs avant ou en même temps que la fusion du second fusible due à l'inévitable différence de durée de fusion entre les fusibles.

La connaissance de cette différence de durée de fusion ΔT entre les fusibles permet de la comparer à la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par les percuteurs des fusibles.

B.2 Détermination mathématique de ΔT

La figure 8 représente la partie des caractéristiques temps-courant minimale et maximale les plus probables des fusibles dans la zone de transition.

Le temps T_{m1} sur la caractéristique minimale correspond à la durée de préarc du premier fusible sous le courant de défaut triphasé I_1 .

Le temps T_{m2} correspond à la durée de préarc du second fusible. On remarquera que ce temps T_{m2} (voir figure 7) est plus petit que la durée de préarc indiquée sur la caractéristique maximale pour un courant biphasé de $0,87I_1$, car ce second fusible a déjà vu le courant de défaut triphasé I_1 pendant le temps T_{m1} .

En coordonnées logarithmiques, de petites parties de caractéristiques temps-courant peuvent être considérées en première approximation comme des droites, leur équation s'écrivant:

$$\log T_m = -\alpha \log I + \log C$$

définissant une relation entre I et T_m telle que:

$$I^\alpha \times T_m = C \tag{B.1}$$

où α est la pente et $\log C$ la constante de la droite ainsi définie.

Affectant l'équation (B.1) à la caractéristique temps-courant minimale, l'équation pour la caractéristique maximale s'exprimera par:

$$I^\alpha \times T_m = C(1+x)^\alpha \tag{B.2}$$

où x est la tolérance sur le courant entre les deux caractéristiques temps-courant et définies comme étant $100 x \%$.

Annex B (normative)

Procedure for determining transfer current

B.1 Background

Transfer current I_{transfer} is defined as the current at which, under striker operation, the breaking duty is transferred from the fuses to the switch.

This occurs when, after the melting of a first fuse, the switch opens under striker operation before or at the same time as the melting of the second fuse, there being an inevitable difference between the melting times of fuses.

A knowledge of this difference, ΔT , between the melting times of fuses permits comparison between it and the striker-initiated opening time of the switch.

B.2 Mathematical determination of ΔT

Figure 8 shows small segments of the more probable minimum and maximum fuse time-current characteristics in the transfer current region.

The time T_{m1} on the minimum characteristic is the melting time of the first fuse to operate under a three-phase fault current, I_1 .

The time T_{m2} is the melting time of the second fuse to operate. It should be noted that this time T_{m2} (see figure 7) is shorter than the value indicated for a two-phase current of $0,87I_1$ by the maximum time-current characteristic as this second fuse has already seen the three-phase fault current I_1 for the time T_{m1} .

The small segments of the time-current characteristics can be regarded as straight lines to a close approximation in log-log coordinates, their equation being:

$$\log T_m = -\alpha \log I + \log C$$

defining a relationship between I and T_m such that:

$$I^\alpha \times T_m = C \quad (\text{B.1})$$

where α is the gradient and $\log C$ the intercept with the ordinate axis of the straight line so defined.

Applying equation (B.1) to the minimum time-current characteristic, the equation for the maximum time-current characteristic will be expressed by:

$$I^\alpha \times T_m = C(1+x)^\alpha \quad (\text{B.2})$$

where x is the tolerance on the current between the two time-current characteristics and defined as 100 x %.

Le premier fusible fond sous le courant triphasé I_1 en un temps T_{m1} selon l'équation (B.1) relative à la caractéristique minimale temps-courant telle que:

$$I_1^\alpha \times T_{m1} = C \quad (B.3)$$

Le second fusible fond sous le courant de défaut biphasé $0,87I_1$, après avoir vu le courant I_1 pendant un temps T_{m1} , au bout d'un temps T_{m2} selon l'équation (2) relative à la caractéristique maximale telle que:

$$I_1^\alpha T_{m1} + (0,87 I_1)^\alpha \times (T_{m2} - T_{m1}) = C (1+x)^\alpha \quad (B.4)$$

en combinant les équations (B.3) et (B.4), on obtient:

$$\Delta T = T_{m2} - T_{m1} = T_{m1} \left[\frac{(1+x)^\alpha - 1}{0,87^\alpha} \right] \quad (B.5)$$

Le point de transition est obtenu lorsque ΔT est égal à la durée d'ouverture T_0 de l'interrupteur sous l'action des percuteurs.

Prenant une tolérance statistique réaliste pour les caractéristiques temps-courant des fusibles de $\pm 6,5\%$ ($\pm 2\sigma$ de $\pm 10\%$), la valeur de x est 0,13, et en la remplaçant dans l'équation (B.5), on obtient:

$$T_{m1} = T_0 \left[\frac{0,87^\alpha}{(1+0,13)^\alpha - 1} \right] \quad (B.6)$$

Le courant de transition I_{transfer} est alors déduit à partir de la courbe minimale de la caractéristique temps-courant du fusible.

Comme la pente de la courbe α dépend de la valeur de T_{m1} (figure 8), un calcul itératif doit être effectué: une première valeur de T_{m1} doit être prise, par exemple $(T_{m1})_0$ égal à $1,2T_0$, car c'est normalement proche de la valeur pratique. Ensuite, une première valeur du courant de transition $(I_{\text{transfer}})_0$ et de la pente $(\alpha)_0$ sont déterminées à partir de la caractéristique minimale temps-courant.

Avec cette valeur $(\alpha)_0$, un nouveau $(T_{m1})_1$ est calculé avec (B.6) et de nouvelles valeurs de $(I_{\text{transfer}})_1$ et de $(\alpha)_1$ sont déterminées comme ci-dessus. Si cette nouvelle valeur du courant de transition ne diffère pas de la précédente de plus de 5 %, alors elle est retenue pour I_{transfer} . Sinon, le calcul doit être refait successivement jusqu'à ce que deux valeurs successives du courant de transition diffèrent de moins de 5 %.

B.3 Méthode simplifiée pour la détermination du courant de transition

Prenant 4 pour valeur de α , ce qui est une valeur prudente pour une durée d'ouverture de l'interrupteur comprise entre 0,05 s et 0,3 s, l'équation (B.5) donne:

$$\Delta T = T_{m1} \left(\frac{(1+0,13)^4 - 1}{(0,87)^4} \right) \quad (B.7)$$

The first fuse melts under the three-phase fault current I_1 in a time T_{m1} according to equation (B.1) for the minimum time-current characteristic such that:

$$I_1^\alpha \times T_{m1} = C \quad (\text{B.3})$$

After having seen the current I_1 for a time T_{m1} , the second fuse will melt under the two-phase fault current, $0,87I_1$, in a time T_{m2} according to equation (B.2) for the maximum time-current characteristic such that:

$$I_1^\alpha T_{m1} + (0,87 I_1)^\alpha \times (T_{m2} - T_{m1}) = C (1+x)^\alpha \quad (\text{B.4})$$

combining (B.3) and (B.4) one obtains:

$$\Delta T = T_{m2} - T_{m1} = T_{m1} \left[\frac{(1+x)^\alpha - 1}{0,87^\alpha} \right] \quad (\text{B.5})$$

The transfer point occurs when ΔT is equal to the fuse-initiated opening time T_0 of the switch.

Taking a statistically realistic tolerance for the fuse time-current characteristics of $\pm 6,5\%$ ($\pm 2\sigma$ of $\pm 10\%$) then $x = 0,13$. Using this value in equation (B.5) gives:

$$T_{m1} = T_0 \left[\frac{0,87^\alpha}{(1+0,13)^\alpha - 1} \right] \quad (\text{B.6})$$

The transfer current I_{transfer} is then deduced from the minimum time-current characteristic of the fuse.

As the slope α is dependant on the value T_{m1} (figure 8), an iterative calculation shall be made: a first value of T_{m1} shall be taken, for instance $(T_{m1})_0$ equal to $1,2T_0$, for it is normally close to the practical value. Then, a first value of the transfer current $(I_{\text{transfer}})_0$ and of the slope α_0 are deduced from the minimum time-current characteristic.

With this value α_0 , a new $(T_{m1})_1$ is calculated with equation (B.6) and new $(I_{\text{transfer}})_1$ and α_1 are determined as above. If the new value of the transfer current does not differ from the previous one by more than 5 %, then it is taken for I_{transfer} . If not, this calculation shall be re-made successively until the difference between two successive transfer currents is less than 5 %.

B.3 Simplified method for determination of transfer current

Taking $\alpha = 4$, which is on the conservative side with fuse-initiated opening times lying between 0,05 s and 0,3 s, then equation (B.5) gives:

$$\Delta T = T_{m1} \left(\frac{(1+0,13)^4 - 1}{(0,87)^4} \right) \quad (\text{B.7})$$

Le point de transition est obtenu lorsque la durée d'ouverture T_0 de l'interrupteur est égal à ΔT :

$$T_0 = \Delta T = 1,1 \times T_{m1}$$

ou

$$T_{m1} = 0,9 T_0$$

Ainsi, le courant de transition peut être défini comme étant le courant qui correspond à un temps de préarc de $0,9 T_0$ sur la caractéristique minimale temps-courant du fusible.

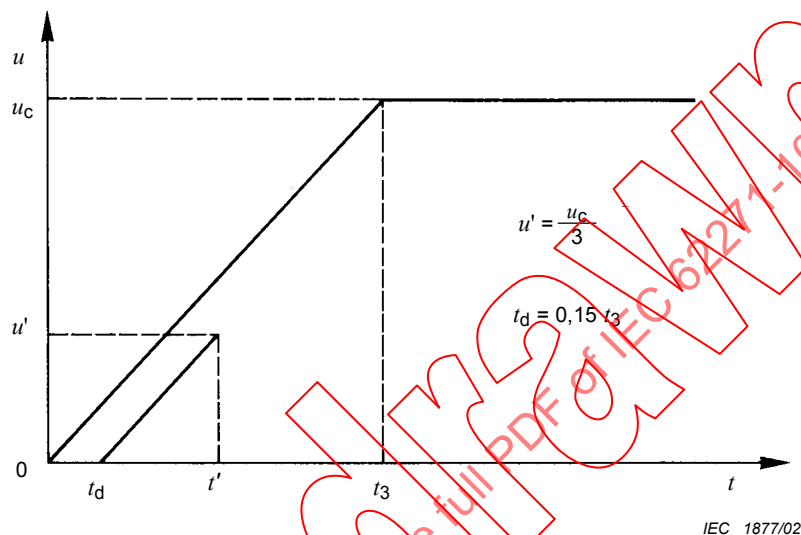


Figure 1 – Représentation d'une TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et à un segment définissant le retard

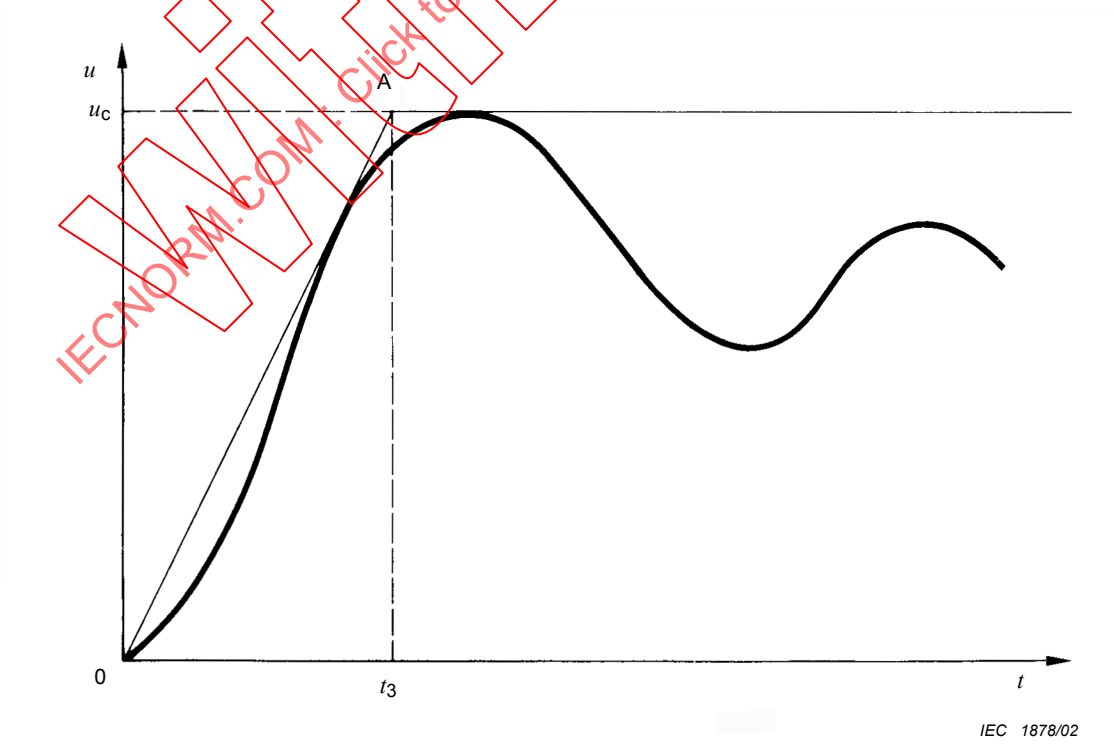


Figure 2 – Exemple d'un tracé de référence à deux paramètres pour une TTR