

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60077-4

Première édition
First edition
2003-02

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques pour le matériel roulant –**

**Partie 4:
Composants électrotechniques –
Règles pour disjoncteurs à courant monophasé**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –**

**Part 4:
Electrotechnical components –
Rules for AC circuit-breakers**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60077-4:2003

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, les 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**

60077-4

Première édition
First edition
2003-02

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques pour le matériel roulant –**

**Partie 4:
Composants électrotechniques –
Règles pour disjoncteurs à courant monophasé**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –**

**Part 4:
Electrotechnical components –
Rules for AC circuit-breakers**

© IEC 2003 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 Varembe, 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

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
1 Domaine d'application.....	8
2 Références normatives	10
3 Définitions	10
3.1 Composants	10
3.2 Parties de composant	12
3.3 Caractéristiques de fonctionnement.....	14
3.4 Caractéristiques de fermeture et de coupure – voir Annexe B.....	16
4 Classification	18
5 Caractéristiques.....	20
5.1 Sommaire des caractéristiques	20
5.2 Type de disjoncteur	20
5.3 Valeurs limites et valeurs assignées du circuit principal.....	20
5.4 Fréquences de fonctionnement.....	24
5.5 Circuits de commande électriques et pneumatiques.....	24
5.6 Circuits auxiliaires électriques et pneumatiques.....	24
5.7 Déclencheur à maximum de courant	26
5.8 Tensions de rétablissement	26
6 Information sur le produit	26
6.1 Documentation sur le composant	26
6.2 Marquage	26
7 Conditions normales de service	26
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement.....	26
8.1 Dispositions constructives	26
8.2 Exigences relatives au fonctionnement	26
9 Essais.....	30
9.1 Nature des essais.....	30
9.2 Essais pour la vérification des dispositions relatives à la construction	32
9.3 Essais de type pour la vérification des dispositions relatives au fonctionnement.....	32
9.4 Essais de série pour la vérification des exigences relatives au fonctionnement.....	44
 Annexe A (informative) Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	 46
Annexe B (informative) Détermination des courants de court-circuit établi et coupé et du pourcentage de la composante apériodique.....	48
 Figure A.1 – Principe d'un circuit d'essai.....	 46
Figure B.1 – Détermination des courants de fermeture et de coupure sur court-circuit et du pourcentage de la composante continue.....	48
 Tableau 1 – Aptitude au fonctionnement	 28
Tableau 2 – Liste des séquences d'essais de type pour les dispositions relatives au fonctionnement.....	34
Tableau 3 – Tolérances des grandeurs d'essai.....	36
Tableau 4 – Détermination des tensions d'essai à l'onde de choc	36

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
1 Scope	9
2 Normative references	11
3 Definitions	11
3.1 Components	11
3.2 Component parts	13
3.3 Operational features	15
3.4 Making and breaking characteristics – see Annex B	17
4 Classification	19
5 Characteristics	21
5.1 Summary of characteristics	21
5.2 Type of circuit-breaker	21
5.3 Rated values and limiting values for the main circuit	21
5.4 Operational frequencies	25
5.5 Electric and pneumatic control circuits	25
5.6 Electric and pneumatic auxiliary circuits	25
5.7 Over-current release	27
5.8 Recovery voltages	27
6 Product information	27
6.1 Component documentation	27
6.2 Marking	27
7 Normal service conditions	27
8 Constructional and performance requirements	27
8.1 Constructional requirements	27
8.2 Performance requirements	27
9 Tests	31
9.1 Kind of tests	31
9.2 Tests for verification of constructional requirements	33
9.3 Type tests for verification of performance requirements	33
9.4 Routine tests for verification of performance requirements	45
 Annex A (informative) Test circuit to verify the making and breaking capacities	 47
Annex B (informative) Determination of short-circuit making and breaking currents, and of percentage DC component	49
 Figure A.1 – Principle of test circuit	 47
Figure B.1 – Determination of short-circuit making and breaking currents, and of percentage DC components	49
 Table 1 – Operational performance capability	 29
Table 2 – List of type test sequences for performance requirements	35
Table 3 – Tolerances on test values	37
Table 4 – Determination of voltage for impulse test	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES POUR LE MATÉRIEL ROULANT –

Partie 4: Composants électrotechniques – Règles pour disjoncteurs à courant monophasé

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 60077-4 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60077-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/718/FDIS	9/735/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –**
**Part 4: Electrotechnical components –
Rules for AC circuit-breakers**

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 60077-4 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard should be read in conjunction with IEC 60077-1.

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

FDIS	Reports on voting
9/718/FDIS	9/735/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est la Partie 4 de la série CEI 60077.

La présente norme de produit a pour but de donner les prescriptions complémentaires ou amendées relatives aux disjoncteurs principaux à courant monophasé en plus de celles données par la CEI 60077-2.

Au cours de la préparation de cette norme de produit, les prescriptions de la CEI 60056 et la CEI 60694 ont été considérées et utilisées chaque fois que cela a été possible.

Bien que cette norme fasse principalement référence à la CEI 60077-2, pour les règles générales elle fait directement référence à la CEI 60077-1.

INTRODUCTION

This International Standard is Part 4 of the IEC 60077 series.

The purpose of this product standard is to give additional or amended requirements on AC circuit-breakers as a supplement to those given by IEC 60077-2.

During preparation of this product standard, IEC 60056 and IEC 60694 have been considered and their requirements have been kept as far as it has been possible.

This product standard makes reference to the general rules for electrotechnical components given in IEC 60077-2, but for general conditions reference is made directly to IEC 60077-1.

.....

APPLICATIONS FERROVIAIRES – ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES POUR LE MATÉRIEL ROULANT –

Partie 4: Composants électrotechniques – Règles pour disjoncteurs à courant monophasé

1 Domaine d'application

En complément des prescriptions générales de la CEI 60077-2, la présente partie de la CEI 60077 donne les règles relatives aux disjoncteurs dont les contacts sont destinés à être connectés aux caténaires monophasées. La tension nominale de ces circuits est conforme à la CEI 60850.

En complément de la CEI 60077-2, la présente norme précise particulièrement:

- a) les caractéristiques des disjoncteurs;
- b) les conditions de service que les disjoncteurs doivent supporter du point de vue:
 - du fonctionnement et du comportement en service normal;
 - du fonctionnement et du comportement en cas de court-circuit;
 - des propriétés diélectriques.
- c) les essais de conformité des composants avec les caractéristiques dans les conditions de service ainsi que les méthodes d'essai correspondantes à utiliser;
- d) les informations à donner ou à marquer sur l'appareil.

NOTE 1 Les disjoncteurs qui font l'objet de cette norme peuvent être équipés de dispositifs d'ouverture automatique dans des conditions prédéterminées autres que celles de la surcharge, comme une tension insuffisante ou l'inversion du courant par exemple. Cette norme ne traite pas de la vérification de tels fonctionnements dans de telles conditions prédéterminées.

NOTE 2 L'incorporation de composants électroniques ou de sous-ensembles électroniques dans les composants électrotechniques est maintenant une pratique courante.

Bien que la présente norme ne soit pas applicable aux matériels électroniques, la présence de composants électroniques n'est pas une raison suffisante pour exclure ces composants électrotechniques du champ d'application de cette norme.

Il convient que les sous-ensembles électroniques inclus dans les disjoncteurs soient conformes à la norme correspondante applicable à l'électronique (CEI 60571).

NOTE 3 Après accord entre utilisateur et fabricant, certaines de ces règles peuvent être utilisées pour l'appareillage électrique installé dans des véhicules autres que ceux du matériel roulant ferroviaire.

Cette norme ne couvre pas les disjoncteurs industriels qui doivent être conformes à la CEI 60056. Il convient d'employer la présente norme uniquement pour spécifier les prescriptions particulières relatives à l'application ferroviaire. Dans de tels cas, il convient qu'un document spécifique donne les prescriptions complémentaires auxquelles les disjoncteurs industriels doivent satisfaire, par exemple:

- soit pour être adaptés (par exemple: tension de commande, conditions d'environnement, etc.);
- ou pour être installés et utilisés de sorte qu'ils n'aient pas à subir les conditions particulières du milieu ferroviaire;
- ou pour subir des essais complémentaires pour montrer que ces composants peuvent supporter de façon satisfaisante les conditions du matériel roulant.

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –

Part 4: Electrotechnical components – Rules for AC circuit-breakers

1 Scope

In addition to the general requirements of IEC 60077-2, this part of IEC 60077 gives rules for AC circuit-breakers, the main contacts of which are to be connected to AC overhead contact lines; the nominal voltage of these circuits being in accordance with IEC 60850.

This standard, together with IEC 60077-2, states specifically:

- a) the characteristics of the circuit-breakers;
- b) the service conditions with which circuit-breakers have to comply with reference to:
 - operation and behaviour in normal service,
 - operation and behaviour in short-circuit,
 - dielectric properties;
- c) the tests for confirming the compliance of the components with the characteristics under the service conditions and the methods to be adopted for these tests;
- d) the information to be marked on, or given with the circuit-breaker.

NOTE 1 Circuit-breakers which are dealt with in this standard may be provided with devices for automatic opening under pre-determined conditions other than those of over-current, for example, undervoltage and reversal of power current. This standard does not deal with the verification of operation under such predetermined conditions.

NOTE 2 The incorporation of electronic components or electronic sub-assemblies into electrotechnical components is now common practice.

Although this standard is not applicable to electronic equipment, the presence of electronic components does not provide a reason to exclude such electrotechnical components from the scope.

Electronic sub-assemblies included in the circuit-breakers should comply with the relevant standard for electronics (IEC 60571).

NOTE 3 Certain of these rules may, after agreement between user and manufacturer, be used for electrotechnical components installed on vehicles other than rail rolling stock.

This standard does not cover industrial circuit-breakers which have to comply with IEC 60056. For these, in order to ensure satisfactory operation, this standard should be used to specify only the particular requirements for rolling stock. In such cases, a specific document should state the additional requirements with which the industrial circuit-breakers are to comply, for example:

- either to be adapted (e.g. for control voltage, environmental conditions, etc.);
- or to be installed and used so that they do not have to endure specific rolling stock conditions;
- or to be additionally tested to prove that these components can withstand satisfactorily the rolling stock conditions.

2 Références normatives

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

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

CEI 60056:2001, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension**

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Définitions générales et prescription d'essais*

CEI 60077-1:1999, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

CEI 60077-2:1999, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 2: Composants électrotechniques – Règles générales*

CEI 50571:1998, *Equipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires*

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

CEI 60850:2000, *Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

CEI 61373:1999, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60077, les définitions données dans les Articles 3 de la CEI 60077-1 et de la CEI 60077-2 sont applicables ainsi que les définitions complémentaires suivantes.

3.1 Composants

3.1.1

disjoncteur pour l'intérieur

disjoncteur qui n'est conçu que pour être protégé par son installation contre le vent, la pluie, la neige, les conditions anormales, la glace et le givre

[VEI 441-11-04, modifiée]

3.1.2

disjoncteur pour l'extérieur

disjoncteur convenant pour l'installation en plein air, c'est-à-dire capable de supporter le vent, la pluie, la neige, les pollutions, la condensation, la glace et le givre

[VEI 441-11-05, modifiée]

* En préparation.

2 Normative references

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

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

IEC 60056:2001, *High voltage alternating-current circuit-breaker* *

IEC 60060-1:1989, *High voltage test techniques – General definitions and test requirements*

IEC 60077-1:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock. – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60077-2:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock. – Part 2: Electrotechnical components – General rules*

IEC 60571:1998, *Railway applications – Electronic equipment used on rail vehicles*

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

IEC 60850:2000, *Supply voltage of traction systems*

IEC 61373:1999, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and Vibration test*

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

3 Definitions

For the purposes of this of IEC 60077, the definitions given in clause 3 of IEC 60077-1 and clause 3 of IEC 60077-2 are applicable together with the following additional definitions.

3.1 Components

3.1.1

indoor circuit-breaker

circuit-breaker designed solely for protected installation against wind, rain, snow, abnormal dirt deposits, abnormal conditions, ice and hoar-frost

[IEV 441-11-04, modified]

3.1.2

outdoor circuit-breaker

circuit-breaker suitable for installation in open air, i.e. capable of withstanding wind, rain, snow, dirt deposits, condensation, ice and hoarfrost

[IEV 441-11-05, modified]

* In preparation.

3.1.3

disjoncteur à huile

disjoncteur dont les contacts s'ouvrent et se ferment dans l'huile

[VEI 441-14-28]

NOTE Les disjoncteurs à faible volume d'huile à cuve sous tension et les disjoncteurs à huile à cuve mise à la terre sont des exemples caractéristiques de disjoncteurs à huile.

3.1.4

disjoncteur à vide

disjoncteur dont les contacts s'ouvrent et se ferment dans une enceinte où règne un vide poussé

[VEI 441-14-29]

3.1.5

disjoncteur à air comprimé

disjoncteur dont les contacts s'ouvrent dans de l'air comprimé

[VEI 441-14-32, modifiée]

3.1.6

disjoncteur à gaz

disjoncteur dont les contacts s'ouvrent et se ferment dans un gaz autre que l'air, sous pression ou à la pression atmosphérique.

NOTE Un exemple de disjoncteurs à gaz est le disjoncteur à l'hexafluorure de soufre.

3.1.7

disjoncteur à semi-conducteur

disjoncteur dont les fonctions sont réalisées au moyen de semi-conducteurs, insérés dans le circuit principal, en association avec les contacts

3.2 Parties de composant

3.2.1

déclencheur

dispositif qui libère les organes de retenue et qui permet l'ouverture ou la fermeture du disjoncteur

NOTE 1 Un disjoncteur peut être activé par plusieurs déclencheurs chacun d'eux fonctionnant dans des conditions spécifiées.

NOTE 2 Ces déclencheurs peuvent être électriquement ou mécaniquement raccordés à un appareil de connexion.

3.2.1.1

déclencheur à maximum de courant (instantané)

déclencheur qui provoque une manœuvre de déclenchement sans retard intentionnel lorsque le courant dans le déclencheur est supérieur à la valeur spécifiée

[VEI 441-16-32, modifiée]

3.2.1.2

déclencheur à maximum de courant à retard indépendant

déclencheur à maximum de courant qui fonctionne avec un retard défini qui peut être réglable mais est indépendant de la valeur de la surintensité

[VEI 441-16-34]

3.2.1.3

déclencheur direct à maximum de courant

déclencheur à maximum de courant alimenté directement par le courant dans le circuit principal d'un appareil de connexion

[VEI 441-16-36, modifiée]

3.1.3

oil circuit-breaker

circuit-breaker in which the contacts open and close in oil

[IEV 441-14-28]

NOTE Typical examples of oil circuit-breakers are live tank minimum oil circuit-breakers and dead tank bulk oil circuit-breakers.

3.1.4

vacuum circuit-breaker

circuit-breaker in which the contacts open and close within a highly evacuated envelope

[IEV 441-14-29]

3.1.5

air-blast circuit-breaker

circuit-breaker in which the contacts open in a blast of air

[IEV 441-14-32, modified]

3.1.6

gas circuit-breaker

circuit-breaker in which the contacts open and close in a gas other than air at atmospheric or higher pressure

NOTE An example of a gas circuit-breaker is the sulphur hexafluoride circuit-breaker.

3.1.7

semi-conductor circuit-breaker

circuit-breaker whose operation is produced by means of semi-conductors inserted into the main circuit in association with contacts

3.2 Component parts

3.2.1

release

device which releases the holding means and permits the opening or closing of the circuit-breaker

NOTE 1 A circuit-breaker may be activated by several releases each becoming operational according to specified conditions.

NOTE 2 These releases may be mechanically or electrically connected to the switching device.

3.2.1.1

over-current (instantaneous) release

device which causes a tripping operation without any intentional time delay when the current exceeds a specified value

[IEV 441-16-32, modified]

3.2.1.2

definite time-delay over-current release

over-current release which operates with a definite time-delay which may be adjustable, but is independent of the value of the over-current

[IEV 441-16-34]

3.2.1.3

direct over-current release

over-current release directly energised by the current in the main circuit of the circuit-breaker

[IEV 441-16-36, modified]

3.2.1.4

déclencheur indirect à maximum de courant

déclencheur à maximum de courant activé par le courant dans le circuit principal par l'intermédiaire d'un capteur de courant (transformateur ou transducteur de courant)

[VEI 441-16-37, modifiée]

3.2.2

dispositif antipompage

dispositif qui empêche une refermeture après une manœuvre de fermeture-ouverture pendant toute la durée du maintien de l'ordre de fermeture

[VEI 441-16-48]

NOTE L'ouverture peut être soit une commande d'ouverture soit un déclenchement libre.

3.2.3

enveloppe

partie procurant un degré de protection spécifié du disjoncteur contre certaines influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche ou le contact des parties actives ou contre le contact avec des pièces en mouvement. L'enveloppe peut également procurer une protection des parties environnantes contre l'influence du disjoncteur (par exemple l'arc)

[VEI 441-13-01, modifiée]

3.2.4

enveloppe intégrée

enveloppe faisant partie intégrante du disjoncteur

3.3 Caractéristiques de fonctionnement

3.3.1

disjoncteur à déclenchement libre

disjoncteur dont les contacts mobiles principaux reviennent en position d'ouverture et y demeurent quand la manœuvre (c'est-à-dire le déclenchement) d'ouverture est commandée après le début de la manœuvre de fermeture, même si l'ordre de fermeture est maintenu

[VEI 441-16-31, modifiée]

NOTE 1 Afin d'assurer une interruption correcte du courant après l'émission d'un ordre de fermeture, il peut être nécessaire que les contacts atteignent momentanément la position de fermeture.

NOTE 2 L'exploitation du déclenchement libre peut nécessiter un dispositif d'antipompage.

3.3.2

courant de réglage

valeur de courant du circuit principal à laquelle se rapportent les caractéristiques du déclencheur à maximum de courant et pour laquelle le déclencheur est réglé

[VEI 441-16-46, modifiée]

NOTE Un déclencheur peut avoir plusieurs courants de réglage.

3.3.3

manœuvre de déclenchement

manœuvre d'ouverture d'un disjoncteur amorcée par un déclencheur

3.2.1.4

indirect over-current release

over-current release initiated by the current in the main circuit through a current sensor (transformer or current transducer)

[IEV 441-16-37, modified]

3.2.2

anti-pumping device

device which prevents reclosing after a close-open operation as long as the device initiating closing is maintained in the position for closing

[IEV 441-16-48]

NOTE The opening operation may be either an opening command or a tripping operation.

3.2.3

enclosure

part providing a specified degree of protection for the circuit-breaker against external pollution and a specified degree of protection against access to live parts and moving parts. The enclosure may also provide a protection of adjacent parts against the influence of the circuit-breaker (e.g. arcing)

[IEV 441-13-01, modified]

3.2.4

integral enclosure

enclosure forming an integral part of the circuit-breaker

3.3 Operational features

3.3.1

trip free circuit-breaker

circuit-breaker, the moving main contacts of which return to and remain in the open position when the opening (i.e. tripping) operation is initiated after the initiation of the closing operation even if the closing command is maintained

[IEV 441-16-31, modified]

NOTE 1 To ensure satisfactory breaking of the current after initiation of a closing command, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

NOTE 2 The trip free operation may require an anti-pumping device.

3.3.2

current setting

value of current in the main circuit to which the operating characteristics of the over-current release are referred and for which the release is set

[IEV 441-16-46, modified]

NOTE A release may have more than one current setting.

3.3.3

tripping operation

opening operation of a circuit-breaker initiated by a release

3.4 Caractéristiques de fermeture et de coupure – voir Annexe B

3.4.1

durée d'ouverture

intervalle de temps entre l'instant spécifié de début de manœuvre d'ouverture et l'instant de la séparation des contacts d'arc

[VEI 441-17-36, modifiée]

NOTE La durée d'ouverture inclut le temps d'action de l'équipement auxiliaire nécessaire à l'ouverture du disjoncteur quand celui-ci est intégré au disjoncteur.

3.4.2

courant présumé

courant qui circulerait dans le circuit principal si le disjoncteur était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable

[VEI 441-17-01, modifiée]

NOTE 1 Ce terme est communément associé aux conditions de défaut.

NOTE 2 Le courant présumé est composé de la valeur efficace du courant alternatif plus une composante continue (si elle existe).

3.4.3

valeur crête du courant présumé

valeur crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement

[VEI 441-17-02]

3.4.4

courant présumé symétrique (d'un circuit à courant alternatif)

courant présumé lorsqu'il est établi à un instant tel qu'aucun phénomène transitoire ne suive l'établissement

[VEI 441-17-03]

NOTE Le courant présumé symétrique est exprimé par sa valeur efficace.

3.4.5

valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif)

valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible

[VEI 441-17-04]

3.4.6

courant coupé

courant dans un disjoncteur à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une coupure

[VEI 441-17-07, modifiée]

3.4.7

pouvoir de coupure

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

[VEI 441-17-08, modifiée]

3.4.8

pouvoir de fermeture

une valeur du courant présumé établi qu'un disjoncteur est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-09, modifiée]

3.4 Making and breaking characteristics – see Annex B

3.4.1

opening time

interval of time between the specified instant of initiation of the opening operation and the instant when the arcing contacts have separated

[IEV 441-17-36, modified]

NOTE The opening time includes the operating time of any auxiliary equipment necessary to open the circuit-breaker and forming an integral part of the circuit-breaker.

3.4.2

prospective current

current that would flow in the circuit if the circuit-breaker were replaced by a conductor of negligible impedance

[IEV 441-17-01, modified]

NOTE 1 This term is commonly associated with fault conditions.

NOTE 2 The prospective current is composed of an RMS AC value plus a DC component (if any).

3.4.3

prospective peak current

peak value of a prospective current during the transient period following initiation

[IEV 441-17-02]

3.4.4

prospective symmetrical current (of an AC circuit)

prospective current when it is initiated at such an instant that no transient phenomenon follows the initiation

[IEV 441-17-03]

NOTE The prospective symmetrical current is expressed by its RMS value.

3.4.5

maximum prospective peak current (of an AC circuit)

prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value

[IEV 441-17-04]

3.4.6

breaking current

the current in a circuit-breaker at the instant of initiation of the arc during a breaking process

[IEV 441-17-07, modified]

3.4.7

breaking capacity

value of prospective current that a circuit-breaker is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-08, modified]

3.4.8

making capacity

value of prospective current that a circuit-breaker is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-09, modified]

3.4.9

pouvoir de fermeture en court-circuit

un pouvoir de fermeture pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit

[VEI 441-17-10, modifiée]

3.4.10

pouvoir de coupure en court-circuit

un pouvoir de coupure pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit

[VEI 441-17-11, modifiée]

3.4.11

courant de courte durée admissible

courant qu'un disjoncteur dans la position de fermeture peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-17, modifiée]

3.4.12

valeur de crête du courant admissible

valeur de crête du courant qu'un disjoncteur dans la position de fermeture peut supporter dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-18, modifiée]

3.4.13

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les bornes d'un disjoncteur après l'interruption du courant

[VEI 441-17-25, modifiée]

NOTE Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

3.4.14

tension transitoire de rétablissement

tension de rétablissement pendant le temps où elle présente un caractère transitoire appréciable

[VEI 441-17-26]

NOTE La tension transitoire de rétablissement peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou une combinaison des deux dépendant des caractéristiques du circuit et du dispositif de coupure.

3.4.15

tension de rétablissement à fréquence industrielle

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension

[VEI 441-17-27]

4 Classification

Cet article est destiné à énumérer les caractéristiques d'un disjoncteur sur lequel le fabricant donne des informations, et qui doivent être vérifiées par des essais si nécessaire.

Les disjoncteurs sont classés:

- selon leur fréquence de fonctionnement C1, C2 ou C3. Les caractéristiques de ces fréquences de fonctionnement sont données en 5.4;
- selon le type de construction, c'est-à-dire disjoncteur pour l'intérieur ou l'extérieur.

3.4.9**short-circuit making capacity**

making capacity for which the prescribed conditions include a short-circuit

[IEV 441-17-10, modified]

3.4.10**short-circuit breaking capacity**

breaking capacity for which the prescribed conditions include a short-circuit

[IEV 441-17-11, modified]

3.4.11**short time withstand current**

current that a circuit-breaker in the closed position can carry during a specified short time under specified conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-17, modified]

3.4.12**peak withstand current**

value of peak current that a circuit-breaker in the closed position can withstand under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-18, modified]

3.4.13**recovery voltage**

the voltage which appears across the terminals of a circuit-breaker after breaking of the current

[IEV 441-17-25, modified]

NOTE This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which the power frequency or the steady-state recovery voltage alone exists.

3.4.14**transient recovery voltage**

recovery voltage during the time in which it has a significant transient character

[IEV 441-17-26]

NOTE The transient recovery voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and the switching device.

3.4.15**power frequency recovery voltage**

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

[IEV 441-17-27]

4 Classification

This clause is intended to list the characteristics of a circuit-breaker on which information is given by the manufacturer and which shall be verified by testing where relevant.

The circuit-breakers are classified:

- according to their operational frequency C1, C2 or C3. The characteristics of these operational frequencies are given in 5.4;
- according to the type of design, i.e. outdoor or indoor circuit-breaker.

5 Caractéristiques

5.1 Sommaire des caractéristiques

Les caractéristiques d'un disjoncteur doivent être celles de la liste lorsqu'elles sont appropriées:

- type de disjoncteur (5.2);
- valeurs limites et valeurs assignées du circuit principal (5.3);
- fréquences de fonctionnement (5.4);
- circuits de commande électriques et pneumatiques (5.5);
- circuits auxiliaires électriques et pneumatiques (5.6);
- déclencheur à maximum de courant (5.7);
- valeur crête des tensions de rétablissement (5.8).

5.2 Type de disjoncteur

Il est nécessaire d'indiquer:

- le genre d'appareil (par exemple disjoncteur à air comprimé, disjoncteur à vide, disjoncteur à gaz, disjoncteur à huile, disjoncteur à semi-conducteur etc.);
- le type de conception (Article 4);
- le degré de protection procuré par l'enveloppe (Article 4);
- les caractéristiques de fonctionnement (par exemple disjoncteur à déclenchement libre ou déclencheur direct ou indirect à maximum de courant, déclencheur à maximum de courant à retard défini).

5.3 Valeurs limites et valeurs assignées du circuit principal

5.3.1 Généralités

Les valeurs assignées sont choisies par le fabricant, il n'est toutefois pas nécessaire d'établir toutes les valeurs caractéristiques énumérées.

5.3.2 Tensions assignées

Les tensions assignées d'un disjoncteur sont les suivantes:

- tension assignée d'emploi (U_e), (voir 5.1.2 de la CEI 60077-1);

NOTE Un disjoncteur peut avoir plusieurs valeurs de tensions assignées d'emploi ou une plage assignée de tensions d'emploi.

- tension assignée d'isolement (U_i), (voir 5.1.3 de la CEI 60077-1);

NOTE Lorsque aucune tension d'isolement n'a été assignée à un disjoncteur, la tension assignée d'isolement est considérée comme étant égale à la valeur de tension assignée d'emploi la plus élevée.

- tension assignée de tenue au choc (U_{imp}), (voir 5.1.5 de la CEI 60077-1).

5.3.3 Courants assignés

Un disjoncteur est défini par les courants assignés suivants:

- courant assigné d'emploi (I_e), (voir 5.3.1 de la CEI 60077-1) au facteur de puissance $T2$ (voir 5.3.5);

NOTE Un disjoncteur peut avoir plusieurs valeurs de courants assignés d'emploi ou une plage assignée de courants d'emploi.

5 Characteristics

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of a circuit-breaker shall be stated in terms of the following, as applicable:

- type of circuit-breaker (5.2);
- rated values and limiting values for the main circuit (5.3);
- operational frequencies (5.4);
- electric and pneumatic control circuits (5.5);
- electric and pneumatic auxiliary circuits (5.6);
- over-current releases (5.7);
- peak value of the recovery voltage (5.8).

5.2 Type of circuit-breaker

It is necessary to state:

- the kind of device (e.g. air blast circuit-breaker, vacuum circuit-breaker, gas circuit-breaker, oil circuit-breaker, semiconductor circuit-breaker, etc.);
- the type of design (see Clause 4);
- the degree of protection provided by the enclosure (see Clause 4);
- operational features (e.g. trip-free circuit-breaker direct or indirect over-current release, time delay over-current release).

5.3 Rated values and limiting values for the main circuit

5.3.1 General

Rated values are assigned by the manufacturer but it is not necessary to establish all the ratings listed.

5.3.2 Rated voltages

The rated voltages for a circuit-breaker are the following:

- rated operational voltage (U_e), (see 5.1.2 of IEC 60077-1);

NOTE A circuit-breaker may have more than one rated operational voltage or may have a rated operational voltage range.

- rated insulation voltage (U_i), (see 5.1.3 of IEC 60077-1);

NOTE When no rated insulation voltage has been assigned to a circuit-breaker, the rated insulation voltage is considered to be equal to the highest value of the rated operational voltage .

- rated impulse withstand voltage (U_{imp}), (see 5.1.5 of IEC 60077-1).

5.3.3 Rated currents

The rated currents of a circuit-breaker are the following:

- rated operational current (I_e) (see 5.3.1 of IEC 60077-1) at the rated power factor T_2 (see 5.3.5);

NOTE A circuit-breaker may have more than one rated operational current or may have a rated operational current range.

- courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th}), (voir 5.3.3 de la CEI 60077-2);
- courant assigné de courte durée admissible (I_{CW}), (voir 5.3.2 de la CEI 60077-1).

NOTE Lorsque le disjoncteur est utilisé pour alimenter et protéger un transformateur ou une inductance ou un circuit filtre réactif, l'irruption du courant à la mise sous tension peut s'accompagner d'une composante continue importante et prolongée.

5.3.4 Fréquences assignées

La fréquence assignée d'un disjoncteur est la fréquence correspondant à la tension assignée d'emploi (voir 5.4 de la CEI 60077-1).

NOTE Un disjoncteur peut avoir plusieurs fréquences assignées.

5.3.5 Facteurs de puissance assignés

Pour caractériser les performances, les facteurs de puissance suivants sont utilisés:

- 0,1 pour les conditions de court-circuit ($T1$);
- 0,8 pour les conditions normales de service ($T2$).

Le facteur de puissance de court-circuit dépend des caractéristiques électriques de la sous-station, des lignes de puissance jusqu'au véhicule et de la charge.

Si nécessaire, d'autres valeurs de facteur de puissance peuvent être définies par accord entre le fabricant et l'utilisateur.

5.3.6 Caractéristiques en court-circuit (voir aussi Annexe B)

5.3.6.1 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit

Le fabricant doit déclarer le courant d'établissement assigné sur court-circuit correspondant au facteur de puissance $T1$.

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit d'un disjoncteur est la valeur crête de pouvoir de fermeture correspondant à la tension assignée d'emploi. Elle doit être 2,5 fois la valeur efficace de la composante périodique du pouvoir de coupure en court-circuit. Le disjoncteur doit satisfaire aux conditions d'essais de fermeture sur court-circuit spécifiées en 9.3.4 et doit être capable de fonctionner ultérieurement.

5.3.6.2 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Le fabricant doit déclarer le courant coupé assigné en court-circuit correspondant au facteur de puissance $T1$.

C'est la valeur la plus élevée du courant de court-circuit que le disjoncteur doit être capable d'interrompre dans les conditions d'essai fixées dans cette norme, dans un circuit dont la tension de rétablissement à fréquence industrielle correspond à la tension assignée d'emploi et dont la tension transitoire de rétablissement est égale à la valeur assignée de 5.3.6.3.

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est caractérisé par deux valeurs:

- la valeur efficace de sa composante périodique, dénommée «courant de court-circuit assigné»;
- et le pourcentage de la composante apériodique.

NOTE Si la composante apériodique ne dépasse pas 20 %, le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est caractérisé seulement par la valeur efficace de sa composante périodique.

- conventional free air thermal current (I_{th}), (see 5.3.3 of IEC 60077-2);
- rated short time withstand current (I_{cw}), (see 5.3.2 of IEC 60077-1).

NOTE Where the circuit-breaker is used to energize and protect a transformer or an inductor or a reactive filter circuit, the inrush of current on energization may contain a large and prolonged DC component.

5.3.4 Rated frequencies

The rated frequency of a circuit-breaker is the frequency relevant to the rated operational voltage (see 5.4 of IEC 60077-1).

NOTE A circuit-breaker may have more than one rated frequency.

5.3.5 Rated power factors

The rated power factors are used to characterize the performance as follows:

- 0,1 for short-circuit conditions ($T1$);
- 0,8 for normal service conditions ($T2$).

The rated power factor for the short-circuit is dependent on the electrical characteristics of the sub-station, the supply lines to the vehicle and the load.

If necessary, other power factor values may be defined by agreement between manufacturer and user.

5.3.6 Short-circuit characteristics (see also Annex B)

5.3.6.1 Rated short-circuit making capacity

The manufacturer shall declare the rated short-circuit making current corresponding to the power factor $T1$.

The rated short-circuit making capacity of a circuit-breaker is the peak value of the making current corresponding to the rated operational voltage. It shall be 2,5 times the RMS value of the AC component of the rated short-circuit breaking current. The circuit-breaker shall satisfy the rated short-circuit making test specified in 9.3.4 and shall be capable of subsequent operation.

5.3.6.2 Rated short-circuit breaking capacity

The manufacturer shall declare the rated short-circuit breaking current corresponding to the power factor $T1$.

It is the highest short-circuit current which the circuit-breaker shall be capable of breaking under the conditions of test specified in this standard in a circuit having a power frequency recovery voltage corresponding to the rated operational voltage and having a transient recovery voltage equal to the rated value specified in 5.3.6.3.

The rated short-circuit breaking current is characterized by two values:

- the RMS value of its AC component, termed “rated short-circuit current”
- and the percentage DC component.

NOTE If the DC component does not exceed 20 %, the rated short-circuit breaking capacity is characterized only by the RMS value of its AC component.

Le disjoncteur doit pouvoir couper, dans les conditions indiquées ci-dessus et jusqu'à son pouvoir de coupure assigné en court-circuit, tous les courants de court-circuit avec une composante périodique quelconque mais ne dépassant pas la valeur assignée et avec un pourcentage de composante aperiodique quelconque mais ne dépassant pas la valeur spécifiée.

Le disjoncteur doit satisfaire à l'essai de coupure assignée en court-circuit spécifié en 9.3.4 et doit être capable de fonctionner ultérieurement.

Pour les tensions inférieures à la tension assignée, il doit être capable de couper son pouvoir de coupure assigné en court-circuit.

5.3.6.3 Tension transitoire de rétablissement assignée

La tension transitoire de rétablissement assignée pour un court-circuit est associée au pouvoir de coupure assigné en court-circuit conformément à 5.3.6.2. C'est la tension de référence qui constitue la limite de la tension transitoire de rétablissement présumée de circuits que le disjoncteur doit pouvoir couper lors d'un court-circuit.

NOTE Des conditions plus détaillées sont données en 4.102.1 et 4.102.2 de la CEI 62271-100.

5.3.6.4 Durée de court-circuit assignée

La durée de court-circuit assignée est l'intervalle de temps pendant lequel un disjoncteur doit pouvoir supporter, en position fermée, un courant égal à son courant de courte durée admissible assigné.

La valeur normalisée de durée de court-circuit doit être de 1 s.

NOTE Pour des détails supplémentaires voir 4.7 de la CEI 62271-100 et 4.7 de la CEI 60694.

5.4 Fréquences de fonctionnement

Les fréquences de fonctionnement utilisées pour caractériser l'aptitude au fonctionnement sont données dans le Tableau 1.

Les fréquences de fonctionnement C1, C2 et C3 sont définies comme suit:

- C1: Régime de faible fréquence (par exemple, le disjoncteur s'ouvre uniquement lorsqu'un court-circuit est détecté).
- C2: Régime de moyenne fréquence (par exemple, en plus du cas C1, le disjoncteur s'ouvre par une commande émise lors du dépassement de la valeur limite prédéterminée d'une variable, par exemple surtension, surcharge, etc.).
- C3: Régime de forte fréquence (par exemple, en plus du cas C2, le disjoncteur s'ouvre pour d'autres raisons, par exemple à chaque section de séparation, chaque sectionnement, chaque mise hors service, etc.).

5.5 Circuits de commande électriques et pneumatiques

Les caractéristiques des circuits de commande électriques et pneumatiques sont données en 5.6 et 5.7 de la CEI 60077-2.

5.6 Circuits auxiliaires électriques et pneumatiques

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont le nombre et la nature des contacts (contact "a" contact "b", etc.) de chacun de ces circuits et leurs caractéristiques assignées. Ces caractéristiques sont données en 5.9 et 5.10 de la CEI 60077-2.

The circuit-breaker shall be capable of breaking any short-circuit current up to its rated short-circuit breaking current containing any AC component up to the rated value and associated with it any percentage DC component up to that specified, under the conditions mentioned above.

The circuit-breaker shall satisfy the rated short-circuit breaking test specified in 9.3.4 and shall be capable of subsequent operation.

At voltages below the rated operational voltage, it shall be capable of breaking its rated short-circuit breaking current.

5.3.6.3 Rated transient recovery voltage

The rated transient recovery voltage for a short-circuit is related to the rated short-circuit breaking capacity in accordance with 5.3.6.2. It is the reference voltage which constitutes the limit of the prospective transient recovery voltage of circuits which the circuit-breaker shall be capable of breaking in the event of a short-circuit.

NOTE Further detailed requirements are given in 4.102.1 and 4.102.2 of IEC 62271-100.

5.3.6.4 Rated duration of short circuit

The rated duration of short circuit is the interval of time for which a circuit-breaker shall be capable of carrying, in the closed position, a current equal to its rated short time withstand current.

The standard value of rated duration of short circuit shall be 1 s.

NOTE For further details see 4.7 of IEC 62271-100 and 4.7 of IEC 60694.

5.4 Operational frequencies

The operational frequencies are used to characterize the performance capability as given in Table 1.

The operational frequencies C1, C2 and C3 are defined as:

- C1: light operational frequency (e.g. the circuit-breaker opens only when a short-circuit is detected).
- C2: medium operational frequency (e.g. in addition to C1 the circuit-breaker opens by a command produced by exceeding a predetermined limiting value, for example due to overload conditions, etc.).
- C3: heavy operational frequency (e.g. in addition to C2, the circuit-breaker opens for other reasons, for example at each gap section, each sectioning point, each end of service, etc.).

5.5 Electric and pneumatic control circuits

The characteristics of the electric and pneumatic control circuits are given in 5.6 and 5.7 of IEC 60077-2.

5.6 Electric and pneumatic auxiliary circuits

The characteristics of the auxiliary circuits are the number and nature of the contacts (“a” contact, “b” contact, etc.) of each of these circuits and their rated characteristics. These characteristics are given in 5.9 and 5.10 of IEC 60077-2.

5.7 Déclencheur à maximum de courant

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques suivantes pour chacun des déclencheurs:

- type de déclencheur à maximum de courant (par exemple direct, indirect, temporisé, etc.);
NOTE Un dispositif d'antipompage peut être inclus.
- courant de réglage (ou plage de réglage);
- caractéristiques de durée d'ouverture en fonction des grandeurs qui influencent le déclencheur.

5.8 Tensions de rétablissement

Le fabricant doit spécifier la valeur crête de la tension de rétablissement provoquée par la manœuvre du disjoncteur lorsqu'il est essayé selon les dispositions des essais de fermeture et d'ouverture des séquences I, II et IV du Tableau 2.

En aucun cas cette valeur ne doit excéder la tension assignée de tenue au choc du disjoncteur.

6 Information sur le produit

6.1 Documentation sur le composant

Cette documentation doit être donnée dans le catalogue ou le manuel du fabricant.

Le paragraphe 6.1 de la CEI 60077-2 s'applique avec les informations complémentaires suivantes:

- tension assignée d'emploi du circuit de commande du déclencheur intégré et fréquence assignée le cas échéant;
- courant de réglage ou la plage de courant de réglage des déclencheurs à maximum de courant appropriés (par exemple, déclencheur direct ou indirect à maximum de courant, déclencheur à maximum de courant à retard défini, etc.);
- durée d'ouverture.

6.2 Marquage

Les données techniques ou les identifications doivent être marquées conformément à 6.2 de la CEI 60077-2.

7 Conditions normales de service

Ces conditions sont données à l'Article 7 de la CEI 60077-1.

8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Dispositions constructives

Ces prescriptions sont données en 8.1 de la CEI 60077-2.

8.2 Exigences relatives au fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

Ces prescriptions sont données en 8.2.1 de la CEI 60077-2.

5.7 Over-current release

The following characteristics shall be declared by the manufacturer for each over-current release:

- type of over-current release (e.g. direct, indirect, time delay, etc.);
NOTE An anti-pumping device may be included.
- current setting (or setting range);
- characteristics of the opening time as a function of the quantities which influence the release.

5.8 Recovery voltages

The manufacturer shall specify the peak value of the recovery voltage when it is tested in accordance with the provisions of the making and breaking tests of sequences I, II and IV of Table 2.

Under no circumstances shall this value exceed that of the rated impulse withstand voltage of the circuit-breaker.

6 Product information

6.1 Component documentation

This information shall be given in manufacturer's catalogue or manual.

Subclause 6.1 of IEC 60077-2 applies supplemented by the following:

- rated operational voltage of the control circuit of built-in releases and rated frequency if applicable;
- current setting or current setting range of the relevant over-current releases (e.g. direct or indirect over-current release, definite time delay over-current release, etc.);
- opening time.

6.2 Marking

The data or identification shall be marked in accordance with 6.2 of IEC 60077-2.

7 Normal service conditions

These conditions are given in Clause 7 of IEC 60077-1.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

These requirements are given in 8.1 of IEC 60077-2.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

These requirements are given in 8.2.1 of IEC 60077-2.

8.2.2 Echauffement

Ces prescriptions sont données en 8.2.2. de la CEI 60077-2.

8.2.3 Fonctionnement à la remise en service

Ces prescriptions sont données en 8.2.3. de la CEI 60077-1.

8.2.4 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Ces prescriptions sont données en 8.2.4 de la CEI 60077-1.

8.2.5 Emission de bruit acoustique

Ces prescriptions sont données en 8.2.5 de la CEI 60077-1.

8.2.6 Propriétés diélectriques

Ces prescriptions sont données en 8.2.6 de la CEI 60077-1.

8.2.7 Surtensions de coupure

Ces prescriptions sont données en 8.2.7 de la CEI 60077-1.

De plus, le fabricant doit déclarer les tensions de rétablissement générées par le disjoncteur lors des essais des séquences I,II et IV du Tableau 2.

8.2.8 Aptitude au fonctionnement en service

Le disjoncteur doit satisfaire (en fonction de la fréquence de fonctionnement) aux dispositions du Tableau 1 dans les conditions d'essai données en 9.3.3.4.

Chaque cycle de manœuvres doit comprendre soit une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture (cycle sans courant), soit une manœuvre d'établissement suivie d'une manœuvre de coupure (cycle avec courant).

Le nombre total de manœuvres doit consister à accomplir le nombre de manœuvres sans courant spécifié dans la colonne 2 du Tableau 1, puis le nombre de manœuvres avec courant spécifié dans la colonne 3 du Tableau 1.

Tableau 1 – Aptitude au fonctionnement

Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3
Fréquence de fonctionnement	Nombre total de manœuvres	
	Sans courant	Avec courant
C1	10 000	0
C2	100 000	200
C3	200 000	200

NOTE 1 La fréquence de manœuvre est choisie de façon que l'échauffement de toutes les parties du disjoncteur reste dans des limites acceptables.

NOTE 2 La fréquence de manœuvre choisie après accord mutuel entre le fabricant et l'utilisateur doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

NOTE 3 A chaque cycle de manœuvres le disjoncteur reste fermé pendant une durée suffisante, sans excéder 2 s, pour que le courant s'établisse totalement.

8.2.2 Temperature rise

These requirements are given in 8.2.2 of IEC 60077-2.

8.2.3 Operation following inactivity

These requirements are given in 8.2.3 of IEC 60077-1.

8.2.4 Electromagnetic compatibility (EMC)

These requirements are given in 8.2.4 of IEC 60077-1.

8.2.5 Acoustic noise emission

These requirements are given in 8.2.5 of IEC 60077-1.

8.2.6 Dielectric properties

These requirements are given in 8.2.6 of IEC 60077-1.

8.2.7 Switching overvoltages

These requirements are given in 8.2.7 of IEC 60077-1.

In addition the manufacturer shall declare recovery voltages generated by the breaking tests of sequences I, II and IV of Table 2.

8.2.8 Operational performance capability

The circuit-breaker shall be capable of complying (as a function of the operational frequency) with the provisions of Table 1 under the test conditions stated in 9.3.3.4.

Each operating cycle shall consist either of a closing operation followed by an opening operation (cycle without current), or a making operation followed by a breaking operation (cycle with current).

The total number of operating cycles shall consist of performing a number of operating cycles without current, specified in Table 1, column 2, followed by a number of operating cycles with current, specified in Table 1, column 3.

Table 1 – Operational performance capability

Column 1	Column 2	Column 3
Operational frequency	Total number of operating cycles	
	Without current	With current
C1	10 000	0
C2	100 000	200
C3	200 000	200
<p>NOTE 1 The rate of operating cycles is chosen to keep all parts of the circuit-breaker within acceptable limits of temperature-rise.</p> <p>NOTE 2 The rate of operating cycles selected by mutual agreement between the manufacturer and the user is to be mentioned in the test report</p> <p>NOTE 3 During each operating cycle, the circuit-breaker remains in the closed position for a sufficient time to ensure that the current is fully established, but not exceeding 2 s.</p>		

8.2.9 Aptitude aux vibrations et chocs

Le disjoncteur doit être capable de tenir les vibrations et chocs donnés par les prescriptions d'essai (voir 9.3.5.1 et 9.3.5.2).

8.2.10 Aptitude à l'établissement et à la coupure en court-circuit

Le disjoncteur doit satisfaire aux essais de court-circuit effectués dans les conditions ci-après:

- courant de réglage du déclencheur à maximum de courant égal à la valeur maximale du domaine de courant de réglage;
- le pouvoir de coupure assigné en court-circuit à la tension assignée d'emploi dans les conditions de 5.3.6.2;
- la tension transitoire de rétablissement égale à la tension transitoire de rétablissement assignée définie en 5.3.6.3;
- une séquence de manœuvres $O - t_1 - CO - t_2 - CO$;
 - O représente une manœuvre de coupure;
 - CO représente une manœuvre d'établissement, suivie d'une manœuvre de coupure, après la durée d'ouverture appropriée;
 - t_1 représente l'intervalle de temps entre la première ouverture et la première fermeture;
 - t_2 représente l'intervalle de temps entre la seconde ouverture et la seconde fermeture.

Sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur, t_1 et t_2 sont de 180 s.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le paragraphe 9.1.1 de la CEI 60077-1 s'applique, sauf les essais sur prélèvement qui ne sont pas acceptables pour les disjoncteurs.

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques du disjoncteur sont:

- les essais de type (voir 9.1.2);
- les essais de série (voir 9.1.3);
- les essais d'investigation (voir 9.1.4).

9.1.2 Essais de type

Les essais de type comprennent les essais suivants:

- vérification des dispositions relatives à la construction (voir 9.2.2);
- vérification des dispositions relatives au fonctionnement (voir 9.3).

9.1.3 Essais de série

Les essais de série comprennent les essais suivants:

- vérification des dispositions relatives à la construction (voir 9.2.3);
- vérification des dispositions relatives au fonctionnement (voir 9.4).

8.2.9 Ability to withstand vibration and shock

The circuit-breaker shall be capable of withstanding the vibration and shock given by test requirements (see 9.3.5.1 and 9.3.5.2).

8.2.10 Ability to make and break under short-circuit conditions

The circuit-breaker shall be capable of satisfying the short-circuit tests under the following conditions:

- current setting of the over-current release equal to the maximum value of the current setting range;
- rated short-circuit breaking current at the rated operational voltage as stated in 5.3.6.2;
- recovery voltage equal to the rated operational voltage;
- transient recovery voltage equal to the rated transient recovery voltage as stated in 5.3.6.3;
- a sequence of operations: O – t_1 – CO – t_2 – CO;
 - O representing a breaking operation;
 - CO representing a making operation followed by a breaking operation after the appropriate opening time;
 - t_1 representing the time interval between the first opening and the first closing;
 - t_2 representing the time interval between the second opening and the second closing.

Unless otherwise agreed between manufacturer and user, t_1 and t_2 are 180 s.

9 Tests

9.1 Kind of tests

9.1.1 General

Subclause 9.1.1 of IEC 60077-1 applies except that sampling tests are not permissible for circuit-breakers.

The tests to verify the characteristics of the circuit-breakers are:

- type tests (see 9.1.2);
- routine tests (see 9.1.3);
- investigatory tests (see 9.1.4).

9.1.2 Type tests

The type tests comprise the following:

- verification of constructional requirements (see 9.2.2);
- verification of performance requirements (see 9.3).

9.1.3 Routine tests

The routine tests comprise the following:

- verification of constructional requirements (see 9.2.3);
- verification of performance requirements (see 9.4).

9.1.4 Essais d'investigation

En complément aux essais de type, les essais d'investigation sont justifiés par une application spécifique. Ils font l'objet d'un programme agréé entre le fabricant et l'utilisateur, ils peuvent porter sur:

- l'influence des harmoniques sur l'échauffement et les caractéristiques de coupure;
- l'échauffement en surcharge temporaire.

9.2 Essais pour la vérification des dispositions relatives à la construction

9.2.1 Généralités

La conformité du disjoncteur aux dispositions relatives à la construction décrites dans les parties appropriées de 8.1 de la CEI 60077-1 doit être prouvée avant la vérification des dispositions relatives à la construction détaillées en 9.3 et 9.4. La conformité de certaines propriétés doit être vérifiée par examen visuel, mesures, etc., quand un essai n'est pas approprié.

9.2.2 Essais de type

La vérification de la conformité aux dispositions relatives à la construction par un essai de type concerne:

- les propriétés physiques; la conformité du disjoncteur aux dessins doit être contrôlée (par exemple les dimensions, la nature des matériaux, les risques électriques, la mise à la masse, etc.);
- les distances d'isolement et lignes de fuite (voir 9.3.3.2.1 et 9.3.3.2.4 de la CEI 60077-1);
- le calibre des bornes et connexions (les essais font partie des dispositions relatives au fonctionnement et doivent être conformes à 9.3.3.6).

9.2.3 Essais de série

La vérification de la conformité aux dispositions relatives à la construction concerne:

- l'examen visuel (conformité de la fabrication par rapport aux dessins);
- la mesure de la résistance. Les essais prescrits en 9.2.3 de la CEI 60077-1 doivent être appliqués. Les valeurs mesurées sur les circuits principaux et auxiliaires à la température ambiante doivent être enregistrées dans le rapport d'essai de série.

NOTE Pour les mesures de résistance du circuit principal, voir aussi 9.3.4.1.

9.3 Essais de type pour la vérification des dispositions relatives au fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Les essais de type sont groupés en un nombre de séquences d'essais comme indiqué dans le Tableau 2.

Pour chaque séquence, les essais doivent être effectués dans l'ordre de leur énumération.

Un appareil neuf peut être utilisé pour chacune des séquences.

Un essai de série (voir 9.1.3) doit être exécuté sur chaque appareil avant l'essai de type.

9.1.4 Investigatory tests

These are supplementary tests to the type tests for a special application. They form the subject of a programme agreed between the manufacturer and the user, and may concern:

- influence of harmonics on the temperature-rise and breaking characteristics;
- temperature rise for temporary overload conditions.

9.2 Tests for verification of constructional requirements

9.2.1 General

The compliance of the circuit-breaker with the constructional requirements given in the appropriate parts of 8.1 of IEC 60077-1 shall be proven prior to verification of the performance requirements as detailed in 9.3 and 9.4. The compliance of properties where testing is not appropriate shall be by visual examination, measurements, etc.

9.2.2 Type tests

Verification of compliance with the constructional requirements for the type test concerns:

- physical properties; a check shall be made that the circuit-breaker conforms to the drawings (e.g. dimensions, materials, electrical risks, protective bonding, etc);
- clearance and creepage distances (see 9.3.3.2.1 and 9.3.3.2.4 of IEC 60077-1);
- terminals and connecting capacity (tested as part of performance requirements in accordance with 9.3.3.6).

9.2.3 Routine tests

Verification of compliance with the constructional requirements for the routine test concerns:

- visual examination (compliance of the manufacture and assembly with the drawings);
- measurements of resistance. The tests required in 9.2.3 of IEC 60077-1 shall be applied. The measured values for main and control circuits and the ambient temperature shall be recorded in the routine test report.

NOTE For measurement of main circuit resistance see also 9.3.4.1.

9.3 Type tests for verification of performance requirements

9.3.1 Test sequences

Type tests are grouped together in a number of test sequences as shown in Table 2.

For each sequence, the tests shall be carried out in the order listed.

A new sample may be used for each sequence.

A routine test (see 9.1.3) shall be carried out on every sample before type test.

Tableau 2 – Liste des séquences d'essais de type pour les dispositions relatives au fonctionnement

Séquences d'essais	Essais	Paragraphe
I – Caractéristiques générales de fonctionnement	Limites de fonctionnement Echauffement Propriétés diélectriques Aptitude au fonctionnement Vérification de la tenue diélectrique Vérification de l'échauffement Vérification de la manœuvre de déclenchement	9.3.3
II – Pouvoir de fermeture et de coupure de service assignés en court-circuit	Mesure de la résistance du circuit principal Courant de courte durée admissible et valeur de crête du courant admissible Aptitude à établir et à couper en court-circuit Vérification de la tenue diélectrique Vérification de la résistance du circuit principal Vérification de la manœuvre de déclenchement	9.3.4
III – Tenue aux vibrations et aux chocs	Vibrations Chocs Vérification du fonctionnement mécanique Vérification de la manœuvre de déclenchement Vérification de la tenue diélectrique	9.3.5
IV – Tension transitoire de rétablissement	Recherche du maximum de la tension transitoire de rétablissement	9.3.6
V – Conditions climatiques	Essais d'environnement (pluie, chaleur sèche, chaleur humide, froid, etc.)	9.3.7
VI – Autres essais (sur prescription)	Compatibilité électromagnétique (CEM) Emission sonore	9.3.8

9.3.2 Conditions générales d'essais

Les disjoncteurs à essayer doivent être conformes dans tous leurs détails aux dessins du type auquel ils appartiennent.

Pendant une séquence d'essais aucune opération de maintenance ou réparation n'est autorisée.

Chaque séquence (décrite dans le Tableau 2) doit être exécutée sur un disjoncteur neuf et propre (ou considéré comme tel après remise en état).

Les essais doivent être exécutés aux valeurs assignées (courant, tension, fréquence, pression d'air) des circuits (principaux, de commande et auxiliaires) et conformément aux valeurs indiquées en 5.3, 5.5 et 5.6.

Les grandeurs d'essais doivent être dans les tolérances indiquées au Tableau 3.

Table 2 – List of type test sequences for performance requirements

Test sequences	Tests	Subclause
I – General performance characteristics	Operating limits Temperature rise Dielectric properties Operational performance capability Verification of dielectric withstand Verification of temperature rise Verification of tripping operation	9.3.3
II – Rated service short-circuit making and breaking capacities	Measurement of the resistance of the main circuit, Short time withstand current and peak withstand current Ability to make and break under short-circuit conditions Verification of dielectric withstand Verification of the resistance of the main circuit Verification of tripping operation	9.3.4
III – Capability to withstand vibration and shock	Vibration Shock Verification of mechanical operation Verification of tripping operation Verification of dielectric withstand	9.3.5
IV – Transient recovery voltage	Searching for maximum transient recovery voltage	9.3.6
V – Climatic conditions	Environmental tests (rain, dry heat, damp heat, cold, etc.)	9.3.7
VI – Other tests (if required)	Electromagnetic compatibility (EMC) Acoustic noise emission	9.3.8

9.3.2 General test conditions

The circuit-breakers to be tested shall comply in all details with the drawings of the type which they represent.

During a test sequence no maintenance or repair is permissible.

Each of the sequences (described in Table 2) shall be made on a circuit-breaker in a clean and new condition (or considered as such after a repair).

The tests shall be performed at the rated operational values (current, voltage, frequency, air pressure) for the circuits (main, control and auxiliary) and in accordance with the values indicated in 5.3, 5.5 and 5.6.

The test values shall be within the tolerances indicated in Table 3.

Tableau 3 – Tolérances des grandeurs d'essai

Ensemble des essais	Essais dans les conditions normales	Essais en court-circuit
Circuit principal Tension: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix}$ Fréquence $\pm 10\%$	Circuit principal Courant: $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix} \%$ Facteur de puissance: $\pm 0,05$	Circuit principal Courant: $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix} \%$ Facteur de puissance: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
Circuits de commande et auxiliaires Courant: $\pm 5\%$ Tension: $\pm 5\%$ Pression d'air: $\pm 5\%$		

Pour tous les essais, la température de l'air ambiant doit être mesurée et consignée dans le rapport d'essais.

Le disjoncteur en essai doit être complet, et installé avec sa protection externe contre les surtensions si nécessaire:

- soit dans son enveloppe si elle existe;
- ou dans une enceinte représentant les conditions d'installation, lorsqu'elles sont prescrites par le fabricant;
- ou dans les conditions d'installation envisagées sur le matériel roulant.

9.3.3 Séquence d'essai I: Caractéristiques générales de fonctionnement

Cette séquence doit comprendre les essais et vérifications énumérés dans le Tableau 2.

9.3.3.1 Limites de fonctionnement

Les essais prescrits en 9.3.3.1 de la CEI 60077-2 doivent être effectués.

9.3.3.2 Echauffement

Les essais prescrits en 9.3.3.2 de la CEI 60077-2 doivent être effectués au courant thermique conventionnel à l'air libre.

9.3.3.3 Propriétés diélectriques

Un essai à l'onde de choc utilisant les valeurs données dans le Tableau 4 doit être effectué sur le circuit de puissance conformément à 9.3.3.1 et 9.3.3.2.2a) de la CEI 60077-1. Les facteurs de correction atmosphériques doivent être appliqués conformément à 11.2 de la CEI 60060-1.

Tableau 4 – Détermination des tensions d'essai à l'onde de choc

Tensions nominales efficaces de la ligne d'alimentation à courant monophasé kV	Tensions assignées de tenue au choc ($U_{1,2/50 \mu s}$) kV
6,25	60
15	95
25	170
50	300

Table 3 – Tolerances on test values

All tests	Tests under normal load conditions	Tests under short-circuit conditions
Main circuit Voltage: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix}$ Frequency: $\pm 10\%$	Main circuit Current: $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix} \%$ Power factor: $\pm 0,05$	Main circuit Current: $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix} \%$ Power factor: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
Control and auxiliary circuit Current: $\pm 5\%$ Voltage: $\pm 5\%$ Air pressure: $\pm 5\%$		

For all the tests, the ambient air temperature shall be measured and recorded in the test report.

The complete circuit-breaker under test shall be mounted together with its external associated over-voltage protection when appropriate:

- in its integral enclosure if it has one;
- or in an enclosure representing the conditions of installation when these are prescribed by the manufacturer;
- or under the conditions of installation envisaged on the rolling stock.

9.3.3 Test sequence I: General performance characteristics

This sequence shall include the tests and verifications listed in Table 2.

9.3.3.1 Operating limits

The tests required in 9.3.3.1 of IEC 60077-2 shall be carried out.

9.3.3.2 Temperature rise

The tests required in 9.3.3.2 of IEC 60077-2 shall be carried out at the conventional free air thermal current.

9.3.3.3 Dielectric properties

An impulse test using the test values given in Table 4 shall be carried out on the main circuit in accordance with 9.3.3.1 and 9.3.3.2.a) of IEC 60077-1. Atmospheric correction factors shall be applied in accordance with 11.2 of IEC 60060-1.

Table 4 – Determination of voltage for impulse test

Nominal voltages at contact supply line AC RMS kV	Rated impulse withstand voltages ($U_{1,2/50 \mu s}$) kV
6,25	60
15	95
25	170
50	300

9.3.3.4 Aptitude au fonctionnement

Les essais doivent être effectués conformément aux prescriptions de 8.2.8.

Les manœuvres d'établissement et de coupure doivent être effectuées au courant assigné d'emploi, à la tension assignée d'emploi et avec un facteur de puissance de 0,8. Pour plus de détails, voir le circuit d'essai en Annexe A.

A l'issue de chaque séquence, aucune opération de maintenance n'est permise avant les vérifications prescrites en 9.3.3.5, 9.3.3.6 et 9.3.3.7.

NOTE Le nombre total de manœuvres comprend les manœuvres avec et sans courant de la catégorie correspondante.

9.3.3.5 Vérification de la tenue diélectrique

A l'issue de l'essai décrit en 9.3.3.4, le disjoncteur doit pouvoir supporter la tension d'essai diélectrique à fréquence industrielle réduite à 75 % de la valeur prescrite en 9.4.4.

9.3.3.6 Vérification de l'échauffement

Après la vérification décrite en 9.3.3.5, un essai d'échauffement doit être effectué sur le circuit principal conformément à 9.3.3.2.

A l'issue de l'essai, les échauffements ne doivent pas dépasser de plus de 20 K ceux mesurés pendant l'essai prescrit en 9.3.3.2 ou bien être supérieurs aux valeurs spécifiées en 8.2.2 de la CEI 60077-2.

9.3.3.7 Vérification de la manœuvre de déclenchement

Cet essai est applicable uniquement lorsque le déclencheur est intégré au disjoncteur.

Après la vérification décrite en 9.3.3.6, les réglages de courant des déclencheurs doivent être contrôlés.

Chaque réglage ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur mesurée précédemment pendant les essais de série.

9.3.4 Séquence d'essai II: Pouvoirs de fermeture et coupure assignés en court-circuit

Cette séquence doit comprendre les essais et vérifications énumérés dans le Tableau 2.

9.3.4.1 Mesure de la résistance du circuit principal

Le mesurage doit être effectué en courant continu en mesurant la chute de tension entre les bornes de chaque pôle.

Au cours de l'essai, le courant doit avoir une valeur quelconque convenable, comprise entre 50 A et le courant assigné d'emploi.

NOTE Des détails complémentaires sont donnés en 6.4.1 de la CEI 60694.

9.3.4.2 Circuit d'essai pour les pouvoirs de fermeture et de coupure

Les détails d'un circuit d'essai sont donnés en Annexe A.

9.3.3.4 Operational performance capability

The tests shall be performed to verify compliance with the requirements of 8.2.8.

The operations of making and breaking shall be carried out at the rated operational current, the rated operational voltage and for a power factor of 0,8. For details of a test circuit see Annex A.

At the end of the tests, no maintenance operation shall be carried out before the verifications required in 9.3.3.5, 9.3.3.6 and 9.3.3.7.

NOTE The total number of operating cycles includes operations without and with current as appropriate for the characteristics.

9.3.3.5 Verification of dielectric withstand

After the test described in 9.3.3.4, the circuit-breaker shall be capable of withstanding the power frequency test voltage reduced to 75 % of the value required in 9.4.4.

9.3.3.6 Verification of temperature rise

After the verification described in 9.3.3.5 a temperature rise test shall be carried out on the main circuit in accordance with 9.3.3.2.

At the end of the test, the temperature rise values shall not exceed those recorded in 9.3.3.2 by more than 20 K and they shall not exceed the values specified in 8.2.2 of IEC 60077-2.

9.3.3.7 Verification of tripping operation

This test is only applicable when the circuit-breaker has built-in releases.

After the verification described in 9.3.3.6, the current settings of the releases shall be checked.

Each setting shall not differ by more than 10 % of its previous value measured during the routine test.

9.3.4 Test sequence II: Rated short-circuit making and breaking capacities

This sequence shall include the tests and verifications listed in Table 2.

9.3.4.1 Measurement of the resistance of the main circuit

The measurement shall be made with direct current by measuring the voltage drop across the terminals of each pole.

The current during the test shall have any convenient value between 50 A and the rated operational current.

NOTE Further details are given in 6.4.1 of IEC 60694.

9.3.4.2 Circuit for making and breaking capacity tests

For details of a test circuit see Annex A.

9.3.4.3 Courant de courte durée admissible et valeur crête du courant admissible

Cet essai doit être effectué conformément à 6.6 de la CEI 60694 en utilisant la valeur normalisée de la durée de court circuit assignée.

NOTE Des détails complémentaires sont donnés en 8.103.6 de la CEI 62271-100 et à l'Article 6 de la CEI 60694.

9.3.4.4 Aptitude à établir et à couper en court-circuit

Cet essai doit être effectué conformément à 6-106 de la CEI 62271-100 pour tous les essais de conditions de service mais en utilisant la séquence de manœuvres données en 8.2.10.

9.3.4.5 Vérification de la tenue diélectrique

A l'issue de l'essai décrit en 9.3.4.4, le disjoncteur doit pouvoir supporter la tension d'essai diélectrique à fréquence industrielle réduite à 75 % de la valeur prescrite en 9.4.4.

9.3.4.6 Vérification de la résistance du circuit principal

Après la vérification décrite en 9.3.4.5, une mesure de la résistance du circuit principal doit être effectuée conformément à 9.3.4.1.

Les valeurs ne doivent pas différer de plus de 20 % des valeurs mesurées en 9.3.4.1.

9.3.4.7 Vérification de la manœuvre de déclenchement

Cet essai est applicable uniquement lorsque le disjoncteur comporte des dispositifs de déclenchement intégrés.

Après la vérification décrite en 9.3.4.6, les réglages de courant des déclencheurs doivent être contrôlés suivant 9.4.3.

Chaque réglage ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur mesurée précédemment pendant les essais de série.

9.3.5 Séquence d'essai III: Aptitude à supporter les vibrations et les chocs

Cette séquence comprend les essais et vérifications énumérés dans le Tableau 2.

9.3.5.1 Vibrations

Les essais de vibration doivent être exécutés conformément à la méthode correspondante de la CEI 61373.

L'essai doit être effectué de façon que:

- les deux états de fonctionnement soient essayés;
- la répartition doit être de 50 % ouvert et 50 % fermé;
- le disjoncteur ne doit pas changer d'état pendant l'essai de vibrations fonctionnelles.

9.3.5.2 Chocs

Après les essais décrits en 9.3.5.1, les essais de chocs doivent être exécutés conformément à la méthode correspondante de la CEI 61373. L'essai doit être effectué dans les deux états de fonctionnement et le disjoncteur ne doit pas changer d'état pendant l'essai.

9.3.4.3 Short time withstand current and peak withstand current

This test shall be carried out according to 6.6 of IEC 60694 using the standard value of rated duration of short circuit.

NOTE Further details are given in 8.103.6 of IEC 62271-100 and clause 6 of IEC 60694.

9.3.4.4 Ability to make and break under short circuit conditions

This test shall be carried out according to 6.106 of IEC 62271-100 for all the test duties stated but using the sequence of operation given in 8.2.10.

9.3.4.5 Verification of dielectric withstand

After the test described in 9.3.4.4, the circuit-breaker shall be capable of withstanding the power frequency test voltage reduced to 75 % of the value required in 9.4.4.

9.3.4.6 Verification of the resistance of the main circuit.

After the verification described in 9.3.4.5, a measurement of the resistance of the main circuit shall be carried out in accordance with 9.3.4.1.

The values shall not differ by more than 20 % of the values recorded in 9.3.4.1.

9.3.4.7 Verification of tripping operation

This test is only applicable when the circuit-breaker has built-in releases.

After the verification described in 9.3.4.6, the current settings of the releases shall be checked in accordance with 9.4.3.

Each setting shall not differ by more than 10 % of its previous value measured during the routine test.

9.3.5 Test sequence III: Capability to withstand vibration and shock

This sequence shall include the tests and verifications listed in table 2.

9.3.5.1 Vibration

The vibration tests shall be carried out in accordance with the relevant method of IEC 61373.

The test shall be carried out so that:

- both operational states are tested;
- the distribution of these states shall be 50 % open and 50 % closed;
- the circuit-breaker shall not change state during the functional vibration test.

9.3.5.2 Shock

After the tests described in 9.3.5.1, the shock tests shall be carried out in accordance with the relevant method of IEC 61373. The test shall include both operational states and the circuit-breaker shall not change state during the test.

9.3.5.3 Vérification du fonctionnement mécanique

Après l'essai décrit en 9.3.5.2, le fonctionnement mécanique doit être contrôlé conformément aux prescriptions de 9.4.2 de la CEI 60077-2.

9.3.5.4 Vérification de la manœuvre de déclenchement

Cet essai est applicable uniquement lorsque le disjoncteur comporte des dispositifs de déclenchement intégrés.

Après la vérification décrite en 9.3.5.3, les réglages de courant des déclencheurs doivent être contrôlés.

Chaque réglage ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur mesurée précédemment pendant les essais de série.

9.3.5.5 Vérification de la tenue diélectrique

A l'issue de l'essai décrit en 9.3.5.4, le disjoncteur doit pouvoir supporter la tension d'essai diélectrique à fréquence industrielle réduite à 75 % des valeurs prescrites en 9.4.4.

9.3.6 Séquence d'essai IV: Essai de tension transitoire de rétablissement.

Cet essai ne doit être appliqué qu'aux disjoncteurs des catégories C2 et C3, conformément à 5.4.

Cet essai doit être effectué avec:

- une tension d'essai égale à la tension assignée d'emploi;
- une gamme de courants depuis le courant assigné d'emploi jusqu'à zéro;
- un facteur de puissance de $T1$.

Cet essai doit être effectué conformément au 6.104.5 de la CEI 62271-100. Pour les détails du circuit d'essai, voir l'Annexe A.

NOTE L'essai permet au fabricant de fournir des courbes de tension transitoire de rétablissement en fonction du courant coupé.

9.3.7 Séquence d'essai V: Conditions climatiques

Les surfaces isolantes externes des disjoncteurs pour l'extérieur doivent être soumises aux essais de tenue à l'humidité normalisés donnés en 9.1 de la CEI 60060-1.

Quand d'autres essais sont prescrits après accord entre l'utilisateur et le fabricant, ils doivent être choisis en 9.3.6 de la CEI 60077-2. Ces essais peuvent être remplacés par ceux et de la CEI 62271-100 (6.101.3, 6.101.4, 6.101.5).

9.3.8 Séquence d'essai VI: Autres essais

Cette séquence peut comprendre les essais supplémentaires tels que:

- compatibilité électromagnétique;
- émission sonore.

Ces essais doivent être effectués conformément à une spécification d'essai acceptée par le fabricant et l'utilisateur.

9.3.5.3 Verification of mechanical operation

After the test described in 9.3.5.2 the mechanical operation shall be checked in accordance with the requirements of 9.4.2 of IEC 60077-2.

9.3.5.4 Verification of tripping operation

This test is only applicable when the circuit-breaker has built-in releases.

After the test described in 9.3.5.3, the current settings of the releases shall be checked.

Each setting shall not differ by more than 10 % of its previous value measured during the routine test.

9.3.5.5 Verification of dielectric withstand

After the test described in 9.3.5.4, the circuit-breaker shall be capable of withstanding the power frequency test voltage reduced to 75 % of the value required in 9.4.4.

9.3.6 Test sequence IV: Transient recovery voltage test

This test shall be carried out only for circuit-breakers of categories C2 and C3, as characterized in 5.4.

This test shall be carried out with:

- a test voltage equal to the rated operational voltage;
- a current range going from the rated operational current to 0 A;
- a power factor of $T1$.

This test shall be carried out in accordance with 6.104.5 of IEC 62271-100. For details of a test circuit see Annex A.

NOTE The test enables the manufacturer to supply curves of transient recovery voltage as a function of the current broken.

9.3.7 Test sequence V: Climatic conditions

The external surfaces of insulation of outdoor circuit-breakers shall be subjected to wet withstand tests under the standard test procedure given in 9.1 of IEC 60060-1.

If by agreement between user and manufacturer other tests are required, these tests shall be selected from 9.3.6 of IEC 60077-2 and IEC 62271-100 (6.101.3, 6.101.4 and 6.101.5)

9.3.8 Test sequence VI: Other tests

This sequence may include supplementary tests such as:

- electromagnetic compatibility;
- acoustic noise emission.

These tests shall be carried out according to a test specification agreed between the manufacturer and the user.

9.4 Essais de série pour la vérification des exigences relatives au fonctionnement

9.4.1 Généralités

Les essais de série suivants doivent être appliqués à chaque disjoncteur:

- fonctionnement mécanique (voir 9.4.2);
- étalonnage des déclencheurs le cas échéant (voir 9.4.3);
- tenue diélectrique (voir 9.4.4);
- étanchéité s'il y a lieu (voir 9.4.5).

Les valeurs mesurées doivent être consignées dans le rapport des essais de série.

9.4.2 Fonctionnement mécanique

Les essais prescrits en 9.4.2 de la CEI 60077-2 doivent être effectués.

9.4.3 Etalonnage des déclencheurs

Cet essai est applicable uniquement lorsque le disjoncteur comporte des dispositifs de déclenchement intégrés.

Le contrôle que la valeur du courant déclenchant la manœuvre d'ouverture du disjoncteur est restée dans la tolérance de $\pm 10\%$ doit être effectué pour toutes les valeurs spécifiées en utilisant un courant variant lentement dans la plage de réglage.

NOTE 1 La tolérance de $\pm 10\%$ inclut les $\pm 5\%$ tenant compte de l'indicateur de réglage en plus de la tolérance du seuil.

NOTE 2 Variation lente du courant signifie un courant efficace augmentant de moins de 200 A/s.

9.4.4 Tenue diélectrique

Les essais prescrits en 9.3.3.3 de la CEI 60077-1 doivent être effectués.

9.4.5 Etanchéité (pour les disjoncteurs à air comprimé)

Les essais prescrits en 9.3.4.2 de la CEI 60077-1 doivent être effectués.

9.4 Routine tests for verification of performance requirements

9.4.1 General

The following routine tests shall be carried out on each circuit-breaker:

- mechanical operation (see 9.4.2);
- calibration of releases if applicable (see 9.4.3);
- dielectric withstand (see 9.4.4);
- air tightness, if applicable (see 9.4.5).

The measured values shall be recorded in the routine test report.

9.4.2 Mechanical operation

The tests required in 9.4.2 of IEC 60077-2 shall be applied.

9.4.3 Calibration of releases

This test is only applicable when the circuit-breaker has built-in releases.

A check shall be made that the current causing a tripping operation of the circuit-breaker is within a tolerance of $\pm 10\%$ for any marked value of the current range using a steady state current.

NOTE 1 The $\pm 10\%$ tolerance includes a $\pm 5\%$ allowance for the calibration marking in addition to the setting tolerance.

NOTE 2 Steady state current means an RMS current with a rise of less than 200 A/s.

9.4.4 Dielectric withstand

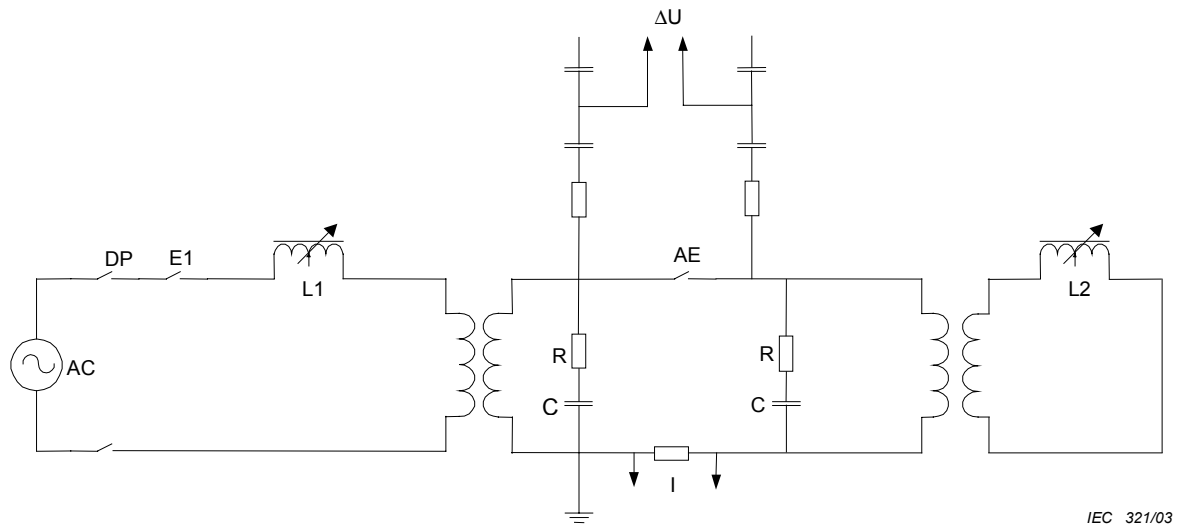
The tests required in 9.3.3.3 of IEC 60077-1 shall be applied.

9.4.5 Air-tightness (for pneumatic circuit-breaker)

The tests required in 9.3.4.2 of IEC 60077-1 shall be applied.

Annexe A
(informative)

Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure



IEC 321/03

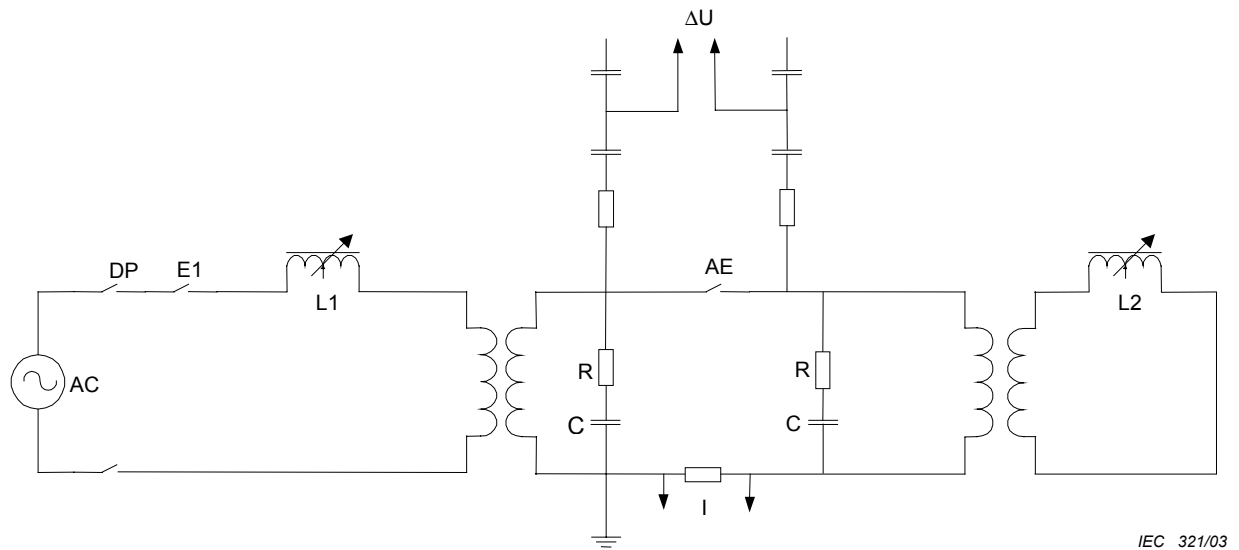
Légende

DP	Disjoncteur de protection	R, C	Réglage tension transitoire de rétablissement
E1	Enclencheur	I, ΔU	Mesure des courants et des tensions
AE	Appareil en essai	L1, L2	Inductance
AC	Alimentation de l'essai		

Figure A.1 – Principe d'un circuit d'essai

Annex A (informative)

Test circuit to verify the making and breaking capacities



IEC 321/03

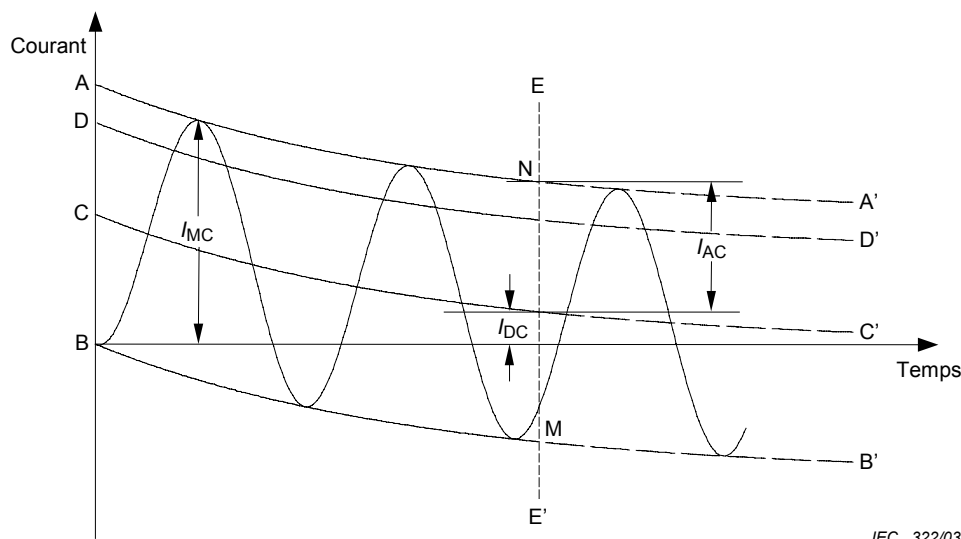
Key

DP	Master breaker	R, C	Transient recovery voltage control
E1	Making breaker	I, ΔU	Measurement of currents and voltages
AE	Breaker being tested	L1, L2	Inductance
AC	Test supply		

Figure A.1 – Principle of test circuit

Annexe B
(informative)

Détermination des courants de fermeture et de coupure sur court-circuit et du pourcentage de la composante continue



IEC 322/03

Légende

AA'; BB' Enveloppe de l'onde de courant

BX Ligne de zéro

CC' Déplacement de la ligne de zéro de l'onde de courant à chaque instant

DD' Valeur efficace de la composante périodique du courant à chaque instant

EE' Instant de la séparation des contacts (amorçage de l'arc)

I_{MC} Courant établi

I_{AC} Valeur de crête de la composante périodique du courant au moment EE'

$I_{AC}/\sqrt{2}$ Valeur efficace de la composante périodique du courant au moment EE'

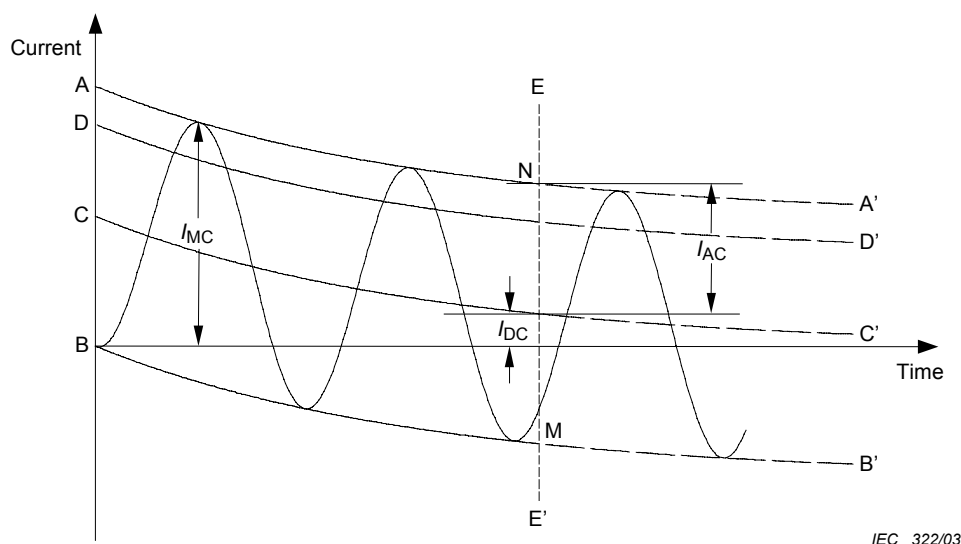
I_{DC} Composante aperiodique du courant au moment EE'

$\frac{I_{DC}}{I_{AC}} \times 100$ Pourcentage de la composante aperiodique

Figure B.1 – Détermination des courants de fermeture et de coupure sur court-circuit et du pourcentage de la composante continue

Annex B (informative)

Determination of short-circuit making and breaking currents, and of percentage DC component



IEC 322/03

Key

AA'; BB' Envelope of current-wave

CC' Displacement of current-wave zero line at any instant

DD' RMS value of the AC component of current at any instant measured from CC'

EE' Instant of contact separation (initiation of the arc)

I_{MC} Making current

I_{AC} Peak current of AC component at instant EE'

$I_{AC}/\sqrt{2}$ RMS value of the AC component of current at instant EE'

I_{DC} DC component of current at instant EE'

$\frac{I_{DC}}{I_{AC}} \times 100$ Percentage value of the DC component

**Figure B.1 – Determination of short-circuit making and breaking currents,
and of percentage DC components**

1



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (ex. 60601-1-1)

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction? (cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille: (cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme (cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins: (une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes: (cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres (1) inacceptable, (2) au-dessous de la moyenne, (3) moyen, (4) au-dessus de la moyenne, (5) exceptionnel, (6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....



Copyright © 2014 IEC

ISBN 2-8318-6846-7



9 782831 868462

ICS 45.060

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND