

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62199

Première édition
First edition
2004-05

**Traversées pour application
en courant continu**

Bushings for d.c. application



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62199:2004

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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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**

62199

Première édition
First edition
2004-05

**Traversées pour application
en courant continu**

Bushings for d.c. application

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Caractéristiques	14
4.1 Tensions assignées	14
4.2 Niveaux d'isolement.....	14
4.3 Courants assignés	16
4.4 Valeurs nominales minimales de la ligne de fuite	16
5 Conditions de service	18
5.1 Généralités	18
5.2 Facteurs influant sur la conception, l'essai et l'application.....	18
6 Exigences générales	20
6.1 Liste des variables	20
6.2 Marquages de la plaque d'identification	20
7 Exigences d'essais	22
7.1 Exigences générales.....	22
7.2 Classification des essais.....	22
8 Essais de type	24
8.1 Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec avec mesure des décharges partielles.....	24
8.2 Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (BIL)	26
8.3 Essai de tenue à la tension de choc de manœuvre à sec ou sous pluie (SIL)	26
8.4 Essai d'échauffement.....	28
8.5 Essai de tenue à la flexion	28
8.6 Essai d'étanchéité sur des traversées à remplissage de liquide, ou de mélange et des traversées à isolation liquide	30
8.7 Essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et imprégnées de gaz	32
8.8 Vérification des dimensions	32
9 Essais individuels	32
9.1 Mesure du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et des capacités.....	32
9.2 Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (BIL)	32
9.3 Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec avec mesure de la décharge partielle	32
9.4 Essai de tenue à la tension appliquée continue avec mesure de la décharge partielle	34
9.5 Essai de polarité inverse avec mesure de décharge partielle	38
9.6 Essai de l'isolement des prises	40
9.7 Essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse ou imprégnées de gaz	40
9.8 Essai d'étanchéité sur des traversées à remplissage de liquide, à remplissage de mélange et à isolation liquide	42
9.9 Essai d'étanchéité des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et imprégnées de gaz	42

CONTENT

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Terms and definitions	15
4 Ratings.....	15
4.1 Rated voltages	15
4.2 Insulation levels.....	15
4.3 Rated currents.....	17
4.4 Minimum nominal creepage distance	17
5 Operating conditions	19
5.1 General.....	19
5.2 Factors affecting the design, testing and application.....	19
6 General requirements	21
6.1 List of variables	21
6.2 Nameplate markings.....	21
7 Test requirements.....	23
7.1 General requirements	23
7.2 Test classification.....	23
8 Type tests.....	25
8.1 Dry power-frequency voltage withstand test with partial discharge measurement	25
8.2 Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL).....	27
8.3 Dry or wet switching impulse voltage withstand test (SIL)	27
8.4 Temperature rise test	29
8.5 Cantilever load withstand test.....	29
8.6 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings.....	31
8.7 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings.....	33
8.8 Verification of dimensions.....	33
9 Routine tests.....	33
9.1 Measurement of dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitances	33
9.2 Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL).....	33
9.3 Dry power-frequency voltage withstand test with partial discharge measurement	33
9.4 DC applied voltage withstand test with partial discharge measurement.....	35
9.5 Polarity reversal test with partial discharge measurement.....	39
9.6 Test of tap insulation	41
9.7 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings.....	41
9.8 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings.....	43
9.9 Tightness test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings.....	43

9.10	Essai d'étanchéité de la bride ou autre dispositif de fixation	42
9.11	Examen visuel et vérification des dimensions.....	42
10	Essais spéciaux.....	42
10.1	Essai de pollution artificielle	42
10.2	Essai de tension continue sous humidité uniforme	44
10.3	Essai de tension continue sous humidité non uniforme	44
	Bibliographie.....	48
	Figure 1 – Profil d'essai de polarité inverse	38
	Tableau 1 – Valeurs minimales de la tenue à la flexion	30

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62199:2004

Withd2AM

9.10	Tightness test at the flange or other fixing device.....	43
9.11	Visual inspection and dimensional check.....	43
10	Special tests.....	43
10.1	Artificial pollution test.....	43
10.2	Even wetting d.c. voltage test.....	45
10.3	Uneven wetting d.c. voltage test.....	45
	Bibliography.....	49
	Figure 1 – Polarity reversal test profile	39
	Table 1 – Minimum values of cantilever withstand load	31

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62199:2004

Withd 2004

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVERSÉES POUR APPLICATION EN COURANT CONTINU

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62199 a été préparée par le sous-comité 36A, Traversées isolées, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
36A/117/FDIS	36A/119/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 édition a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BUSHINGS FOR DC APPLICATION**FOREWORD**

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

International Standard IEC 62199 has been prepared by sub-committee 36A: Insulated bushings, of IEC technical committee 36: Insulators.

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

FDIS	Report on voting
36A/117/FDIS	36A/119/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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007.
A cette date, la publication sera

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

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62199:2004

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62199:2004

INTRODUCTION

Dans cette première édition de la CEI 62199, les exigences relatives aux expériences de fonctionnement et au marché établi ont été harmonisées avec des normes CEI existantes, premièrement:

la CEI 60137, «Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V».

Lorsque cela est applicable, la référence est aussi faite aux normes suivantes:

la CEI 61462, «Isolateurs composites – Isolateurs creux pour appareillage électrique utilisé à l'intérieur ou à l'extérieur» et

la CEI 62155, «Isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V».

Le total des essais de type et les essais individuels a été soigneusement planifié, considérant que la transmission de puissance continue (HVDC) est une technologie mature, mais reste avec une expérience de fonctionnement limitée comparé aux systèmes alternatifs.

Les isolateurs traversées en matière non céramique sont largement utilisés dans les applications en courant continu et cette norme s'applique aux procédures de qualification similaire sur tous les types d'isolateurs, excepté pour l'essai de pollution artificielle. La préparation d'une traversée pour un essai de pollution artificielle détruit la surface d'un isolateur composite et par conséquent ne peut être exécutée sur de telles traversées.

INTRODUCTION

In this first edition of IEC 62199, service experiences as well as established market requirements have been harmonized with existing IEC standards, primarily:

IEC 60137, "Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V".

Where applicable, reference is also made to the following standards:

IEC 61462, "Composite insulators – Hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment" and

IEC 62155, "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V".

The amount of type tests and routine tests has been carefully planned, considering that HVDC (high voltage direct current) power transmission is a mature technology, but still with limited service experience compared to AC systems.

Non-ceramic bushing insulators are widely used in d.c. applications and this standard applies to similar qualification procedures on all types of insulators, except for the artificial pollution test. Preparation of a bushing for an artificial pollution test destroys the surface of a composite insulator and therefore cannot be performed on such bushings.

TRAVERSÉES POUR APPLICATION EN COURANT CONTINU

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux traversées à l'intérieur et à l'extérieur de toute tension utilisée sur des systèmes à courant continu, de capacité progressive ou isolées au gaz, pour une utilisation comme composants des transformateurs convertisseurs remplis d'huile et des bobines de lissage, aussi bien que les traversées à courant continu air-à-air. La présente norme ne s'applique pas aux:

- sorties de câble (extrémités étanches);
- traversées pour transformateurs de mesure;
- traversées pour transformateurs d'essai;
- traversées appliquées à l'isolation gazeuse (autre que la pression atmosphérique) extérieur à la traversée;
- traversées pour application industrielle;
- traversées pour application de traction.

La présente norme fait référence à la CEI 60137 pour les termes et les conditions générales et définit les termes spéciaux utilisés, les conditions de fonctionnement, les caractéristiques, les procédures d'essai tout comme les exigences relatives à la mécanique générale et électrique concernant les traversées pour application en courant continu. Lorsque cela est applicable, une référence à la CEI 61462 peut aussi être faite pour les isolateurs composites – isolateurs creux pour appareillage électrique utilisé à l'intérieur ou à l'extérieur et à la CEI 62155 pour les isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour une utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V.

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(471):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 471: Isolateurs*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

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

CEI 60137:2003, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V*

CEI 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

CEI 61245:1993, *Essais de pollution artificielle sur isolateurs haute tension destinés aux réseaux à courant continu*

BUSHINGS FOR DC APPLICATION

1 Scope

This International Standard applies to outdoor and indoor bushings of any voltage used on d.c. systems, of capacitance graded or gas insulated types for use as components of oil-filled converter transformers and smoothing reactors, as well as air-to-air d.c. bushings. This standard does not apply to the following:

- cable terminations (potheads);
- bushings for instrument transformers;
- bushings for test transformers;
- bushings applied with gaseous insulation (other than air at atmospheric pressure) external to the bushing;
- bushings for industrial application;
- bushings for traction application.

This standard makes reference to IEC 60137 for general terms and conditions and defines the special terms used, operating conditions, ratings, test procedures as well as general mechanical and electrical requirements for bushings for d.c. application. Where applicable, reference can also be made to IEC 61462 for composite insulators – hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment and to IEC 62155 for hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V.

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(471):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 471: Insulators*

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

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

IEC 60137:2003, *Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 61245:1993, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on d.c. systems*

CEI 61462:1998, *Isolateurs composites – Isolateurs creux pour appareillage électrique utilisé à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions, méthodes d'essais, critères d'acceptation et recommandations de conception*

CEI 62155:2003, *Isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60137 ainsi que ceux de la CEI 60050(471) s'appliquent. Si nécessaire, la CEI 61462 et la CEI 62155 sont aussi citées en référence.

3.1

traversée à paroi (plafond)

traversée destinée à être montée sur la paroi (plafond) d'un édifice tel qu'un convertisseur à foyer de valve

3.2

traversée pour application de tension combinée

traversée à courant continu sujet à une tension alternative large en superposition sur une tension de polarisation continue, telle qu'une traversée appliquée au côté d'un enroulement à valve d'un transformateur convertisseur

3.3

traversée pour application à courant continu pure

traversée à courant continu sujet à une tension continue avec seulement une petite ondulation de tension alternative, telle qu'appliquée sur le côté haute tension d'une valve de convertisseur continu

4 Caractéristiques

4.1 Tensions assignées

4.1.1 Tension permanente assignée en courant continu

La tension permanente assignée en courant continu est le maximum de la tension c.c. assignée à la traversée par le constructeur pour les conditions de fonctionnement spécifiées.

4.1.2 Tension de crête assignée

La tension de crête assignée est la valeur maximale de la combinaison de la tension c.c. plus la tension de crête c.a. à laquelle la traversée est supposée résister dans des conditions d'emploi spécifiées.

4.2 Niveaux d'isolement

Les niveaux d'isolement pour les traversées utilisées dans des applications à courant continu ne suivent généralement pas les valeurs normalisées du niveau d'isolement en conformité avec la CEI 60071-1. L'acheteur doit spécifier les niveaux d'isolement. Les méthodes de calcul pour les tensions d'essai sont données dans les articles appropriés de cette norme.

IEC 61462:1998, *Composite insulators – Hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62155:2003, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60137 and IEC 60050(471) apply. Where applicable, reference is also made to IEC 61462 and to IEC 62155.

3.1

wall (roof) bushing

bushing intended to be mounted on the wall (roof) of a building such as a converter valve hall

3.2

bushing for combined voltage application

d.c. bushing subject to a large a.c. voltage superimposed on a d.c. bias voltage, such as a bushing applied to the valve winding side of a converter transformer

3.3

bushing for pure d.c. application

d.c. bushing subject to a d.c. voltage with only a small a.c. voltage ripple, such as applied on the high voltage side of a d.c. converter valve

4 Ratings

4.1 Rated voltages

4.1.1 Rated continuous d.c. voltage

The rated continuous d.c. voltage is the maximum continuous d.c. voltage assigned to the bushing by the manufacturer for specified operating conditions.

4.1.2 Rated peak voltage

The rated peak voltage is the maximum value of the combination of d.c. voltage plus peak a.c. voltage that the bushing is required to withstand under the specified operating conditions.

4.2 Insulation levels

The insulation levels for bushings used in d.c. applications do not generally follow the standard values of insulation level in accordance with IEC 60071-1. The purchaser shall specify the insulation levels. The methods of calculation for test voltages are given in the relevant clauses of this standard.

4.3 Courants assignés

La définition du courant assigné dépend de l'application de la traversée. Si la traversée est destinée à une application à courant continu pur, les caractéristiques sont définies en 4.3.1. Si la traversée est destinée à une application de tension combinée, les caractéristiques sont définies en 4.3.2.

4.3.1 Applications à courant continu pures

4.3.1.1 Courant continu permanent assigné

Le courant continu permanent assigné est le maximum du courant continu permanent que la traversée est supposée supporter dans des conditions d'emploi spécifiées.

4.3.1.2 Courant continu de surcharge assignée

Le courant continu de surcharge assigné est le maximum du courant continu que la traversée est supposée supporter pour une durée de temps et une température ambiante établies. L'acheteur doit spécifier l'amplitude du courant, la durée et la fréquence d'occurrence.

4.3.2 Applications de tension combinées

Dans ces applications, la traversée est généralement requise pour transporter aussi un courant alternatif.

4.3.2.1 Courant alternatif permanent assigné

Le courant alternatif permanent assigné est l'équivalent de la valeur efficace de la forme d'onde du courant réel que la traversée est censée transporter, basé sur le courant continu de charge assigné commuté avec l'angle de commutation zéro.

4.3.2.2 Courant alternatif de surcharge assignée

Le courant alternatif de surcharge assignée est le courant alternatif maximal que la traversée est censée transporter pour une durée de temps et de température ambiante établies. Cela doit être la valeur efficace équivalente de la forme d'onde du courant réel que la traversée est censée transporter, basée sur le courant continu de surcharge assignée, commuté avec l'angle de commutation zéro.

4.4 Valeurs nominales minimales de la ligne de fuite

L'acheteur doit spécifier la ligne de fuite spécifique ou, si possible, le degré de sévérité de pollution. Cette ligne de fuite peut être déterminée par:

$$d_{cs} \times U_1 \times k_d$$

où

d_{cs} est la ligne de fuite spécifique nominale minimale (mm/kV);

U_1 est la tension continue permanente assignée ou la tension crête assignée dépendant du point d'application de la traversée dans le schéma électrique (kV);

k_d est le facteur de correction dépendant du diamètre moyen de la traversée.

Pour les traversées d'intérieur, la valeur de la ligne de fuite nominale minimale doit être de 17 mm/kV.

4.3 Rated currents

The definition of rated current depends on the bushing application. If the bushing is one for pure d.c. application, the ratings are defined in 4.3.1. If the bushing is one for combined voltage application, the ratings are defined in 4.3.2.

4.3.1 Pure d.c. applications

4.3.1.1 Rated continuous d.c. current

The rated continuous d.c. current is the maximum continuous direct current that the bushing is required to carry under the specified operating conditions.

4.3.1.2 Rated d.c. overload current

The rated d.c. overload current is the maximum direct current that the bushing is required to carry for a stated duration of time and ambient temperature. The purchaser shall specify the current magnitude, duration and frequency of occurrence.

4.3.2 Combined voltage applications

In these applications, the bushing is usually required to carry a.c. current.

4.3.2.1 Rated continuous a.c. current

The rated continuous a.c. current is the r.m.s. equivalent of the actual current wave shape that the bushing is required to carry based on the d.c. rated load current committed with zero committing angle.

4.3.2.2 Rated a.c. overload current

The rated a.c. overload current is the maximum alternating current that the bushing is required to carry for a stated duration of time and ambient temperature. It shall be the r.m.s. equivalent of the actual current waveshape that the bushing is required to carry based on the d.c. rated overload current commutated with zero commutating angle.

4.4 Minimum nominal creepage distance

The purchaser shall specify the specific creepage distance or, alternatively, the degree of pollution severity. This creepage distance may be determined by:

$$d_{cs} \times U_1 \times k_d$$

where

- d_{cs} is the minimum nominal specific creepage distance (mm/kV);
- U_1 is the rated continuous d.c. voltage or the rated peak voltage depending on the point of application of the bushing in the electrical scheme (kV);
- k_d is the correction factor depending on the average diameter of the bushing.

For indoor bushings, the minimum nominal creepage distance value shall be 17 mm/kV.

Si les essais de pollution artificielle sont demandés, ils doivent être exécutés conformément à 10.1.

NOTE Les valeurs pour d_{cs} et pour k_d pour les traversées d'extérieur sont à l'étude au sein du TC 36: Isolateurs.

5 Conditions de service

5.1 Généralités

Les traversées conformes à cette norme doivent, sauf indication contraire, être appropriées pour fonctionner à des valeurs assignées dans des conditions définies dans la CEI 60137 et résumées comme suit:

- a) La température de l'air ambiant est à l'intérieur des limites spécifiées définies dans le Tableau 3 de la CEI 60137, excepté pour les valeurs maximales lorsque les traversées sont entièrement ou partiellement dans le foyer à valve (se référer à 5.2a) ci-après).
- b) L'altitude ne dépasse pas 1 000 m.
- c) La température de l'huile isolante du transformateur dans laquelle l'extrémité de la traversée située du côté de l'huile est immergée, est à l'intérieur des limites spécifiées dans le Tableau 3 de la CEI 60137.
- d) Les températures et les échauffements des connexions extérieures et les parties métalliques en contact avec les matériaux isolants ne dépassent pas les limites données dans le Tableau 2 de la CEI 60137.
- e) Aucune condensation d'humidité n'est présente sur la surface extérieure de la partie intérieure des traversées d'extérieur-intérieur, les traversées d'intérieur et les traversées d'intérieur immergées.

5.2 Facteurs influant sur la conception, l'essai et l'application

Lorsque des conditions de fonctionnement particulières existent, elles doivent être spécifiées par l'acheteur.

Les exemples de telles conditions sont les suivants:

- a) La température de l'air ambiant, pour les traversées fonctionnant entièrement ou partiellement dans le foyer à valve.
- b) L'inclinaison.
- c) Les vibrations et les chocs.
- d) Les conditions de stockage et de transport.
- e) Les autres conditions thermiques.
- f) Lorsque l'altitude dépasse les 1 000 m, la correction pour réduire la densité de l'air doit être faite, suivant 5.2 de la CEI 60137.
- g) Des fumées ou des vapeurs corrosives, des poussières trop abrasives ou conductrices, des mélanges explosifs de poussière ou de gaz, des projections salées, du givre, etc.
- h) La proximité de barrières d'isolation ou de parois mises à la terre à l'intérieur du transformateur ou du réacteur ou la paroi d'un bâtiment.
- i) Les conditions de charge de glace.
- j) Les surcharges.

If artificial pollution tests are required, they shall be performed in accordance with 10.1.

NOTE Values for d_{cs} and k_d for outdoor bushings are under consideration by TC 36: Insulators.

5 Operating conditions

5.1 General

Bushings conforming to this standard shall, unless otherwise stated, be suitable for operation at rated values under conditions defined in IEC 60137 and summarized as follows:

- a) The ambient air temperature is within the limits specified in Table 3 of IEC 60137, except for maximum values when wholly or partially in the valve hall (refer to 5.2a) below).
- b) Altitude does not exceed 1 000 m.
- c) The temperature of the transformer insulating oil in which the oil end of the bushing is immersed is within the limits specified in Table 3 of IEC 60137.
- d) The temperatures and temperature rises of external connections and metal parts in contact with insulating materials do not exceed the limits given in Table 2 of IEC 60137.
- e) No moisture condensation is present on the outer surface of the indoor part of outdoor-indoor bushings, indoor bushings and indoor-immersed bushings.

5.2 Factors affecting the design, testing and application

Where particular operating conditions exist, they shall be specified by the purchaser.

Examples of such conditions are as follows:

- a) The ambient air temperature, for bushings operating wholly or partially in the valve hall.
- b) Inclination.
- c) Vibrations or shocks.
- d) Transportation or storage conditions.
- e) Other thermal conditions.
- f) Where the altitude exceeds 1 000 m, correction for reduced air density shall be made, following 5.2 of IEC 60137.
- g) Damaging fumes or vapours, excessively abrasive or conducting dusts, explosive mixtures of dust or gases, salt spray, icing, etc.
- h) Proximity of insulating barriers or earthed walls within the transformer or reactor or the wall of a building.
- i) Ice loading conditions.
- j) Overloads.

6 Exigences générales

6.1 Liste des variables

I_{eqdc}	est le courant continu d.c. équivalent total;
I_h	est la magnitude du $h^{ième}$ harmonique de courant dans le transformateur;
I_{testac}	est le courant alternatif à la fréquence fondamentale appliqué pendant l'essai thermique;
K_h	est la résistance effective de la traversée sous l'essai à la $h^{ième}$ harmonique divisée par R_{dc} ;
R_{ac}	est la résistance du courant de charge traversant la partie de la traversée sous essai à la fréquence fondamentale;
R_{dc}	est la résistance en courant continu du courant de charge traversant la partie de la traversée sous essai;
U_1	est la tension assignée;
U_{ac}	est la tension d'essai efficace alternative pour la mesure des décharges partielles;
U_{dm}	est la tension continue la plus élevée par pont à valve;
U_{dc}	est la tension continue d'essai de tenue;
U_{pr}	est la tension d'essai pour l'inversion de polarité (tension continue);
U_{vm}	est la tension maximale de fonctionnement alternative entre phases des enroulements à valve du transformateur convertisseur sur lequel la traversée sera assemblée;
N	est le nombre de ponts de six impulsions en série du neutre de la ligne continue au pont redresseur connecté à la traversée lorsqu'il est monté sur le transformateur convertisseur.

6.2 Marquages de la plaque d'identification

Les renseignements suivants doivent apparaître sur toutes les plaques d'identification:

- Le nom du constructeur, le numéro d'identification, le type, l'année de fabrication et le numéro de série.
- La tension continue permanente assignée (pour les traversées pour les applications en courant continu pur, voir 4.1.1).
- La tension de crête assignée (pour les traversées pour les applications de tension combinées, voir 4.1.2).
- Le courant continu permanent assigné, partout où il est applicable.
- Le courant alternatif permanent assigné, partout où il est applicable.
- L'essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec.
- L'essai de tenue à la tension de choc de manœuvre à sec ou sous pluie ou l'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec.
- Les capacités C_1 et C_2 , sur toutes les traversées équipées de prises de tension, et C_1 sur toutes les traversées équipées avec des prises d'essai.
- Le facteur de dissipation mesuré du conducteur vers la prise, partout où il est applicable.
- Le type de gaz isolant, et la pression minimale, partout où elle est applicable.
- La masse si elle est supérieure à 100 kg.
- L'angle maximal de montage si il excède 30° de la verticale.

6 General requirements

6.1 List of variables

I_{eqdc}	is the total equivalent d.c. current;
I_h	is the magnitude of the h^{th} harmonic current in the transformer;
I_{testac}	is the applied fundamental frequency a.c. current during the thermal test;
K_h	is the effective resistance of the bushing under test at the h^{th} harmonic divided by R_{dc} ;
R_{ac}	is the resistance of the load current carrying part of the bushing under test at fundamental frequency;
R_{dc}	is the d.c. resistance of the load current carrying part of the bushing under test;
U_1	is the rated voltage;
U_{ac}	is the a.c. r.m.s. test voltage for measurement of partial discharge;
U_{dm}	is the highest d.c. voltage per valve bridge;
U_{dc}	is the d.c. withstand test voltage;
U_{pr}	is the polarity reversal test voltage (d.c. voltage);
U_{vm}	is the maximum phase-to-phase a.c. operating voltage of the valve windings of the converter transformer on which the bushing will be assembled;
N	is the number of six-pulse bridges in series from the neutral of the d.c. line to the rectifier bridge connected to the bushing when mounted on the converter transformer.

6.2 Nameplate markings

The following information shall appear on all bushing nameplates:

- Manufacturer's name, identification number, type, year of manufacture and serial number.
- Rated continuous d.c. voltage (for bushings for pure d.c. application, see 4.1.1).
- Rated peak voltage (for bushings for combined voltage applications, see 4.1.2).
- Rated continuous d.c. current, where applicable.
- Rated continuous a.c. current, where applicable.
- Dry lightning impulse voltage withstand.
- Dry/wet switching impulse voltage withstand or dry power-frequency voltage withstand.
- Capacitance, C_1 and C_2 , on all bushings equipped with voltage taps, and C_1 on all bushings equipped with test taps.
- Dissipation factor measured from conductor to tap, where applicable.
- Type of insulating gas, and minimum pressure, where applicable.
- Mass if greater than 100 kg.
- Maximum angle of mounting if exceeding 30° from vertical.

7 Exigences d'essais

7.1 Exigences générales

Les essais doivent être réalisés conformément à l'Article 7 de la CEI 60137 (Exigences d'essais), sauf indication différente ci-après. Partout où elle est applicable, la référence doit aussi être faite à la CEI 61462 et à la CEI 62155.

- De plus en plus d'essais diélectriques individuels et d'essais de type peuvent être faits avec l'axe de la traversée à toutes les inclinaisons sans tenir compte de l'angle de fonctionnement de service partout où cela est approprié.
- L'essai de tenue à la tension de choc de manœuvre sous pluie et les essais thermiques, mécaniques, et spéciaux doivent être effectués avec la traversée montée sur son angle prévu de fonctionnement de service, à moins que d'autres dispositions n'aient été convenues si elles s'avèrent compatibles et suffisantes.
- Les essais continus sur les traversées d'appareillages doivent être faits avec une isolation externe (barrières) et des plaques de mise à terre entourant la partie inférieure de la traversée dans une position se rapprochant autant que possible de celle de la condition de fonctionnement de service. La simulation de la disposition d'isolation peut faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.
- Les essais continus sur les traversées murales (plafond) doivent être faits avec des dispositions de plaques mises à la terre et montées de façon aussi proche que possible des conditions de fonctionnement de service.

7.2 Classification des essais

7.2.1 Essais de type

Pendant les essais de type, la traversée sera soumise à des contraintes plus élevées que celles rencontrées habituellement en service et il faut qu'elle supporte ces essais sans défaillance partielle ou complète. Les dommages dissimulés qui peuvent se produire durant l'essai de type peuvent souvent être détectés en comparant les valeurs de caractéristiques tels que les capacités, le facteur de puissance et la quantité de décharge partielle.

Les essais de type comprennent les essais suivants:

- essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec (8.1);
- essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (8.2);
- essai de tenue à la tension de choc de manœuvre à sec ou sous pluie (pour les traversées extérieures) (8.3);
- essai d'échauffement (8.4);
- essai de tenue à la flexion (8.5);
- essai d'étanchéité des traversées à remplissage de liquide ou de mélange et des traversées à isolation liquide (8.6);
- essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et imprégnées de gaz (8.7);
- vérification des dimensions (8.8).

7.2.2 Essais individuels

Les essais suivants doivent être réalisés sur toutes les traversées, dans la séquence étudiée, sauf si un accord entre l'acheteur et le fournisseur existe:

7 Test requirements

7.1 General requirements

The tests shall be made in accordance with Clause 7 of IEC 60137 (Test requirements), except where described differently below. Where applicable, reference shall also be made to IEC 61462 and to IEC 62155.

- Most of the dielectric routine and type tests can be carried out with the bushing axis at any inclination, regardless of its intended service angle where appropriate.
- The wet switching impulse voltage withstand test and the thermal, mechanical and special tests shall be carried out with the bushing mounted at its intended service angle, unless other arrangements have been agreed on if shown compatible and sufficient.
- DC tests on apparatus bushings shall be carried out with external insulation (barriers) and ground planes surrounding the lower end of the bushing in a position as similar as possible to that of the intended service condition. The simulation of the insulation arrangement may be agreed between the manufacturer and the purchaser.
- DC tests on wall (roof) bushings shall be effected with wall ground plane and mounting arrangements as similar as possible to that of the intended service condition.

7.2 Test classification

7.2.1 Type tests

During the type tests, the bushing will be stressed higher than usually encountered in service and must withstand these tests without evidence of partial or complete failure. Hidden damage that may occur during type testing can usually be detected by comparing values of characteristics such as capacitance, power factor and partial discharge quantity.

Type tests include the following:

- dry power-frequency voltage withstand test (8.1);
- dry lightning impulse voltage withstand test (8.2);
- dry or wet switching impulse voltage withstand test (for outdoor bushings) (8.3);
- temperature rise test (8.4);
- cantilever load withstand test (8.5);
- tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings (8.6);
- internal pressure test on gas-filled, gas insulated and gas impregnated bushings (8.7);
- verification of dimensions (8.8).

7.2.2 Routine tests

The following tests shall be performed on all bushings, in the sequence stated, unless otherwise agreed between purchaser and supplier:

- Mesure du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et des capacités (9.1).
- Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (9.2).
- Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec (9.3).
- Répéter la mesure du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et des capacités (9.1).
- Essai de tenue à la tension continue appliquée avec mesure de la décharge partielle (9.4).
- Essai de polarité inverse avec mesure de décharge partielle (9.5).
- Répéter la mesure du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et des capacités (9.1).
- Essai d'isolement de prise (9.6).
- Essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et imprégnées de gaz (9.7).
- Essai d'étanchéité sur des traversées à remplissage de liquide, à remplissage de mélange ou à isolation liquide (9.8).
- Essai d'étanchéité des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse ou imprégnées de gaz (9.9).
- Essai d'étanchéité à la bride ou autre dispositif de fixation (9.10).
- Examen visuel et vérification des dimensions (9.11).

7.2.3 Essais spéciaux

Les essais spéciaux sont réalisés seulement lorsqu'un accord existe contractuellement entre le fournisseur et l'acheteur. Ces essais sont applicables seulement sur les traversées extérieures.

Les essais spéciaux comprennent les essais suivants:

- essai de pollution artificielle (10.1);
- essai de tension continue sous humidité uniforme (10.2);
- essai de tension continue sous humidité non uniforme (10.3).

8 Essais de type

8.1 Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec avec mesure des décharges partielles

8.1.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à tous les types de traversées.

8.1.2 Méthode d'essai et exigences

L'essai doit être exécuté comme spécifié en 9.3.2, sauf que la tension U_{ac} , à l'étape c), doit être appliquée pendant 1 h. Les mesures de décharge partielle doivent être faites en continu et un enregistrement doit être effectué à 5 min d'intervalle.

8.1.3 Acceptation

Les critères d'acceptation dans le respect des niveaux de décharges partielles sont conformes à 9.3.3. Si un contournement se produit à l'extérieur de l'enveloppe d'isolement, l'essai peut être répété. Si ce nouvel essai aboutit également à un contournement, la traversée doit être considérée comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

- Measurement of dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitances (9.1).
- Dry lightning impulse voltage withstand test (9.2).
- Dry power-frequency voltage withstand test (9.3).
- Repeat measurement of dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitances (9.1).
- DC applied voltage withstand test with partial discharge measurement (9.4).
- Polarity reversal test with partial discharge measurement (9.5).
- Repeat measurement of dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitances (9.1).
- Test of tap insulation (9.6).
- Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings (9.7).
- Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings (9.8).
- Tightness test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings (9.9).
- Tightness test at flange or other fixing device (9.10).
- Visual inspection and dimensional check (9.11).

7.2.3 Special tests

Special tests are only performed when contractually agreed upon between purchaser and supplier. These tests are applicable only to outdoor bushings.

Special tests include the following:

- artificial pollution test (10.1);
- even wetting d.c. voltage test (10.2);
- uneven wetting d.c. voltage test (10.3).

8 Type tests

8.1 Dry power-frequency voltage withstand test with partial discharge measurement

8.1.1 Applicability

This test is applicable to all types of bushings.

8.1.2 Test method and requirements

The testing shall be performed as specified in 9.3.2 except that the voltage U_{ac} in step c) shall be applied for 1 h. Partial discharge measurements shall be made continuously and a recording shall be taken at 5 min intervals.

8.1.3 Acceptance

The acceptance criteria in respect of partial discharge levels are in accordance with 9.3.3. If a flashover occurs outside the insulating envelope, the test may be repeated. If the repeat test also results in a flashover, the bushing shall be deemed to have failed.

8.2 Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (BIL)

8.2.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à tous les types de traversées.

8.2.2 Méthode d'essai et exigences

La tension d'essai de choc plein doit être comme spécifiée par l'acheteur.

Les essais doivent être exécutés avec les séquences d'applications suivantes:

- 15 chocs pleins, de polarités positives, suivis de
- 1 choc plein, de polarité négative, suivi de
- 5 chocs entrecoupés, de polarités négatives, suivis de
- 14 chocs pleins, de polarités négatives,

du choc normal: 1,2/50 μ s.

La durée d'amorçage du dispositif de coupure doit être comprise entre 2 μ s et 6 μ s. Le niveau de tension de crête doit être de 115 % de la valeur du choc plein.

Après avoir changé de polarité, il est admis d'appliquer quelques chocs de faible amplitude avant l'application des chocs d'essai. Les intervalles de temps entre les applications successives de la tension doivent être suffisants pour éviter l'influence de l'application précédente de tension.

8.2.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai, si les critères donnés dans la CEI 60137 (8.2.3) sont respectés.

8.3 Essai de tenue à la tension de choc de manœuvre à sec ou sous pluie (SIL)

8.3.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à toutes les traversées ayant une tension de choc de manœuvre à sec supérieure ou égale à 900 kV. L'essai sous pluie s'applique uniquement aux traversées d'extérieur. Lorsqu'un essai sous pluie est réalisé, un essai à sec n'est pas nécessaire.

8.3.2 Méthode d'essai et exigences

Pour simuler les conditions de fonctionnement, la traversée doit être montée à un angle représentatif des conditions de fonctionnement comme mentionné en 7.1. Les conditions artificielles de chute de pluie doivent être conformes au Tableau 1 de la CEI 60060-1 (Caractéristiques d'aspersion pour la procédure normalisée).

La valeur de la tension d'essai doit être comme spécifiée par l'acheteur. L'essai doit être effectué conformément aux exigences données dans la CEI 60137 (8.3.2).

8.3.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai, si les critères donnés dans la CEI 60137 (8.3.3) sont respectés.

8.2 Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL)

8.2.1 Applicability

This test is applicable to all types of bushings.

8.2.2 Test method and requirements

The full-wave test voltage shall be as specified by the purchaser.

The tests shall be performed with the following sequence of applications:

- 15 full-wave impulses of positive polarity, followed by
- 1 full wave impulse of negative polarity, followed by
- 5 chopped-wave impulses of negative polarity, followed by
- 14 full-wave impulses of negative polarity

of the standard lightning impulse: 1,2/50 μ s.

The time to sparkover on the chopping device shall be between 2 μ s and 6 μ s. The peak voltage level shall be 115 % of the full wave value.

It is permissible, after changing polarity, to apply some impulses of minor amplitude before the application of the test impulses. The time intervals between consecutive applications of the voltage shall be sufficient to avoid effects from the previous applications of voltage.

8.2.3 Acceptance

The bushing shall be deemed to have passed the test if the criteria given in IEC 60137 (8.2.3) are met.

8.3 Dry or wet switching impulse voltage withstand test (SIL)

8.3.1 Applicability

This test is applicable to all bushings having a dry lightning impulse voltage withstand of 900 kV or greater. The wet test is applicable to outdoor bushings. When a wet test is made, a dry test is not necessary.

8.3.2 Test method and requirements

To simulate the service condition, the bushing shall be mounted at an angle representative of the service condition as mentioned in 7.1. Artificial rainfall conditions shall comply with Table 1 of IEC 60060-1 (Precipitation conditions for standard procedure).

The test voltage value shall be as specified by the purchaser. The test shall be carried out in accordance with the requirements given in IEC 60137 (8.3.2).

8.3.3 Acceptance

The bushing shall be deemed to have passed the test if the criteria given in IEC 60137 (8.3.3) are met.

8.4 Essai d'échauffement

8.4.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à tous les types de traversées.

8.4.2 Méthode d'essai et exigences

L'essai doit être effectué en conformité avec les exigences données dans la CEI 60137 (8.5). D'autres conditions d'essai qui reflètent les conditions de fonctionnement particulier (voir 5.2) peuvent être utilisées.

Le courant appliqué est différent en fonction de l'application de la traversée.

Pour les traversées qui transportent substantiellement du courant continu, le courant appliqué ne doit pas être inférieur au courant continu permanent assigné. Si une source continue n'est pas disponible, une alimentation de courant alternatif 50 Hz ou 60 Hz peut être utilisée. Dans un tel cas, le courant d'essai doit être utilisé avec correction pour l'effet de peau de la source alternative comme calculé à partir de:

$$I_{\text{testac}} = \sqrt{I_{\text{dc}}^2 \times \frac{R_{\text{dc}}}{R_{\text{ac}}}}$$

Pour les traversées, qui transportent substantiellement du courant alternatif, le courant d'essai I_{testac} est un courant de 50 Hz ou 60 Hz calculé à partir de:

$$I_{\text{eqac}} = \sqrt{\sum_h (I_h^2 \times K_h)}$$

$$I_{\text{testac}} = \sqrt{I_{\text{eqac}}^2 \times \frac{R_{\text{dc}}}{R_{\text{ac}}}}$$

8.4.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai si les limites de la CEI 60137 (Tableau 2) sont satisfaites.

8.5 Essai de tenue à la flexion

8.5.1 Applicabilité

L'essai est applicable à tous les types de traversées (coté air).

8.5.2 Méthode d'essai et exigences

Les valeurs de l'essai doivent être conformes au Tableau 1.

L'essai doit être effectué conformément aux recommandations données dans la CEI 60137 (8.7.2).

Pour les traversées ayant plus d'un raccord à leur extrémité côté air, la pleine charge d'essai doit être appliquée consécutivement à chaque raccord.

8.4 Temperature rise test

8.4.1 Applicability

This test is applicable to all types of bushings.

8.4.2 Test method and requirements

Testing shall be carried out in accordance with IEC 60137 (8.5). Other test conditions may be used which reflect the particular service conditions (see 5.2).

The applied current is different depending upon the application of the bushing.

For bushings which carry substantially d.c. currents, the applied current shall be no less than the rated continuous d.c. current. If a d.c. source is not available, an alternating 50 Hz or 60 Hz current supply may be used. In such a case, the test current shall be used with correction for the skin effect of the a.c. supply as calculated from:

$$I_{\text{testac}} = \sqrt{I_{\text{dc}}^2 \times \frac{R_{\text{dc}}}{R_{\text{ac}}}}$$

For bushings which carry substantially a.c. currents, the test current I_{testac} is a 50 Hz or 60 Hz current calculated from:

$$I_{\text{eqac}} = \sqrt{\sum_h (I_{\text{h}}^2 \times K_{\text{h}})}$$

$$I_{\text{testac}} = \sqrt{I_{\text{eqac}}^2 \times \frac{R_{\text{dc}}}{R_{\text{ac}}}}$$

8.4.3 Acceptance

The bushing shall be deemed to have passed the test if the limits of IEC 60137 (Table 2) are met.

8.5 Cantilever load withstand test

8.5.1 Applicability

The test is applicable to all types of bushings (air side).

8.5.2 Test method and requirements

The test values shall be in accordance with Table 1.

The test shall be carried out in accordance with the recommendations given in IEC 60137 (8.7.2).

For bushings having more than one terminal at the air end, the full test load shall be applied to each terminal successively.

Tableau 1 – Valeurs minimales de la tenue à la flexion

Tension de tenue au choc de foudre à sec kV (valeur de crête)	Courant assigné A							
	<1 000		1 000.....1 999		2 000....2 999		≥ 3 000	
	Charge de flexion de service N							
	Traversées installées ≤30° par rapport à la verticale							
	I	II	I	II	I	II	I	II
< 250	500	800	625	800	1 000	1 250	1 575	1 575
250....549	500	1 000	625	1 000	1 000	1 575	2 000	2 000
550....749	625	1 575	800	1 575	1 250	2 000	2 000	2 000
750....1 049	625	2 000	800	2 000	1 250	2 500	2 000	2 500
≥1 050	1 250	2 000	1 250	2 000	1 575	2 500	2 500	2 500
	Charge d'essai à la flexion N							
	I	II	I	II	I	II	I	II
< 250	1 000	1 600	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	3 150
250....549	1 000	2 000	1 250	2 000	2 000	3 150	4 000	4 000
550....749	1 250	3 150	1 600	3 150	2 500	4 000	4 000	4 000
750....1049	1 250	4 000	1 600	4 000	2 500	5 000	4 000	5 000
≥ 1 050	2 500	4 000	2 500	4 000	3 150	5 000	5 000	5 000

NOTE 1 Les essais de tenue à la flexion prennent en considération la charge en bout de la traversée ainsi que la force du vent (70 Pa), voir la CEI 61463.

NOTE 2 Pour les traversées fonctionnant avec un angle >30° par rapport à la vertical, il convient que l'effet du poids de la traversée soit pris en compte lors de la sélection de l'essai ainsi que de la procédure. Les valeurs données ci-dessus correspondent à des traversées verticales, essayées en position verticale. Lorsqu'une traversée inclinée ou horizontale est essayée verticalement, il est recommandé d'ajouter une force équivalente pour réaliser le moment de flexion au niveau de la bride, du fait du poids de la traversée dans son angle de fonctionnement. Si une traversée verticale est testée horizontalement, l'essai en charge peu être réduit de la même manière.

NOTE 3 Niveau I = charge normale, niveau II = charge élevée.

NOTE 4 Pour les traversées pour lesquelles les enveloppes isolantes supérieure et inférieure sont assemblées par effort de serrage sur le conducteur central, il est recommandé de choisir l'effort de flexion en tenant compte de la dilatation thermique du conducteur due au passage du courant assigné.

NOTE 5 Les valeurs ci-dessus sont classées en conformité avec le niveau de tension de tenue au choc de foudre à sec et aux valeurs de courant assignées. Pour les traversées fonctionnant en courant continu, lorsque les dimensions physiques sont principalement gouvernées par la ligne de fuite spécifiée, il convient que les valeurs d'essai soient objet à un accord, sur condition qu'il puisse être montré que les contraintes appliquées sont appropriées.

NOTE 6 D'autres charges de fonctionnement peuvent être spécifiées mais il convient que la charge d'essai soit toujours être au moins à deux fois la charge de fonctionnement.

8.5.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai si les limites de la CEI 60137 (8.7.3) sont satisfaites.

8.6 Essai d'étanchéité sur des traversées à remplissage de liquide, ou de mélange et des traversées à isolation liquide

Cet essai doit être effectué conformément à la CEI 60137 (8.8).

Table 1 – Minimum values of cantilever withstand load

Dry lightning impulse withstand voltage kV (peak)	Rated current A							
	<1000		1 000...1 999		2 000....2 999		≥ 3 000	
	Cantilever operating load N							
	Bushing installed ≤30° from the vertical							
	I	II	I	II	I	II	I	II
< 250	500	800	625	800	1 000	1 250	1 575	1 575
250....549	500	1 000	625	1 000	1 000	1 575	2 000	2 000
550....749	625	1 575	800	1 575	1 250	2 000	2 000	2 000
750....1 049	625	2 000	800	2 000	1 250	2 500	2 000	2 500
≥1 050	1 250	2 000	1 250	2 000	1 575	2 500	2 500	2 500
	Cantilever test load N							
	I	II	I	II	I	II	I	II
< 250	1 000	1 600	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	3 150
250....549	1 000	2 000	1 250	2 000	2 000	3 150	4 000	4 000
550....749	1 250	3 150	1 600	3 150	2 500	4 000	4 000	4 000
750....1 049	1 250	4 000	1 600	4 000	2 500	5 000	4 000	5 000
≥1 050	2 500	4 000	2 500	4 000	3 150	5 000	5 000	5 000

NOTE 1 Cantilever operating loads include terminal load and wind pressure (70 Pa), see IEC 61463.

NOTE 2 For bushings operating at an angle >30° to the vertical, the effect of bushing self weight should be considered. The values given above correspond to vertical bushings that are to be tested in a vertical position. If a tilted or horizontal bushing is to be tested vertically, then an equivalent force shall be added to achieve the bending moment at the flange caused by the weight of the bushing in its operating position. If a vertical bushing is to be tested horizontally, then the test load can be reduced in the same manner.

NOTE 3 Level I = normal load, level II = heavy load.

NOTE 4 For bushings where upper and lower insulating envelopes are assembled by clamping force on the central fixing conductor, it is recommended to choose the cantilever test load taking into account the thermal expansion of the conductor due to the rated current flow.

NOTE 5 The values above are classified according to dry lightning impulse withstand voltage level and rated current values assigned. For d.c. bushings, when physical dimensions are mainly governed by the specified creepage distance, the test values should be subject to an agreement, provided it can be shown that the stresses applied are appropriate.

NOTE 6 Other operating loads may be specified but the test load should always be at least twice the operating load.

8.5.3 Acceptance

The bushing shall be deemed to have passed the test if the criteria given in IEC 60137 (8.7.3) are met.

8.6 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings

This test shall be carried out in accordance with IEC 60137 (8.8).

8.7 Essai de pression interne des traversées à remplissage de gaz, à isolation gazeuse et imprégnées de gaz

Cet essai doit être effectué conformément à la CEI 60137 (8.9), à la CEI 61462 ou à la CEI 62155, le cas échéant.

8.8 Vérification des dimensions

Cet essai doit être effectué conformément à la CEI 60137 (8.11).

9 Essais individuels

9.1 Mesure du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et des capacités

9.1.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à toutes les traversées à répartition capacitive.

9.1.2 Méthode d'essai et exigences

Les mesures du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et des capacités doivent être faites avant et après l'essai de tenue de tension à fréquence industrielle à sec et des essais à courant continu (7.2.2) et conformément à la CEI 60137 (9.1).

Ces mesures doivent être faites à une tension comprise entre 2 kV et 20 kV et à une tension ne dépassant pas la tension de tenue à fréquence industrielle. Les méthodes de mesure de $\tan \delta$ et de la capacité doivent être en conformité avec la CEI 60137 (9.1.2).

9.1.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai si les échanges sont à l'intérieur des limites établies dans la CEI 60137 (9.1.3).

9.2 Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (BIL)

9.2.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à toutes les traversées pour tension continue ayant une tension de choc de foudre à sec de tenue supérieure ou égale à 550 kV.

9.2.2 Méthode d'essai et exigences

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60137 (9.2.2).

La tension d'essai doit être celle spécifiée par l'acheteur.

9.2.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai si les critères indiqués dans la CEI 60137 (9.2.3) sont respectés.

9.3 Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec avec mesure de la décharge partielle

9.3.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à toutes les traversées.

8.7 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings

This test shall be carried out in accordance with IEC 60137 (8.9), IEC 61462 or IEC 62155, where appropriate.

8.8 Verification of dimensions

This test shall be carried out in accordance with IEC 60137 (8.11).

9 Routine tests

9.1 Measurement of dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitances

9.1.1 Applicability

This test is applicable to all capacitance graded bushings.

9.1.2 Test method and requirements

Dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and capacitance measurements shall be made before and after the dry power-frequency voltage withstand test and the d.c. tests (7.2.2) and in accordance with IEC 60137 (9.1).

These measurements shall be made at a voltage between 2 kV and 20 kV and at a voltage not exceeding the dry power-frequency withstand voltage. The $\tan \delta$ and the capacitance measurement methods shall be in accordance with IEC 60137 (9.1.2).

9.1.3 Acceptance

The bushing shall be deemed to have passed the test if the changes are within the limits stated in IEC 60137 (9.1.3).

9.2 Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL)

9.2.1 Applicability

This test is applicable to all d.c. bushings with dry lightning impulse voltage withstand of 550 kV or greater.

9.2.2 Test method and requirements

The test shall be carried out in accordance with IEC 60137 (9.2.2).

The test voltage shall be as specified by the purchaser.

9.2.3 Acceptance

The bushing shall be deemed to have passed the test if the criteria given in IEC 60137 (9.2.3) are met.

9.3 Dry power-frequency voltage withstand test with partial discharge measurement

9.3.1 Applicability

This test is applicable to all bushings.

9.3.2 Méthode d'essai et exigences

L'essai doit être exécuté généralement comme spécifié dans la CEI 60137 et dans la CEI 60270 et comme spécifié ci-dessous. L'essai doit être fait à une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz.

a) La mesure des décharges partielles à une tension d'essai efficace U_{ac} , calculée comme suit:

- Pour les traversées de transformateur convertisseur:

$$U_{ac} = 1,15 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times \left[(N - 0,5) \times \frac{U_{dm}}{N} + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_{vm} \right]$$

- Pour les traversées de réacteurs d'ajustement:

$$U_{ac} = 1,15 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times N \times U_{dm}$$

- Pour les traversées murales (plafond), les tensions d'essai doivent être calculées comme indiqué ci-dessus, comme applicable, sauf que le facteur 1,15 doit être réduit à 1,0.

– Coté transformateur convertisseur:

$$U_{ac} = 1,0 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times \left[(N - 0,5) \times \frac{U_{dm}}{N} + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_{vm} \right]$$

– Coté continu:

$$U_{ac} = 1,0 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times N \times U_{dm}$$

- b) Un essai de tenue à sec de 1 min doit être effectué à niveau de tension efficace alternatif égal au niveau de tension de tenue de choc de foudre à sec divisé par 2,1. Aucune mesure de décharge partielle n'est demandée pendant cet essai.
- c) Les mesures répétées des décharges partielles à tension équivalente de U_{ac} doivent être faites.

9.3.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai s'il ne se produit ni contournement ou perforation et que la quantité de décharge partielle ne dépasse pas 10 pC. S'il se produit une perforation, la traversée doit être considérée comme n'ayant pas satisfait à l'essai. Pour les traversées à répartition capacitive, on considère qu'une perforation s'est produite si la capacité, mesurée après l'essai, dépasse celle mesurée au préalable, d'une valeur correspondant environ à la capacité d'une couche. S'il se produit un contournement, l'essai doit être répété une seule fois. Si, durant la répétition de l'essai, il ne se produit ni contournement ni perforation, la traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai.

9.4 Essai de tenue à la tension appliquée continue avec mesure de la décharge partielle

9.4.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à toutes les traversées à courant continu avec une tension permanente continue assignée de 150 kV ou plus.

9.3.2 Test method and requirements

The test shall be performed generally as specified in IEC 60137 and IEC 60270 and as specified below. The test shall be made at a frequency of 50 Hz or 60 Hz.

a) Measurement of partial discharges at a test voltage U_{ac} r.m.s., calculated as follows:

- For converter transformer bushings:

$$U_{ac} = 1,15 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times \left[(N - 0,5) \times \frac{U_{dm}}{N} + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_{vm} \right]$$

- For smoothing reactor bushings:

$$U_{ac} = 1,15 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times N \times U_{dm}$$

- For wall (roof) bushings, the test voltages shall be calculated as above, as applicable, except that the factor 1,15 shall be reduced to 1,0.

- Converter transformer side:

$$U_{ac} = 1,0 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times \left[(N - 0,5) \times \frac{U_{dm}}{N} + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_{vm} \right]$$

- DC side:

$$U_{ac} = 1,0 \times \frac{1,5}{\sqrt{2}} \times N \times U_{dm}$$

b) A 1 min dry withstand test shall be carried out at a.c. r.m.s. voltage level equal to the dry lightning impulse withstand voltage level divided by 2,1. No partial discharge measurements are required during this test.

c) Repeat measurements of partial discharge at voltage equivalent to U_{ac} shall be made.

9.3.3 Acceptance

The bushing shall be considered to have passed the test if no flashover or puncture occurs and the partial discharge quantity does not exceed 10 pC. If there is a puncture, the bushing shall be considered to have failed the test. For capacitance graded bushings, it is assumed that a puncture has occurred if the capacitance measured after the test rises above the capacitance previously measured by about the amount attributable to the capacitance of one layer. If a flashover occurs the test shall be repeated once only. If, during the repetition of the test, no flashover or puncture occurs, the bushing shall be considered to have passed the test.

9.4 DC applied voltage withstand test with partial discharge measurement

9.4.1 Applicability

This test is applicable to all d.c. bushings with a rated d.c. continuous voltage of 150 kV or higher.

9.4.2 Méthode d'essai et exigences

Pendant l'essai, la température de l'huile doit être comprise entre 10 °C et 40 °C.

Pour la traversée murale, aucun préconditionnement de la structure d'isolation à un niveau de tension plus bas n'est permis et la tension continue doit être élevée au niveau d'essai à l'intérieur d'une période ne dépassant pas 1 min. Pour les traversées qui doivent être installées sur les transformateurs convertisseurs ou sur les réacteurs d'ajustement, la tension continue doit être élevée au niveau d'essai de tension continue du transformateur convertisseur ou du réacteur d'ajustement à l'intérieur d'une période ne dépassant pas 1 min et portée au niveau d'essai de tension continue de la traversée à l'intérieur de la minute suivante. Pour tous les cas, la tension continue doit alors être tenue pendant 2 h, après quoi la tension doit être réduite à zéro à l'intérieur d'une période ne dépassant pas 1 min.

Les mesures des décharges partielles utilisant des appareils de mesure comme spécifié dans la CEI 60270 doivent être exécutées pendant tout l'essai de tenue de tension appliquée continue. La polarité positive doit être utilisée.

La tension d'essai continue doit être calculée comme suit:

- Pour les traversées de transformateur convertisseur:

$$U_{dc} = 1,15 \times 1,5 \times [(N - 0,5) \times U_{dm} + 0,7 \times U_{vm}]$$

- Pour les traversées de réacteurs d'ajustement:

$$U_{dc} = 1,15 \times 1,5 \times N \times U_{dm}$$

- Pour les traversées murales, la tension d'essai doit être la même que pour l'endroit approprié où elles seront connectées, sauf que le facteur 1,15 doit être réduit à 1,0.

- Côté transformateur convertisseur:

$$U_{dc} = 1,0 \times 1,5 \times [(N - 0,5) \times U_{dm} + 0,7 \times U_{vm}]$$

- Côté courant continu:

$$U_{dc} = 1,0 \times 1,5 \times N \times U_{dm}$$

9.4.3 Acceptation

La traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai si:

- Pas plus de 10 chocs de décharges partielles avec une magnitude égale ou supérieure à 2 000 pC sont enregistrées pendant au moins 30 min de l'essai. Les chocs qui sont prouvés être à l'extérieur de l'objet essayé doivent être ignorés. Si cette condition n'est pas satisfaite, alors l'essai peut être prolongé de 30 min, avec l'application des critères mentionnés ci-dessus. Il ne peut y avoir qu'une seule prolongation de 30 min.
- Aucun contournement ou perforation ne doit se produire. S'il se produit une perforation, la traversée doit être considérée comme n'ayant pas satisfait à l'essai. Pour les traversées à répartition capacitive, on considère qu'une perforation s'est produite si la capacité, mesurée après l'essai, dépasse celle mesurée au préalable, d'une valeur correspondant environ à la capacité d'une couche. S'il se produit un contournement, l'essai doit être répété une seule fois. Si, durant la répétition de l'essai, il ne se produit ni contournement ou perforation, la traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai.

9.4.2 Test method and requirements

During the test, the temperature of the oil shall be between 10 °C and 40 °C.

For wall bushing, no preconditioning of the insulation structure at a lower voltage level is permitted and the d.c. voltage shall be raised to the test level within a period not exceeding 1 min. For bushings to be installed on converter transformers or on smoothing reactors, the d.c. voltage shall be raised to the converter transformer or the smoothing reactor d.c. voltage test level within a period not exceeding 1 min and then raised to the bushing d.c. voltage test level within the next minute. For all cases, the d.c. voltage shall then be held for 2 h, after which the voltage shall be reduced to zero within a period not exceeding 1 min.

Partial discharge measurements using measuring equipment as specified in IEC 60270 shall be performed during the entire d.c. applied voltage withstand test. Positive polarity shall be used.

The d.c. test voltage shall be calculated as follows:

- For converter transformer bushings:

$$U_{dc} = 1,15 \times 1,5 \times [(N - 0,5) \times U_{dm} + 0,7 \times U_{vm}]$$

- For smoothing reactor bushings:

$$U_{dc} = 1,15 \times 1,5 \times N \times U_{dm}$$

- For wall bushings, the test voltage shall be as for the appropriate plant to which it is connected except that the multiplier 1,15 shall be reduced to 1,0.

- Converter transformer side:

$$U_{dc} = 1,0 \times 1,5 \times [(N - 0,5) \times U_{dm} + 0,7 \times U_{vm}]$$

- DC side:

$$U_{dc} = 1,0 \times 1,5 \times N \times U_{dm}$$

9.4.3 Acceptance

The bushing shall be considered to have passed the test if:

- No more than 10 pulses of partial discharge with magnitude equal to or greater 2 000 pC are recorded during the last 30 min of the test. Pulses that are proven to be external to the test object shall be disregarded. If this condition is not met, then the test may be extended for 30 min, with the aforementioned criteria applying. There may be only one 30 min extension.
- No flashover or puncture shall occur. If there is a puncture, the bushing shall be considered to have failed the test. For capacitance graded bushings, it is assumed that a puncture has occurred if the capacitance measured after the test rises above the capacitance previously measured by about the amount attributable to the capacitance of one layer. If a flashover occurs, the test shall be repeated once only. If, during the repetition of the test, no flashover or puncture occurs, the bushing shall be considered to have passed the test.

9.5 Essai de polarité inverse avec mesure de décharge partielle

9.5.1 Applicabilité

Cet essai est applicable à toutes les traversées avec une tension permanente continue assignée de 150 kV ou plus.

9.5.2 Méthode d'essai et exigences

Pendant l'essai, la température de l'huile doit être entre 10 °C et 40 °C.

Un double essai inverse doit être utilisé comme montré dans la Figure 1.

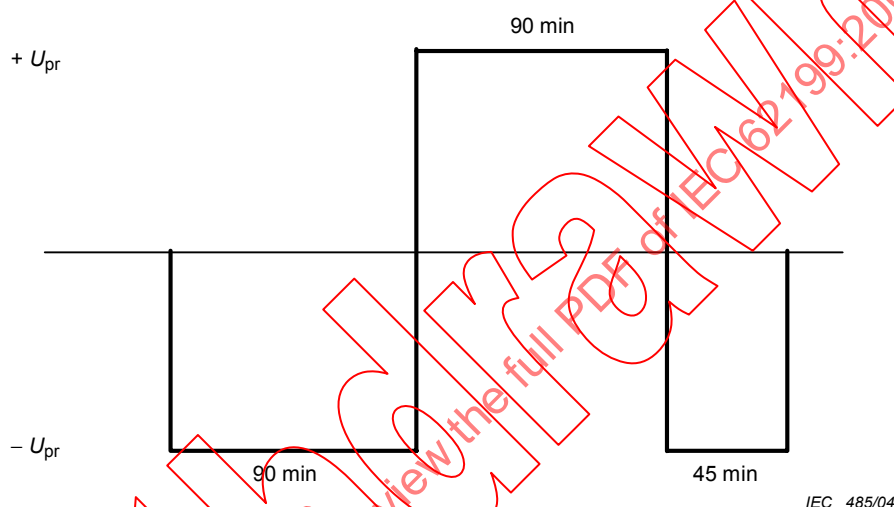


Figure 1 – Profil d'essai de polarité inverse

L'essai de la polarité inverse doit être effectuée après l'essai de tenue sous tension appliquée en continu.

Aucun préconditionnement de la structure d'isolement à basse tension n'est permis. Après l'essai de tenue sous tension appliquée en continu, la traversée doit normalement être mise à la terre et être complètement déchargée avant que l'essai de polarité inverse n'ait commencé. La durée demandée pour une décharge complète doit faire l'objet d'un accord entre les parties selon le type de traversée et doit être assez longue pour éviter toutes influences indues des charges piégées sur les résultats de cet essai.

Cependant, pour permettre de sauvegarder la durée des essais individuels et jusqu'à l'accord entre les parties, l'essai de polarité inverse peut être commencé à n'importe quel moment après l'essai de tenue sous tension appliquée en continu.

La séquence d'essai doit comprendre:

- 90 min de polarité négative, suivies de
- 90 min de polarité positive, suivies de
- 45 min de polarité négative et
- réduire la tension à zéro.

9.5 Polarity reversal test with partial discharge measurement

9.5.1 Applicability

This test is applicable to all bushings with a rated d.c. continuous voltage of 150 kV or higher.

9.5.2 Test method and requirements

During the test, the temperature of the oil shall be between 10 °C and 40 °C.

A double reversal test shall be used as shown in Figure 1.

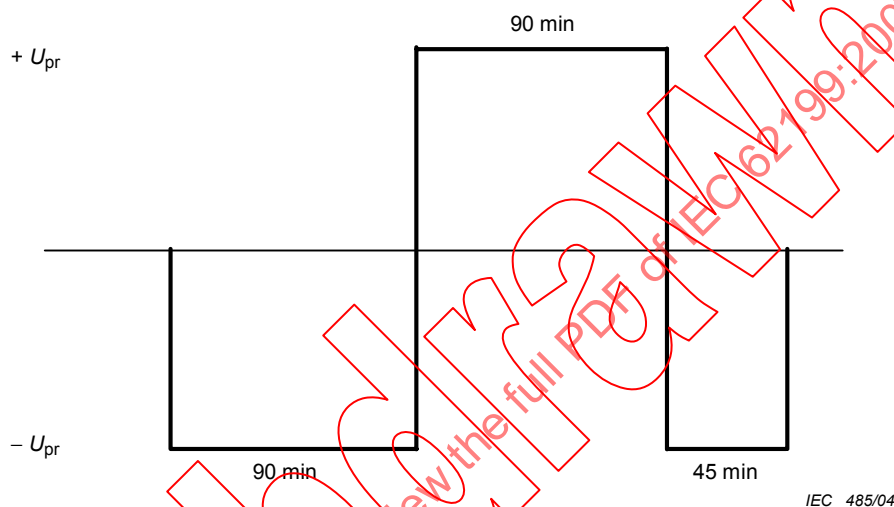


Figure 1 – Polarity reversal test profile

The polarity reversal test shall be performed after the d.c. applied voltage withstand test.

No preconditioning of the insulation structure at lower voltage is permitted. After the d.c. applied voltage withstand test, the bushing shall normally be earthed and completely discharged before the polarity reversal test is initiated. The time duration required for a complete discharge shall be agreed between the parties according to the type of bushing and shall be long enough to avoid any undue influence of the trapped charges on the results of this test.

However, in order to save time during routine tests and upon agreement between the parties, the polarity reversal test may be initiated at any time after the d.c. applied voltage withstand test.

The test sequence shall comprise:

- 90 min at negative polarity followed by
- 90 min at positive polarity followed by
- 45 min at negative polarity and
- reduce the voltage to zero.