NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60168

Edition 4.2
2001-04

Edition 4:1994 consolidée par les amendements 1:1997 et 2:2000
Edition 4:1994 consolidated with amendments 1:1997 and 2:2000

Essais des supports isolants d'intérieur et d'extérieur, en matière céramique ou en verre, destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V

Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1 000 V



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60168:1994+A1:1997+A2:2000

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

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

.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60168

Edition 4.2

2001-04

Edition 4:1994 consolidée par les amendements 1:1997 et 2:2000
Edition 4:1994 consolidated with amendments 1:1997 and 2:2000

Essais des supports isolants d'intérieur et d'extérieur, en matière céramique ou en verre, destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V

Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1 000 V

© IEC 2001 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 Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE CJ

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 8

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

Articles

1.1 Domaine d'application et objet 10
1.2 Références normatives 12
1.3 Définitions 12

SECTION 2: ISOLATEURS

2.1 Types d'isolateurs et matériaux isolants 18
2.2 Valeurs caractérisant un support isolant 20
2.3 Identification des isolateurs 20

SECTION 3: CLASSIFICATION DES ESSAIS, RÈGLES ET PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE

3.1 Classification des essais 22
3.2 Assurance de la qualité 22
3.3 Prescriptions générales pour les essais de type 24
3.4 Prescriptions générales pour les essais sur prélèvements 26

SECTION 4: MÉTHODES D'ESSAI POUR LES ESSAIS ÉLECTRIQUES

4.1 Prescriptions générales pour les essais à haute tension 28
4.2 Conditions atmosphériques normales et facteurs de correction pour les essais électriques 30
4.3 Paramètres de la pluie artificielle pour les essais sous pluie 30
4.4 Montages pour les essais électriques 32
4.5 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec – Essai de type 34
4.6 Essai de tenue aux chocs de manoeuvres à sec ou sous pluie – Essai de type 36
4.7 Essai de tenue à fréquence industrielle à sec – Essai de type (pour les supports isolants d'intérieur seulement) 38
4.8 Essai de tenue à fréquence industrielle sous pluie – Essai de type (pour les supports isolants d'extérieur seulement) 40
4.9 Essai de perforation – Essai sur prélèvements 40
4.10 Essai électrique individuel 42

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9

SECTION 1: GENERAL

Clause

1.1 Scope and object 11
1.2 Normative references 13
1.3 Definitions 13

SECTION 2: INSULATORS

2.1 Insulator designs and insulating materials 19
2.2 Values which characterize a post insulator 21
2.3 Identification of insulators 21

SECTION 3: CLASSIFICATION OF THE TESTS, SAMPLING RULES AND PROCEDURES

3.1 Classification of the tests 23
3.2 Quality assurance 23
3.3 General requirements for type tests 25
3.4 General requirements for sample tests 27

SECTION 4: TEST PROCEDURES FOR ELECTRICAL TESTS

4.1 General requirements for high-voltage tests 29
4.2 Standard atmospheric conditions and correction factors for electrical tests 31
4.3 Artificial rain parameters for wet tests 31
4.4 Mounting arrangements for electrical tests 33
4.5 Dry lightning-impulse withstand voltage test – Type test 35
4.6 Dry or wet switching-impulse withstand voltage tests – Type test 37
4.7 Dry power-frequency withstand voltage test – Type test (applicable only to post insulators for indoor use) 39
4.8 Wet power-frequency withstand voltage test – Type test (applicable only to post insulators for outdoor use) 41
4.9 Puncture test – Sample test 41
4.10 Routine electrical test 43

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Articles Pages

SECTION 5: MÉTHODES D'ESSAI POUR LES ESSAIS MÉCANIQUES ET AUTRES ESSAIS

5.1 Vérification des dimensions – Essai de type et sur prélèvements 44
5.2 Essai de rupture mécanique – Essai de type et sur prélèvements..... 46
5.3 Mesure de la flèche sous charge – Essai particulier de type..... 52
5.4 Essai de résistance aux variations brusques de température – Essai sur prélèvements 52
5.5 Essai individuel de choc thermique (seulement sur les parties en verre trempé)..... 54
5.6 Vérification de l'absence de porosité – Essai sur prélèvements (pour les supports isolants en céramique seulement) 56
5.7 Vérification de la qualité de la galvanisation – Essai sur prélèvements..... 56
5.8 Examen visuel individuel 60
5.9 Essai mécanique individuel 62

SECTION 6: ESSAIS APPLICABLES AUX SUPPORTS ISOLANTS

6.1 Essais de type..... 66
6.2 Essais sur prélèvements 68
6.3 Essais individuels..... 68
6.4 Résumé des essais sur supports isolants 70

Annexe A (informative) Méthodes d'essai pour mesurer les tolérances de parallélisme, d'excentricité, de décalage angulaire, de la flèche propre et de l'inclinaison des ailettes des supports isolants..... 78

Annexe B (informative) Méthodes d'essai individuel sur des éléments isolants non scellés 84

Annexe C (informative) Bibliographie 90

Figure 1 – Support isolant cylindrique de type fût plein..... 74
Figure 2 – Support isolant cylindrique creux 74
Figure 3 – Support isolant cylindrique à armatures internes..... 74
Figure 4 – Support isolant cylindrique à armatures internes..... 76
Figure 5 – Support isolant à capot et embase..... 76
Figure 6 – Support isolant cylindrique 76
Figures A.1 à B.3 .....78 à 88

Tableau 1 – Nombre de pièces prélevées pour les essais sur prélèvements..... 26
Tableau 2 – Hauteur du montage des supports isolants d'extérieur 34
Tableau 3 – Essais de type applicables aux supports isolants 70
Tableau 4 – Essais sur prélèvements applicables aux supports isolants..... 70
Tableau 5 – Essais individuels applicables aux supports isolants 72

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Clause Page

SECTION 5: TEST PROCEDURES FOR MECHANICAL AND OTHER TESTS

5.1 Verification of the dimensions – Type and sample test 45
5.2 Mechanical failing load test – Type and sample test 47
5.3 Test for deflection under load – Special type test 53
5.4 Temperature cycle test – Sample test 53
5.5 Routine thermal shock test (applicable only to toughened glass insulating parts) 55
5.6 Porosity test – Sample test (applicable only to ceramic post insulators) 57
5.7 Galvanizing test – Sample test 57
5.8 Routine visual inspection 61
5.9 Routine mechanical test 63

SECTION 6: TESTS APPLICABLE TO POST INSULATORS

6.1 Type tests 67
6.2 Sample tests 69
6.3 Routine tests 69
6.4 Summary of tests on post insulators 71

Annex A (informative) Methods of testing for tolerances of parallelism, eccentricity, angular deviation, camber, and shed angle of post insulators 79
Annex B (informative) Methods of routine testing of unassembled insulator units 85
Annex C (informative) Bibliography 91

Figure 1 – Solid core cylindrical post insulator 75
Figure 2 – Cavity core cylindrical post insulator 75
Figure 3 – Cylindrical post insulator with internal metal fittings 75
Figure 4 – Cylindrical post insulator with internal metal fittings 77
Figure 5 – Pedestal post insulator 77
Figure 6 – Cylindrical post insulator 77
Figures A.1 to B.3 ..... 79 to 89

Table 1 – Number of samples for sample tests 27
Table 2 – Mounting height of outdoor post insulators 35
Table 3 – Type tests applicable to post insulators 71
Table 4 – Sample tests applicable to post insulators 71
Table 5 – Routine tests applicable to post insulators 73

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ESSAIS DES SUPPORTS ISOLANTS D'INTÉRIEUR ET D'EXTÉRIEUR, EN MATIÈRE CÉRAMIQUE OU EN VERRE, DESTINÉS À DES INSTALLATIONS DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1 000 V

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 60168 a été établie par le sous-comité 36C, Isolateurs pour sous-stations, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1988, et constitue une révision technique.

La présente version consolidée de la CEI 60168 comprend la quatrième édition (1994) [documents 36C(BC)58 et 36C(BC)60], son amendement 1 (1997) [documents 36C/81/FDIS et 36C/89/RVD] et son amendement 2 (2000) [documents 36C/121/FDIS et 36C/124/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 4.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1 et l'amendement 2.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 1 et 2 ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TESTS ON INDOOR AND OUTDOOR POST INSULATORS OF CERAMIC MATERIAL OR GLASS FOR SYSTEMS WITH NOMINAL VOLTAGES GREATER THAN 1 000 V

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 60168 has been prepared by subcommittee 36C, Insulators for substations, of IEC technical committee 36: Insulators.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1988 and constitutes a technical revision.

This consolidated version of IEC 60168 consists of the fourth edition (1994) [documents 36C(CO)58 and 36C(CO)60], its amendment 1 (1997) [documents 36C/81/FDIS and 36C/89/RVD] and amendment 2 (2000) [documents 36C/121/FDIS and 36C/124/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 4.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1 and amendment 2.

Annexes A, B and C are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 1 and 2 will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

L'objectif principal de cette édition est d'aligner d'aussi près que possible ce texte et sa présentation sur la quatrième édition de la CEI 60383-1 et de la CEI 60383-2.

Les notions d'équivalence électrique et mécanique entre supports isolants ont été introduites et les articles relatifs aux essais mécaniques ont été remaniés afin de clarifier les conditions d'essai.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

The main purpose in preparing this edition has been to align the text and presentation as far as practicable with the fourth edition of IEC 60383-1 and IEC 60383-2.

Concepts of electrical and mechanical equivalence of post insulators have been introduced, and the clauses dealing with mechanical testing have been redrafted to clarify the test requirements.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ESSAIS DES SUPPORTS ISOLANTS D'INTÉRIEUR ET D'EXTÉRIEUR, EN MATIÈRE CÉRAMIQUE OU EN VERRE, DESTINÉS À DES INSTALLATIONS DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1 000 V

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale CEI 60168 est applicable aux supports isolants et aux éléments de supports isolants d'intérieur et d'extérieur, en matière céramique ou en verre, destinés à l'équipement d'installation ou d'appareils électriques fonctionnant en courant alternatif à une tension nominale supérieure à 1 000 V et à une fréquence au plus égale à 100 Hz.

Elle peut aussi être considérée comme norme provisoire pour les isolateurs destinés aux réseaux fonctionnant en courant continu. Des directives générales concernant ces isolateurs sont données dans la CEI 60438.

La présente norme n'est applicable aux isolateurs composites ni aux supports isolants d'intérieur en matière organique qui font l'objet d'une autre norme de la CEI [1]*.

La présente norme a pour objet de définir:

– les termes employés;
– les caractéristiques électriques et mécaniques des supports isolants;
– les conditions dans lesquelles les valeurs spécifiées de ces caractéristiques sont vérifiées;
– les méthodes d'essais;
– les conditions d'acceptation d'une fourniture.

La CEI 60273 spécifie les valeurs numériques pour les caractéristiques des supports isolants.

Cette norme ne contient pas de prescriptions relatives au choix d'un isolateur en fonction du service qu'il doit assurer.

NOTE 1 Un guide pour le choix des isolateurs sous pollution a été publié par la CEI, voir [2].

NOTE 2 Cette norme ne comprend pas les essais de pollution artificielle et de perturbations radioélectriques. Ces questions et les méthodes d'essai s'y rapportant sont traitées dans d'autres publications de la CEI, voir [3], [4] et [5].

NOTE 3 Lorsque cette norme est appliquée aux supports isolants creux, on tiendra également compte d'autres publications de la CEI, voir [6] et [7].

---

* Les chiffres entre crochets se rapportent à l'annexe C (Bibliographie).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TESTS ON INDOOR AND OUTDOOR POST INSULATORS OF CERAMIC MATERIAL OR GLASS FOR SYSTEMS WITH NOMINAL VOLTAGES GREATER THAN 1 000 V

Section 1: General

1.1 Scope and object

This International Standard IEC 60168 is applicable to post insulators and post insulator units of ceramic material or glass, for indoor and outdoor use in electrical installations or equipment, operating on alternating current with a nominal voltage greater than 1 000 V and a frequency not greater than 100 Hz.

This standard may be regarded as a provisional standard for post insulators for use on d.c. systems. IEC 60438 gives general guidance for those insulators.

This standard does not apply to composite insulators, or to those indoor post insulators in organic material which are covered by another IEC standard [1]*.

The object of this standard is to define:

– the terms used;
– the electrical and mechanical characteristics of post insulators;
– the conditions under which the specified values of these characteristics are verified;
– the methods of test;
– the acceptance criteria.

Numerical values of characteristics of post insulators are specified in IEC 60273.

This standard does not include requirements dealing with the choice of post insulators for specific operating conditions.

NOTE 1 A guide for the choice of insulators under polluted conditions is available, see [2].

NOTE 2 This standard does not include radio interference tests or artificial pollution tests. These subjects and relevant test methods are dealt with in other IEC publications, see [3], [4] and [5].

NOTE 3 When this standard is applied to hollow post insulators, other IEC publications should also be taken into account, see [6] and [7].

* The figures in square brackets refer to annex C (Bibliography).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

1.2 Références normatives

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

CEI 60050(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 60071-2:1976, *Coordination de l'isolement – Deuxième partie: Guide d'application*

CEI 60071-3:1982, *Coordination de l'isolement – Troisième partie: Coordination de l'isolement entre phases. Principes, règles et guide d'application*

CEI 60273:1990, *Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V*

CEI 60438:1973, *Essais et dimensions des isolateurs pour hautes tensions continues*

ISO 1459:1973, *Revêtements métalliques – Protection contre la corrosion par galvanisation à chaud – Principes directeurs*

ISO 1460:1992, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux – Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface*

ISO 1461:1973, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur produits finis en fer – Spécification*

ISO 1463:1982, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde – Mesurage de l'épaisseur – Méthode par coupe micrographique*

ISO 2064:1980, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Définitions et principes concernant le mesurage de l'épaisseur*

ISO 2178:1982, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme les définitions suivantes s'appliquent.

Les définitions ci-dessous sont, soit celles qui ne figurent pas dans la CEI 60050(471) soit celles qui diffèrent de celles de la CEI 60050(471).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

1.2 Normative references

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

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 60071-2:1976, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60071-3:1982, *Insulation co-ordination – Part 3: Phase-to-phase insulation co-ordination. Principles, rules and application guide*

IEC 60273:1990, *Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1 000 V*

IEC 60438:1973, *Tests and dimensions for high-voltage d.c. insulators*

ISO 1459:1973, *Metallic coatings – Protection against corrosion by hot dip galvanizing – Guiding principles*

ISO 1460:1992, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous metals – Gravimetric determination of the mass per unit area*

ISO 1461:1973, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on fabricated ferrous products – Requirements*

ISO 1463:1982, *Metal and oxide coatings – Measurement of coating thickness – Microscopical method*

ISO 2064:1980, *Metallic and other non-organic coatings – Definitions and conventions concerning the measurement of thickness*

ISO 2178:1982, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method*

1.3 Definitions

For the purposes of this standard, the following definitions apply.

The definitions given below are those which either do not appear in IEC 60050(471), or differ from those given in IEC 60050(471).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

1.3.1
isolateur
le terme «isolateur» utilisé dans cette norme fait référence à l'objet en essai. Sauf spécification contraire, cela se réfère à un isolateur complet assemblé avec ses armatures métalliques. Dans cette norme, le terme «support isolant» doit être considéré comme désignant un support isolant ou un élément de support isolant, suivant le sens du texte

NOTE 1 Le terme «forme approximativement cylindrique» correspond à un élément de section circulaire pouvant varier en diamètre.

NOTE 2 Pour les installations intérieures soumises à des condensations importantes, des isolateurs d'extérieur ou des isolateurs d'intérieur d'un type spécial peuvent être utilisés.

1.3.2
lot
groupe d'isolateurs du même fabricant et du même modèle présentés à la réception et fabriqués dans des conditions de fabrication présumées similaires. Un ou plusieurs lots peuvent être présentés ensemble à la réception; le ou les lots présentés peuvent être constitués d'une fraction ou de la totalité de la commande

1.3.3
tension de tenue aux chocs de foudre à sec
tension de choc de foudre que le support isolant tient à sec dans les conditions d'essai prescrites

1.3.4
tension de contournement à 50 % aux chocs de foudre à sec
valeur de la tension de choc de foudre qui, dans les conditions d'essai prescrites, a une probabilité de 50 % de provoquer un contournement à sec du support isolant

NOTE Le terme «contournement» employé dans la présente norme comprend soit le contournement le long de la surface de l'isolateur, soit des décharges disruptives par amorçage dans l'air près de l'isolateur. Ce n'est qu'occasionnellement que des décharges disruptives vont se produire à des endroits différents (par exemple vers d'autres structures ou vers la terre). De tels cas ne seront pas pris en considération pour l'application de la présente norme.

1.3.5
tension de tenue aux chocs de manoeuvres à sec ou sous pluie
tension de choc de manoeuvre que le support isolant tient, à sec ou sous pluie, dans les conditions d'essai prescrites

1.3.6
tension de contournement à 50 % aux chocs de manoeuvres à sec ou sous pluie
valeur de la tension de choc de manoeuvre qui, dans les conditions d'essai prescrites, a une probabilité de 50 % de provoquer le contournement, à sec ou sous pluie, du support isolant

1.3.7
tension de tenue à fréquence industrielle à sec ou sous pluie
tension à fréquence industrielle que le support isolant tient, à sec ou sous pluie, dans les conditions d'essai prescrites

1.3.8
tension de contournement à fréquence industrielle à sec ou sous pluie
valeur moyenne arithmétique des tensions mesurées qui provoquent le contournement du support isolant, à sec ou sous pluie, dans les conditions d'essai prescrites

1.3.9
tension de perforation
tension qui provoque la perforation du support isolant dans les conditions d'essai prescrites

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

1.3.1
insulator
the term "insulator" is used in this standard to refer to the object being tested. Unless otherwise specified, this refers to an assembled post insulator, complete with metal fittings. In this standard, the term "post insulator" shall be taken to mean post insulator, or post insulator unit, as required by the text

NOTE 1 The term "approximately cylindrical shape" covers a unit of circular cross-section, which may vary in diameter.

NOTE 2 For indoor installations subject to excessive condensation, outdoor post insulators, or special indoor post insulators may be used.

1.3.2
lot
a group of insulators offered for acceptance from the same manufacturer, of the same design and manufactured under similar conditions of production. One or more lots may be offered together for acceptance; the lot(s) offered may consist of the whole, or part, of the quantity ordered

1.3.3
dry lightning-impulse withstand voltage
the lightning-impulse voltage which the post insulator withstands dry, under the prescribed conditions of test

1.3.4
50 % dry lightning impulse flashover voltage
the value of the lightning-impulse voltage which, under the prescribed conditions of test, has a 50 % probability of producing flashover on the post insulator, dry

NOTE The term "flashover" used in this standard includes flashover across the insulator surface as well as disruptive discharges by sparkover through air adjacent to the insulator. Disruptive discharges should only occur occasionally elsewhere (for instance, to other structures or to earth), in which event they should not be taken into account for the purpose of this standard.

1.3.5
dry or wet switching-impulse withstand voltage
the switching-impulse voltage which the post insulator withstands, dry or wet respectively, under the prescribed conditions of test

1.3.6
50 % dry or wet switching-impulse flashover voltage
the value of the switching-impulse voltage which, under the prescribed conditions of test, has a 50 % probability of producing flashover on the post insulator, dry or wet respectively

1.3.7
dry or wet power-frequency withstand voltage
the power-frequency voltage which the post insulator withstands dry or wet respectively, under the prescribed conditions of test

1.3.8
dry or wet power-frequency flashover voltage
the arithmetic mean value of the measured voltages which cause flashover on the post insulator, dry or wet respectively, under the prescribed conditions of test

1.3.9
puncture voltage
the voltage which causes puncture of a post insulator under the prescribed conditions of test

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

1.3.10
charge de rupture mécanique
charge maximale qui peut être atteinte lorsqu'un support isolant est essayé dans les conditions d'essai prescrites

1.3.11
ligne de fuite
plus courte distance ou somme des plus courtes distances le long des surfaces extérieures des parties isolantes en céramique ou en verre de l'isolateur entre les parties qui sont normalement soumises à la tension de service

NOTE 1 La surface du ciment ou de toute autre matière non isolante formant des joints est considérée comme ne faisant pas partie de la ligne de fuite.

NOTE 2 Si un revêtement à haute résistance électrique est appliqué sur des parties de la surface de l'isolateur, ces parties sont considérées comme étant des surfaces isolantes effectives et la distance le long de ces parties est incluse dans la ligne de fuite.

NOTE 3 La résistivité superficielle de ces revêtements à haute résistance est généralement de l'ordre de 10^6 Ω, mais peut descendre à 10^4 Ω.

NOTE 4 Si des revêtements à haute résistance électrique sont appliqués sur toute la surface du support isolant (il prend alors le nom d'isolateur stabilisé), les questions de résistivité superficielle et de ligne de fuite feront l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE 5 La ligne de fuite ainsi définie correspond à la ligne de fuite nominale minimale de la CEI 60273.

1.3.12
caractéristique spécifiée
une caractéristique spécifée est:

– soit la valeur numérique d'une tension ou d'une charge mécanique ou de toute autre caractéristique spécifiée dans une norme de la CEI,

– soit la valeur numérique de toute caractéristique fixée d'un commun accord entre le fabricant et l'acheteur.

Les tensions spécifiées de tenue et de contournement s'entendent pour des conditions atmosphériques normales (voir 4.2.1).

1.3.13
parallélisme entre faces d'extrémités
différence maximale de hauteur d'un support isolant mesurée entre les surfaces des parties métalliques situées à chaque extrémité

NOTE La différence de hauteur est généralement rapportée à un cercle de 250 mm de diamètre.

1.3.14
excentricité
distance perpendiculaire à l'axe du support isolant entre les centres des cercles de perçage des parties métalliques situées aux deux extrémités

1.3.15
décalage angulaire des trous de fixation
déplacement en rotation, exprimé en angle, entre les trous de perçage correspondants des parties métalliques situées aux deux extrémités

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

1.3.10
mechanical failing load
the maximum load reached when a post insulator is tested under the prescribed conditions of test

1.3.11
creepage distance
the shortest distance, or the sum of the shortest distances, along the contours of the external surfaces of the ceramic or glass insulating parts of the post insulator between those parts which normally have the operating voltage between them

NOTE 1 The surface of cement, or other non-insulating jointing material, is not considered as forming part of the creepage distance.

NOTE 2 If a high-resistance coating is applied to parts of the surface of an insulator, such parts are considered to be effective insulating surfaces, and the distance over them is included in the creepage distance.

NOTE 3 The surface resistivity of such high-resistance coatings is usually about $10^6\ \Omega$, but may be as low as $10^4\ \Omega$.

NOTE 4 If high-resistance coatings are applied to the whole surface of the post insulator (the so-called stabilized insulator), the questions of surface resistivity and creepage distance should be subject to agreement between the purchaser and the manufacturer.

NOTE 5 The creepage distance according to this definition is specified as minimum nominal creepage distance in IEC 60273.

1.3.12
specified characteristic
a specified characteristic is:

– either the numeric value of a voltage, of a mechanical load, or any other characteristic specified in an IEC standard,

– or the numeric value of any such characteristic agreed between the purchaser and the manufacturer.

Specified withstand and flashover voltages are referred to standard atmospheric conditions (see 4.2.1).

1.3.13
parallelism of the end faces
the maximum difference in the height of a post insulator measured across the surfaces of the metal fittings at each end

NOTE The difference in height is usually related to a circle of 250 mm diameter.

1.3.14
eccentricity
the displacement, perpendicular to the axis of the post insulator, between the centres of the pitch circles of the fixing holes in the top and bottom metal fittings

1.3.15
angular deviation of the fixing holes
the rotational displacement, expressed as an angle, between corresponding fixing holes in the metal fittings at the top and bottom of a post insulator

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Section 2: Isolateurs

2.1 Types d'isolateurs et matériaux isolants

2.1.1 Définition des isolateurs

Les isolateurs et éléments de supports isolants sont répartis en différentes catégories suivant leur construction. Les différents types couverts par cette norme sont:

1) support isolant cylindrique à armatures métalliques externes de type fût plein sur toute la hauteur de chaque élément unitaire; c'est-à-dire isolateur imperforable (voir figure 1);
2) support isolant cylindrique creux à armatures métalliques externes et comportant une barrière céramique intégrée dans chaque élément de support isolant (voir figure 2);
3) support isolant cylindrique à armatures métalliques internes dans lequel la plus courte distance de perforation entre armatures métalliques est au moins égale à la moitié de la distance d'arc externe entre armatures métalliques; c'est-à-dire isolateur imperforable (voir figure 3);
4) support isolant cylindrique à armatures métalliques internes dans lequel la plus courte distance de perforation entre armatures métalliques est inférieure à la moitié de la distance d'arc externe entre armatures métalliques (voir figure 4);
5) support isolant à capot et embase dans lequel chaque élément est composé d'armatures métalliques et d'une ou plusieurs pièces isolantes dont l'épaisseur de paroi est faible comparée aux dimensions extérieures (voir figure 5);
6) support isolant cylindrique dans lequel chaque élément isolant est composé d'armatures métalliques et de nombreuses pièces isolantes dont l'épaisseur de paroi de chaque pièce isolante est faible comparée aux dimensions externes et dont l'assemblage complet est «non perforable» (voir figure 6).

NOTE Le terme «isolateur cylindrique» couvre également les isolateurs à fût tronconique.

Les essais de type, de prélèvement et de routine applicables à chaque type de support isolant décrits ci-dessus sont détaillés dans la section 6 et résumés dans les tableaux 3, 4 et 5.

2.1.2 Matériaux isolants

Les matériaux isolants traités dans la présente norme sont:

– la céramique, la porcelaine;
– le verre recuit, c'est-à-dire le verre dans lequel les contraintes ont été réduites par un traitement thermique;
– le verre trempé, c'est-à-dire le verre dans lequel des contraintes contrôlées ont été induites par un traitement thermique.

NOTE 1 On trouvera des informations supplémentaires sur la définition et la classification des matériaux isolants dans d'autres publications de la CEI, voir [8] et [9].

NOTE 2 Le terme «matière céramique» est utilisé dans la présente norme pour faire référence aux porcelaines et, contrairement à la pratique nord-américaine, ne comprend pas le verre.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Section 2: Insulators

2.1 Insulator designs and insulating materials

2.1.1 Insulator designs

Post insulators and post insulator units are divided into different design categories according to their construction. The design categories covered by the tests in this standard are:

1) solid-core cylindrical post insulators with external metal fittings, having solid insulating material throughout the height of each post insulator unit, i.e. a puncture-proof insulator (see figure 1);
2) cavity core cylindrical post insulators, with external metal fittings, having an internal ceramic barrier produced and fired integrally in each post insulator unit (see figure 2);
3) cylindrical post insulators with internal metal fittings in which the length of the shortest puncture path through solid insulating material is at least equal to half the external arcing distance between the metal fittings, i.e. a puncture-proof insulator (see figure 3);
4) cylindrical post insulators with internal metal fittings in which the length of the shortest puncture path through solid insulator material is less than half the external arcing distance between the metal fittings (see figure 4);
5) pedestal post insulators, in which each post insulator unit comprises metal fittings with one or more insulating components, where the thickness of the solid insulating material is small compared with the external dimensions (see figure 5);
6) cylindrical post insulators, in which each post insulator unit comprises metal fittings, and multiplicity of insulating components where the thickness of the solid insulating material of each component is small compared with the external dimensions, and also where the whole assembly is characterized as puncture-proof (see figure 6).

NOTE The term "cylindrical insulators" is intended to cover insulators of the truncated conical form also.

The type, sample, and routine tests applicable to post insulators in each of the above categories are detailed in section 6 and summarized in tables 3, 4, and 5.

2.1.2 Insulating materials

The insulating materials of post insulators covered by this standard are:

– ceramic material, porcelain;
– annealed glass, being glass in which the mechanical stresses have been relaxed by thermal treatment;
– toughened glass, being glass in which controlled mechanical stresses have been induced by thermal treatment.

NOTE 1 Further information on the definition and classification of ceramic and glass insulating materials can be found in other IEC publications, see [8] and [9].

NOTE 2 The term "ceramic material" is used in this standard to refer to porcelain materials and, contrary to North American practice, does not include glass.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.2 Valeurs caractérisant un support isolant

Un support isolant est caractérisé par les valeurs suivantes, quand elles lui sont applicables:

a) la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre à sec;

b) la tension de tenue spécifiée aux chocs de manoeuvres à sec (seulement pour les isolateurs d'intérieur);*

c) la tension de tenue spécifiée aux chocs de manoeuvres sous pluie (seulement pour les isolateurs d'extérieur);*

d) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle à sec (seulement pour les isolateurs d'intérieur);

e) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie (seulement pour les isolateurs d'extérieur);

f) la valeur minimale de perforation spécifée (pour les isolateurs de type 4) et 5) seulement, voir 2.1.1);

g) les charges de rupture mécanique spécifiées;

h) les dimensions caractéristiques spécifiées, y compris la ligne de fuite.

NOTE Sur de nombreux réseaux existants, dont la tension la plus élevée pour le matériel est de 300 kV à 420 kV, l'expérience a montré que la tension de tenue aux chocs de manoeuvres n'a pas été un critère dans le choix du support isolant. Donc, pour les supports isolants devant être utilisés pour l'extension de ces réseaux, les essais aux chocs de manoeuvres ne seront réalisés que par accord entre l'acheteur et le fabricant.

Les caractéristiques suivantes peuvent également être spécifiées par accord entre l'acheteur et le fabricant:

– flèche sous charge;

– les caractéristiques de perturbations radioélectriques, voir [3];

– les caractéristiques de tenue à la pollution artificielle, voir [4].

Les caractéristiques dépendant de la tension maximale pour le matériel doivent être définies en faisant référence à la CEI 60071.

2.3 Identification des isolateurs

Chaque isolateur doit porter l'inscription du nom ou de la marque du fabricant, l'année de fabrication et la référence du support isolant. Ces inscriptions ou marques doivent être lisibles et indélébiles.

Les désignations employées dans la CEI 60273 peuvent être également utilisées quand il n'y a pas d'ambiguïté.

---

* Il convient que la tension de tenue aux chocs de manoeuvres ne soit spécifiée que pour les supports isolants utilisés sur les réseaux à courant alternatif dont la tension la plus élevée pour le matériel est supérieure à 245 kV.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.2 Values which characterize a post insulator

A post insulator is characterized by the following values, where applicable:

a) the specified dry lightning-impulse withstand voltage;

b) the specified dry switching-impulse withstand voltage (for indoor insulators only);*

c) the specified wet switching-impulse withstand voltage (for outdoor insulators only);*

d) the specified dry power-frequency withstand voltage (for indoor insulators only);

e) the specified wet power-frequency withstand voltage (for outdoor insulators only);

f) the specified minimum puncture voltage (for insulators in design categories 4) and 5) only, see 2.1.1);

g) the specified mechanical failing load(s);

h) the specified significant dimensions, including the creepage distance.

NOTE Experience has shown that with many existing systems from 300 kV to 420 kV highest voltage of equipment, the switching-impulse withstand voltage has not been a critical factor in the design of post insulators. Therefore, for post insulators used to extend such existing systems, switching-impulse tests should only be carried out by agreement between the purchaser and the manufacturer.

The following characteristics may also be agreed between the purchaser and the manufacturer:

– deflection under bending load;

– radio interference characteristics, see [3];

– artificial pollution withstand characteristics, see [4].

The applicability of the characteristics as a function of the highest voltage for equipment shall be determined by reference to IEC 60071.

2.3 Identification of insulators

Each post insulator shall be marked with the name or trade mark of the manufacturer, the year of manufacture, and the post insulator reference mark. These markings shall be legible and indelible.

The designations included in IEC 60273 may also be used, where no ambiguity can result.

* Switching-impulse withstand voltage should be specified only for post insulators for use on a.c. systems with highest voltage for equipment above 245 kV.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Section 3: Classification des essais, règles et procédures d'échantillonnage

3.1 Classification des essais

Les essais sont divisés en trois groupes, comme suit:

3.1.1 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier les caractéristiques principales d'un isolateur qui dépendent surtout de sa conception. Ils sont généralement effectués une fois seulement sur un isolateur pour une nouvelle conception ou un nouveau procédé de fabrication d'isolateur, et par la suite répétés seulement quand la conception, la matière ou le procédé de fabrication est changé; quand le changement n'affecte que certaines caractéristiques, seuls les essais concernant ces caractéristiques doivent être répétés. De plus, il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais de type électriques et mécaniques sur une nouvelle conception d'isolateur si un certificat d'essai valable est disponible pour un isolateur de conception équivalente. Les notions de conception électrique et de conception mécanique sont indiquées en 3.3.3 et 3.3.4 respectivement.

Les résultats des essais de type sont certifiés soit par des certificats d'essai acceptés par le client, soit par des certificats d'essai validés par une organisation qualifiée. Pour les essais mécaniques, les certificats sont valables 10 ans à partir de la date d'émission. Il n'y a pas de limite temporelle à la validité des certificats concernant les essais de type électriques.

Les essais de type doivent être effectués sur un ou des isolateurs qui ont satisfait aux prescriptions de tous les essais individuels et de tous les essais sur prélèvements, sauf l'essai de rupture mécanique sur prélèvements.

3.1.2 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvements sont effectués pour vérifier les caractéristiques d'un isolateur, qui peuvent varier avec le procédé de fabrication et la qualité des materiaux de base de l'isolateur. Les essais sur prélèvements sont utilisés comme essais de réception sur un échantillon d'isolateurs prélevé au hasard dans un lot ayant répondu aux prescriptions des essais individuels le concernant.

3.1.3 Essais individuels

Les essais individuels sont destinés à éliminer les isolateurs défectueux et sont effectués au cours de la fabrication. Les essais individuels sont effectués sur chaque isolateur.

NOTE Quand, dans certains cas, les essais de type, sur prélèvements et les essais individuels sont effectués en une seule fois sur un isolateur de conception nouvelle, on les nomme «essais de prototype».

3.2 Assurance de la qualité

Un programme d'assurance de la qualité prenant en compte les prescriptions de la présente norme peut être utilisé, après accord entre l'acheteur et le fabricant, pour vérifier la qualité des isolateurs pendant la fabrication.

NOTE 1 Des informations détaillées sur l'utilisation de l'assurance de la qualité sont données dans des normes ISO, voir [10], [11], [12] et [13].

La norme ISO 9002 est recommandée comme guide pour la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour les isolateurs.

NOTE 2 Certaines normes nationales bien établies concernant les programmes d'assurance de la qualité sont aussi disponibles.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Section 3: Classification of the tests, sampling rules and procedures

3.1 Classification of the tests

The tests are divided into three groups, as follows:

3.1.1 Type tests

The type tests are intended to verify the main characteristics of an insulator, which depend mainly on its design. They are usually carried out on one insulator, and once only for a new design or manufacturing process, and then subsequently repeated only when the design, material or manufacturing process is changed; when the change only affects certain characteristics, only the test(s) relevant to those characteristics need to be repeated. Moreover, it is not necessary to perform all the electrical and mechanical type tests on a new design of insulator if a valid test certificate is available for a post insulator of equivalent design. The meaning of electrically equivalent design is given in 3.3.3 and of mechanically equivalent design in 3.3.4.

The results of type tests are certified either by test certificates accepted by the purchaser or by test certificates confirmed by a qualified organization. For mechanical tests, the certificates shall be valid for 10 years from the date of issue. There is no time limit for the validity of certificates for electrical type tests.

The type tests shall be carried out on insulator(s) which have passed all the requirements for the routine and the sample tests, except the sample mechanical test.

3.1.2 Sample tests

The sample tests are carried out to verify the characteristics of an insulator, which can vary with the manufacturing process and the quality of the component materials of the insulator. Sample tests are used as acceptance tests on a sample of post insulators, taken at random from a lot which has met the requirements of the relevant routine tests.

3.1.3 Routine tests

The routine tests are intended to eliminate defective units and are carried out during the manufacturing process. Routine tests are carried out on every insulator.

NOTE When, in certain cases, the type, sample and routine tests are carried out as a whole on a new design of insulator, they are referred to as "prototype tests".

3.2 Quality assurance

A quality assurance programme, taking into account the requirements of this standard, can be used, after agreement between the purchaser and the manufacturer, to verify the quality of the insulators during the manufacturing process.

NOTE 1 Detailed information on the use of quality assurance is given in ISO standards, see [10], [11], [12] and [13].

ISO 9002 is recommended as a guide for a quality system for insulators.

NOTE 2 Certain well-established national standards for quality assurance programmes are also available.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.3 Prescriptions générales pour les essais de type

3.3.1 Sélection des isolateurs pour les essais de type

Normalement, un seul support isolant doit être soumis à chaque essai. L'essai doit être effectué sur un support isolant qui a satisfait aux prescriptions de tous les essais individuels et de tous les essais sur prélèvements, sauf l'essai de rupture mécanique sur prélèvements. Les isolateurs qui ont subi les essais de type et dont les caractéristiques mécaniques et/ou électriques pourraient être affectées ne doivent pas être utilisés en service.

3.3.2 Vérification des dimensions

Les dimensions du support isolant utilisé pour les essais de type doivent être vérifiées avant que tout autre essai ne soit commencé, conformément à l'article 5.1.

NOTE Par accord entre l'acheteur et le fabricant, un isolateur dont les variations dimensionnelles seraient situées hors des tolérances spécifiées dans le dessin ou dans la norme, peut être utilisé s'il est admis que ces divergences n'affecteront pas les performances en essai. Cela s'applique également à l'utilisation pour les essais de type d'un isolateur ayant des surfaces de défauts d'émail supérieures à celles qui sont autorisées dans l'article 5.8.

3.3.3 Essais électriques de type

Les essais électriques de type, indiqués dans le tableau 3 (article 6.4), doivent être effectués une seule fois sur un seul support isolant.

Les résultats obtenus durant les essais électriques de type sur un support isolant de «conception électrique équivalente» doivent être étendus à tous les supports isolants correspondants. Cela correspond aux isolateurs fabriqués avec les mêmes matériaux et dont les caractéristiques suivantes sont comparables au support isolant de «conception électrique équivalente»:

a) la distance d'arc est la même ou supérieure;

b) le diamètre nominal du fût est le même ou inférieur;

c) le nombre et la position approximative des parties métalliques sont les mêmes;

d) le pas nominal des ailettes est le même avec une tolérance de ±5 %;

e) la projection nominale des ailettes est la même avec une tolérance de ±10 %;

f) le profil d'ailette est le même.

NOTE 1 Un support isolant de «conception électrique équivalente» sera normalement un support isolant d'extérieur cylindrique. Les autres conceptions du support isolant, en particulier les supports isolants à capot et embase, ne peuvent être de «conception électrique équivalente».

NOTE 2 Il peut être nécessaire de prendre en considération la forme et la taille des parties métalliques qui peuvent avoir une influence sur la notion d'équivalence électrique.

NOTE 3 Les tensions de tenue et de contournement des supports isolants, dans les conditions de service, peuvent être différentes des tensions obtenues dans des conditions normalisées. Cet effet a été mis en évidence au cours d'essais aux chocs de foudre, spécialement pour les équipements à très haute tension; mais l'effet des conditions ambiantes et du montage des supports isolants et des accessoires métalliques est plus important dans le cas des chocs de manoeuvres; cela est dû aux distributions de champs électriques qui diffèrent entre le montage d'essai normalisé et le montage en service. La vérification de la tension de tenue spécifiée aux chocs de manoeuvres peut donc être demandée avec un dispositif de montage qui reflète bien les conditions de service. Il convient alors que l'acheteur et le fabricant se mettent d'accord sur les détails de ce montage.

NOTE 4 La notion de «conception électrique équivalente» s'applique principalement aux essais inclus dans cette norme. L'effet de ligne de fuite nominale différente sur des supports isolants «électriquement équivalents» peut nécessiter d'être pris en considération pour les performances sous pollution.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.3 General requirements for type tests

3.3.1 Insulator selection for type tests

Normally, only one post insulator shall be subjected to each test. The test shall be carried out on an insulator which has passed all the requirements for the routine and the sample tests, except the sample mechanical test. Insulators which have been submitted to type tests which may affect their mechanical and/or electrical characteristics shall not be used in service.

3.3.2 Verification of the dimensions

The relevant dimensions of the post insulator used for type tests shall be verified, before other tests are commenced, in accordance with clause 5.1.

NOTE By agreement between the purchaser and the manufacturer, an insulator, having dimensional variations outside the tolerances specified on the drawing or in the standard, may be used provided it is agreed that these discrepancies will not affect the performance under test. This also applies to the use for type tests of an insulator having larger areas of glaze defects than are permitted by clause 5.8.

3.3.3 Electrical type tests

The electrical type tests, as indicated in table 3 (clause 6.4), shall be carried out on one post insulator, and once only.

The results obtained during the electrical type tests on a post insulator of "electrically equivalent design" shall be extended to all post insulators represented by it. These are insulators made with the same materials and having the following characteristics when compared with the post insulator of "electrically equivalent design":

a) the arcing distance is the same or greater;

b) the nominal core diameter is the same or smaller;

c) the number and approximate position of metal fittings is the same;

d) the nominal shed spacing is the same within ±5 %;

e) the nominal shed projection is the same within ±10 %;

f) the shed profile is the same.

NOTE 1 A post insulator of "electrically equivalent design" will normally be an outdoor cylindrical post insulator. Other designs of post insulator, particularly pedestal post insulators, are unlikely to be of "electrically equivalent design".

NOTE 2 The effect of the shape and size of metal fittings on the electrical equivalence of a design may need to be taken into consideration.

NOTE 3 The flashover and withstand voltages of insulators under service conditions may differ from the flashover and withstand voltages under standard testing conditions. This effect has been recognized with lightning impulse testing, especially for very high voltages of equipment, but the effect of ambient conditions and the arrangement of post insulators and associated metalwork is much greater with switching impulses, due to the differences in electric field distribution between the standard test arrangement and the mounting arrangement in service. The verification of the specified switching impulse withstand voltage therefore may be required with a mounting arrangement which closely represents the service conditions. The details of the mounting arrangement should then be agreed between the purchaser and the manufacturer.

NOTE 4 The concept of "electrical equivalence of design" primarily applies in respect of the tests included in this standard. The effect of different nominal creepage distances on post insulators of "electrically equivalent design" may need to be considered in relation to pollution performance.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.3.4 Essais de rupture mécanique de type

L'essai de rupture mécanique de type doit être effectué une seule fois sur un seul support isolant. Cet essai sera généralement un essai de rupture mécanique en flexion. Si l'on souhaite plus d'information et par accord entre l'acheteur et le fabricant, un seul ou plusieurs des essais suivants peuvent également être effectués comme essais de type:

– essai de traction;

– essai de torsion;

– essai de compression.

Les résultats obtenus au cours des essais de type mécanique sur un support isolant de «conception mécanique équivalente» doivent être étendus à tous les supports isolants correspondants. Cela correspond aux isolateurs fabriqués dans la même usine avec les mêmes matériaux et suivant le même procédé de fabrication et ayant les caractéristiques suivantes, comparées au support isolant de «conception mécanique équivalente»:

a) le diamètre nominal du fût est le même;

b) la conception de la liaison entre la partie isolante et les parties métalliques est la même;

c) la forme et la taille des zones d'assemblage des parties métalliques aux parties isolantes sont les mêmes;

d) la hauteur nominale ne diffère pas de plus de ±20 %.

NOTE 1 Il convient que tous les facteurs (matériaux, procédé de fabrication et dimensions) qui ont une incidence sur la tenue mécanique des supports isolants soient les mêmes pour qu'il y ait équivalence mécanique, les valeurs de moment de flexion ($P_0 \times h$), de traction et de torsion seront donc les mêmes pour tous les supports isolants de conception mécanique équivalente. Des valeurs plus faibles mais pas plus grandes de l'une ou de plusieurs de ces caractéristiques mécaniques par rapport à celles du support isolant de «conception mécanique équivalente» peuvent être admises par accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE 2 Quand le concept d'équivalence mécanique s'applique, il peut être nécessaire de prendre en compte les différences de hauteur qui peuvent influencer la tenue mécanique en compression.

NOTE 3 Un support isolant de «conception mécanique équivalente» peut avoir des dispositifs de fixation différents, voir tableau IVA de la CEI 60273.

NOTE 4 L'effet d'une différence significative sur le diamètre extérieur due à un changement de projection et de pas d'ailette peut avoir une influence sur la notion d'équivalence mécanique.

3.4 Prescriptions générales pour les essais sur prélèvements

3.4.1 Règles et procédures d'échantillonnage pour les essais sur prélèvements

Le nombre de pièces prélevées pour ces essais doit être conforme au tableau 1. L'acheteur peut choisir les pièces à essayer dans un lot qui a été soumis aux essais individuels.

Tableau 1 – Nombre de pièces prélevées pour les essais sur prélèvements

Nombre d'isolateurs du lot (n)	**Nombre de pièces à prélever**
$n \leq 100$	Par accord
$100 < n \leq 500$	1 %[1)]
$500 < n$	$4 + \frac{1{,}5\, n}{1000}$ [1)]

[1)] Si le pourcentage ou le calcul ne donne pas un nombre entier, le nombre entier immédiatement supérieur doit être choisi.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.3.4 Mechanical failing load type tests

The type test for mechanical strength shall be carried out on one post insulator, and once only. Normally, this test will be a mechanical failing load test carried out in bending. When additional information is required, then by agreement between the purchaser and the manufacturer, one or more of the following tests may also be carried out as a type test:

– tensile test;

– torsion test;

– compression test.

The results obtained during the mechanical failing load type tests on a post insulator of "mechanically equivalent design" shall be extended to all post insulators represented by it. These are insulators made in the same factory, with the same materials, and by the same manufacturing process, and having the following characteristics, when compared with the post insulator of "mechanically equivalent design":

a) the nominal core diameter is the same;

b) the design of the connection between the insulating component and the metal fittings is the same;

c) the shape and size of the parts of the metal fittings which connect to the insulating components are the same;

d) the nominal height does not differ by more than ±20 %.

NOTE 1 Since all the factors (materials, manufacturing process, and dimensions) which influence the mechanical strength of post insulators should be the same for mechanical equivalence, the values of the bending moment strength ($P_0 \times h$), the tensile strength, and the torsional strength will then be the same as those for the post insulator of mechanically equivalent design, by which they are represented. Lower, but not greater, values of one or more of these mechanical strength characteristics, when compared with the post insulator of "mechanically equivalent design", may be agreed between the purchaser and the manufacturer.

NOTE 2 When applying the concept of mechanical equivalence of design, the effect of differences in height on the compression strength of the post insulator may need to be considered.

NOTE 3 A post insulator of "mechanically equivalent design" may have different fixing arrangements, e.g. as table IVA of IEC 60273.

NOTE 4 In establishing mechanical equivalence of design, the effect of a significant difference in nominal external diameter, due to a change of shed overhang and of shed spacing may need to be considered.

3.4 General requirements for sample tests

3.4.1 Sampling rules and procedures for sample tests

The number of post insulators selected for test shall be in accordance with table 1. The purchaser has the right to make the selection from a lot which meets the requirements of the routine tests.

Table 1 – Number of samples for sample tests

Number of insulators in the lot (n)	Number of samples
$n \leq 100$	By agreement
$100 < n \leq 500$	1 %[1)]
$500 < n$	$4 + \frac{1{,}5\,n}{1000}$ [1)]

[1)] If the percentage or calculation does not give a whole number, then the next whole number above shall be chosen.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Les isolateurs qui ont subi les essais sur prélèvements qui peuvent avoir un effet sur leurs caractéristiques mécaniques et/ou électriques ne doivent pas être utilisés en service.

3.4.2 Contre-épreuve pour les essais sur prélèvements

Si un seul isolateur ou une seule partie métallique ne satisfait pas à l'un des essais sur prélèvements, on doit effectuer une contre-épreuve sur un nouveau prélèvement égal à deux fois la quantité qui avait été soumise à l'origine à cet essai. La contre-épreuve doit comprendre l'essai n'ayant pas donné satisfaction, précédé par les essais que l'on peut considérer avoir influencé le résultat de cet essai.

Si deux ou plusieurs isolateurs ou parties métalliques ne satisfont pas à l'un quelconque des essais sur prélèvements, ou si un résultat n'est pas satisfaisant après la contre-épreuve, le lot entier est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente norme et doit être repris par le fabricant.

Si la raison de la défaillance peut être clairement identifiée, le fabricant peut trier le lot afin d'éliminer tous les isolateurs ayant ce défaut. Le lot ainsi trié, ou une de ses parties, peut alors être à nouveau soumis aux essais.

On doit alors effectuer un prélèvement égal à trois fois la quantité qui avait été choisie initialement pour les essais. La contre-épreuve doit comprendre l'essai n'ayant pas donné satisfaction, précédé par les essais que l'on peut considérer avoir influencé le résultat de cet essai. Si l'un quelconque des isolateurs ne donne pas satisfaction après la contre-épreuve, le lot entier est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente norme.

NOTE Si, à l'essai de galvanisation, on détecte un défaut provoqué par une charge mécanique précédente supérieure à celle de l'essai individuel, la contre-épreuve peut être réalisée sur des armatures métalliques non scellées, ou sur un autre support isolant du même lot.

Si, durant les essais sur prélèvements, un ou plusieurs supports isolants ne correspondaient pas aux tolérances spécifiées suivant l'article 5.1 ou aux dessins, par accord entre l'acheteur et le fabricant, la procédure de contre-épreuve peut être remplacée par un contrôle individuel des tolérances.

Un accord peut aussi être trouvé pour utiliser des éléments ou des supports isolants en dehors des tolérances spécifiées. Dans ce cas, le fabricant doit marquer soit la grandeur et la position des défauts hors tolérances sur chaque élément de support isolant soit, si possible, assembler les éléments sous forme de support isolant complet. Les éléments et les écarts mesurés, s'il y en a, par rapport aux tolérances spécifiées pour le support isolant complet, doivent être marqués pour permettre à l'acheteur d'effectuer un réassemblage identique du support isolant complet après livraison.

Section 4: Méthodes d'essai pour les essais électriques

Cette section précise les procédures d'essais et les prescriptions pour les essais électriques sur les supports isolants. L'application de ces essais est donnée dans la section 6.

NOTE Il convient de se référer à la CEI 60060-1 pour les détails complets sur les méthodes d'essai.

4.1 Prescriptions générales pour les essais à haute tension

a) Les méthodes d'essais pour les tensions aux chocs de foudre, les tensions aux chocs de manoeuvres et pour la tension à fréquence industrielle doivent être conformes à la CEI 60060-1.

b) Les tensions aux chocs de foudre et aux chocs de manoeuvres doivent être exprimées par leurs valeurs de crête estimées et les tensions à fréquence industrielle doivent être exprimées par leurs valeurs de crête divisées par $\sqrt{2}$.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Insulators which have been submitted to sample tests which may affect their mechanical and/or electrical characteristics shall not be used in service.

3.4.2 Retest procedure for sample tests

If only one post insulator or metal fitting fails to comply with any of the sample tests, a new sample, equal to twice the quantity originally submitted to that test, shall be subjected to retesting. The retesting shall comprise the test in which failure occurred, preceded by those tests which may be considered as having influenced the results of the original test.

If two or more post insulators or metal fittings, fail to comply with any of the sample tests, or if any failure occurs during the retesting, the complete lot is considered as not complying with this standard, and shall be withdrawn by the manufacturer.

Provided the cause of the failure can be clearly identified, the manufacturer may sort the lot to eliminate all the insulators with that defect. The sorted lot, or part thereof, may then be re-submitted for testing.

The number then selected shall be three times the first quantity chosen for the tests. The re-testing shall comprise the test in which failure occurred, preceded by those tests which may be considered as having influenced the results of the original test. If any insulator fails during this retesting, the complete lot is considered as not complying with this standard.

NOTE Where failure in the galvanizing test is due to a mechanical load in a previous test in excess of the routine test load, the retest may be carried out, either on unassembled metal fittings, or on other post insulators in the lot.

If, during the sample testing, one or more post insulators fail to comply with the tolerances as specified in clause 5.1, or on the relevant drawing, then, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the retesting procedure may be replaced by a routine test of tolerances.

An agreement may also be reached to use post insulator units or post insulators which are outside the specified tolerances. In such cases, the manufacturer shall either mark the magnitude and position of the deviations which are outside the specified tolerances on each post insulator unit, or, when possible, assemble the units into a complete post insulator. The units, and the measured deviations, if any, from the specified tolerances on the complete post, shall then be marked so that the purchaser can make an identical reassembly of the post after delivery.

Section 4: Test procedures for electrical tests

This section gives the test procedures and requirements for electrical testing of post insulators. The application of these tests is given in section 6.

NOTE Reference should be made to IEC 60060-1 for complete details of the test procedures.

4.1 General requirements for high-voltage tests

a) The lightning- and switching-impulse voltage and power-frequency voltage test procedures shall be in accordance with IEC 60060-1.

b) Lightning- and switching-impulse voltages shall be expressed by their prospective peak values, and power-frequency voltages shall be expressed as peak values divided by $\sqrt{2}$.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

c) Lorsque les conditions atmosphériques au moment des essais sont différentes de conditions normales (voir 4.2.1) il est nécessaire d'appliquer des facteurs de correction conformément à 4.2.2.

d) Les isolateurs doivent être propres et secs avant de commencer les essais à haute tension.

e) Des précautions particulières doivent être prises pour éviter la formation de condensation sur la surface de l'isolateur, notamment lorsque l'humidité relative est élevée. Par exemple, l'isolateur doit être maintenu à la température ambiante du local d'essais pendant un temps suffisant pour que l'équilibre thermique soit atteint avant que l'essai ne commence.

   Sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, les essais à sec ne doivent pas être effectués si l'humidité relative est supérieure à 85 %.

f) Les intervalles de temps entre applications consécutives de la tension doivent être suffisants pour réduire les effets des applications précédentes de la tension lors des essais de contournement ou de tenue.

4.2 Conditions atmosphériques normales et facteurs de correction pour les essais électriques

4.2.1 Atmosphère normalisée de référence

Les conditions atmosphériques normalisées de référence doivent être conformes à la CEI 60060-1.

4.2.2 Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques

Les facteurs de correction doivent être déterminés conformément à la CEI 60060-1. Si les conditions atmosphériques au moment de l'essai diffèrent de l'atmosphère normalisée de référence, on doit alors calculer les facteurs de correction pour la densité de l'air (k_1) et pour l'humidité (k_2) ainsi que le produit $K = k_1 \times k_2$. Les tensions d'essai doivent ensuite être corrigées comme suit:

– tensions de tenue (chocs de foudre, chocs de manoeuvres et fréquence industrielle):

  tension d'essai appliquée = $K \times$ tension de tenue spécifée;

– tension de contournement (chocs de foudre, chocs de manoeuvres et fréquence industrielle):

$$\text{tension de contournement enregistrée} = \frac{\text{tension de contournement mesurée}}{K}$$

NOTE Il convient qu'aucune correction d'humidité ne soit effectuée pour les essais à fréquence industrielle sous pluie et pour les essais aux chocs de manoeuvres sous pluie. ($k_2 = 1$ et $K = k_1$).

4.3 Paramètres de la pluie artificielle pour les essais sous pluie

La procédure normale d'essais sous pluie décrite dans la CEI 60060-1 doit être appliquée. La pluie artificielle doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60060-1.

NOTE Lorsque les essais sont effectués sur des isolateurs placés en position horizontale ou inclinée, il y a lieu qu'un accord soit conclu entre l'acheteur et le fabricant pour fixer la direction de la pluie.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

c) When the natural atmospheric conditions at the time of the test differ from the standard values (see 4.2.1), it is necessary to apply correction factors in accordance with 4.2.2.

d) The insulators shall be clean and dry before starting high-voltage tests.

e) Special precautions shall be taken to avoid condensation on the surface of the insulator, especially when the relative humidity is high. For example, the insulator shall be maintained at the ambient temperature of the test location for sufficient time for thermal equilibrium to be reached before the test starts.

   Except by agreement between the purchaser and the manufacturer, dry tests shall not be made if the relative humidity exceeds 85 %.

f) The time intervals between consecutive applications of the voltage shall be sufficient to avoid effects from the previous application of voltage in flashover or withstand tests.

4.2 Standard atmospheric conditions and correction factors for electrical tests

4.2.1 Standard reference atmosphere

The standard reference atmospheric conditions shall be in accordance with IEC 60060-1.

4.2.2 Correction factors for atmospheric conditions

The correction factors shall be determined in accordance with IEC 60060-1. If the atmospheric conditions at the time of test differ from the standard reference atmosphere, then the correction factors for air density (k_1) and humidity (k_2) shall be calculated, and the product $K = k_1 \times k_2$ determined. The test voltages shall then be corrected as follows:

– withstand voltages (lightning impulse, switching impulse and power frequency):

  applied test voltage = $K \times$ specified withstand voltage;

– flashover voltages (lightning impulse, switching impulse and power frequency):

$$\text{recorded flashover voltage} = \frac{\text{measured flashover voltage}}{K}$$

NOTE For wet power-frequency voltage tests, and for wet switching-impulse voltage tests, no correction for humidity should be applied, i.e. $k_2 = 1$ and $K = k_1$.

4.3 Artificial rain parameters for wet tests

The standard wet test procedure described in IEC 60060-1 shall be used. The characteristics of the artificial rain shall be in accordance with the requirements of IEC 60060-1.

NOTE When tests are made on insulators in the horizontal or inclined positions, an agreement should be reached between the purchaser and the manufacturer regarding the direction of rainfall.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 Montages pour les essais électriques

Les montages pour les essais électriques sur supports isolants dépendent de la nécessité de réaliser les essais aux chocs de manoeuvres (voir article 2.2) ou de reproduire les conditions de service. Tous les essais électriques sur un support isolant doivent être réalisés en utilisant un montage d'essai détaillé dans l'un des paragraphes suivants.

4.4.1 Montage normalisé du support isolant quand les essais aux chocs de manoeuvres ne sont pas demandés

Le support isolant doit être monté en position verticale sur un support métallique horizontal mis à la terre, constitué par un fer profilé en U dont les ailes sont tournées vers le bas. Ce support métallique doit avoir une largeur approximativement égale au diamètre de la ferrure de base du support isolant essayé et une longueur au moins égale à deux fois la hauteur de ce support isolant. Il doit être placé à au moins 1 m au-dessus du sol pour les supports isolants dont la hauteur n'est pas supérieure à 1,80 m; pour les supports isolants de plus grande hauteur la distance doit être d'au moins 2,50 m.

Au sommet du support isolant, on doit fixer un conducteur cylindrique maintenu dans un plan horizontal, perpendiculairement au profilé métallique sur lequel le support isolant est fixé. La longueur du conducteur doit être au moins égale à 1,5 fois la hauteur du support isolant et le conducteur doit dépasser l'axe d'au moins 1 m de chaque côté. Le diamètre du conducteur doit être approximativement de 1,5 % de la hauteur du support isolant avec un minimum de 25 mm.

La tension d'essai doit être appliquée entre le conducteur et le support métallique relié à la terre, la haute tension étant connectée à l'une des extrémités du conducteur.

Pendant l'essai aucun objet autre que ceux qui sont décrits dans cet article ne doit se trouver à une distance du sommet du support isolant inférieure à 1 m ou 1,5 fois la hauteur de support isolant, si cette valeur est supérieure à la première.

Le support isolant doit être équipé de tous les accessoires considérés comme nécessairement associés à l'isolateur et spécifiés comme tels par le fabricant.

4.4.2 Montage normalisé du support isolant quand les essais aux chocs de manœuvres sont demandés

Le support isolant doit être monté en position verticale sur un support métallique vertical mis à la terre. La face supérieure de ce support métallique doit, de préférence, avoir une surface carrée dont les côtés seront compris entre une et deux fois le diamètre de la ferrure de base du support isolant essayé. Des surfaces circulaires ou rectangulaires peuvent aussi être utilisées pourvu que leurs dimensions soient inscrites dans les dimensions prescrites pour la surface carrée. La forme du support sous la face supérieure du montage ne doit pas influencer, en principe, le résultat des essais et, pour s'assurer qu'il en est bien ainsi (particulièrement dans le cas des essais aux chocs de manoeuvres), aucune partie de la moitié supérieure du support ne doit déborder de la projection verticale de la face supérieure du montage.

La face supérieure du montage pour les supports isolants d'extérieur doit être placée à une hauteur *H* au-dessus du sol, conformément au tableau 2.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 Mounting arrangements for electrical tests

The mounting arrangements for electrical tests on post insulators depend on whether switching-impulse tests are required (see clause 2.2), and on whether service conditions are to be reproduced. All the electrical tests on a post insulator shall be carried out using the applicable mounting arrangement detailed in one of the following subclauses.

4.4.1 Standard mounting arrangement of a post insulator when switching impulse tests are not required

The post insulator shall be mounted vertically upright on a horizontal earthed metal support consisting of a U-channel section with the flanges pointing downwards. This metal support shall have a width about equal to the diameter of the mounting face of the post insulator under test and a length at least equal to twice the height of the post insulator, and shall be placed at least 1 m above ground for post insulators not higher than 1,80 m. For higher post insulators, the distance above ground shall be at least 2,50 m.

A cylindrial conductor, maintained in the horizontal plane, and perpendicular to the earthed support, shall be attached to the top of the post insulator. The length of the conductor shall be at least equal to 1,5 times the height of the post insulator and it shall extend at least 1 m on each side of the post insulator axis. The diameter of the conductor shall be approximately 1,5 % of the height of the post insulator, with a minimum of 25 mm.

The test voltage shall be applied between the conductor and the earthed support, the high-voltage connection being made at one end of the conductor.

During the test, no object other than those described in this clause shall be nearer to the top of the post insulator than 1 m or 1,5 times the height of the post insulator, whichever is the greater.

The post insulator shall be complete with those parts which are considered necessarily associated with the post insulator, and are specified as such by the manufacturer.

4.4.2 Standard mounting arrangement of a post insulator when switching impulse tests are required

The post insulator shall be mounted vertically upright on a vertical earthed metal support. The upper part of the metal support preferably shall have a square mounting surface, with the width of each side between one and two times the diameter of the metal fitting at the base of the post insulator under test. Round or rectangular mounting surfaces may also be used, provided that their dimensions are within those prescribed for the square mounting surface. The shape of the support below the mounting surface shall not influence the test result and to ensure that this is so (applicable to switching-impulse voltage tests in particular), no part of the support above 50 % of its height shall extend beyond the vertical projection of the mounting surface.

The mounting surface of the metal support of outdoor post insulators shall be placed at a height *H* above the ground, in accordance with table 2.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 2 – Hauteur du montage des supports isolants d'extérieur

Hauteur totale (*h*) du support isolant mm	**Hauteur (*H*) au-dessus du sol de la face supérieure du montage du support métallique** mm
$h \leq 2\,500$	2 500
$2\,500 < h \leq 3\,200$	3 000
$3\,200 < h \leq 4\,200$	4 000
$4\,200 <$	5 000

Un conducteur cylindrique horizontal doit être fixé au sommet du support isolant. La longueur de ce conducteur, de chaque côté de l'axe du support isolant, doit être au moins égale à 0,75 fois la hauteur du support isolant et, de préférence, au moins égale à la hauteur du support isolant pour les essais aux chocs de manoeuvres. Le diamètre du conducteur doit être compris entre 1,5 % et 2 % de la hauteur du support isolant. Pour éviter les amorçages aux deux extrémités du conducteur, chacune doit être protégée par un dispositif convenable (par exemple au moyen d'un anneau métallique).

La tension d'essai doit être appliquée entre le conducteur et le support relié à la terre, la haute tension étant connectée à l'une des extrémités du conducteur.

Pendant l'essai, aucun objet autre que ceux qui sont décrits dans cet article ne doit se trouver à une distance du sommet du support isolant inférieure à 1,5 fois la hauteur de celui-ci.

Le support isolant doit être équipé de tous les accessoires considérés comme nécessairement associés à l'isolateur et spécifiés comme tels par le fabricant.

NOTE 1 La hauteur *H* du support métallique mis à la terre est choisie de manière à donner la configuration d'essai optimale pour la comparaison de différents modèles de supports isolants quant à leur tenue aux chocs de manoeuvres.

NOTE 2 Les résultats de ces essais ne sont pas nécessairement valables pour la conception des équipements pour sous-stations car les supports isolants sont souvent montés sur des supports de hauteur inférieure. Dans ces cas, il peut être nécessaire de procéder à des essais conformément à 4.4.3

4.4.3 Montage pour tous les essais électriques quand les conditions de service doivent être reproduites

Après accord, les essais peuvent être exécutés dans des conditions se rapprochant le plus possible des conditions de service. L'acheteur et le fabricant doivent se mettre d'accord pour fixer jusqu'à quel point les conditions de service doivent être simulées, en tenant compte de tous les facteurs qui peuvent avoir une influence sur les résultats obtenus.

NOTE Dans ces conditions non normalisées, les caractéristiques peuvent être différentes des valeurs mesurées en utilisant les méthodes de montage normalisées. Les différences peuvent être importantes quand il s'agit de supports isolants de hauteur supérieure à 1,80 m spécialement pour les essais de chocs de manoeuvres, ou lorsque les hauteurs au-dessus du sol sont réduites (par exemple avec les supports isolants d'intérieur).

4.5 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec – Essai de type

Le support isolant doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 4.1, 4.2 et 4.4. Le générateur de chocs doit être réglé pour produire une onde de 1,2/50 (voir la CEI 60060-1).

On doit utiliser des chocs de polarités positive et négative. Cependant, lorsqu'il est évident qu'une polarité donnera la tension de contournement la plus basse, il suffit de faire l'essai avec cette polarité.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 2 – Mounting height of outdoor post insulators

Overall height (*h*) of post insulator mm	**Height (*H*) above ground of the mounting surface of the metal support** mm
$h \leq 2\,500$	2 500
$2\,500 < h \leq 3\,200$	3 000
$3\,200 < h \leq 4\,200$	4 000
$4\,200 <$	5 000

A horizontal cylindrical conductor shall be attached to the top of the post insulator. The length of the conductor, on each side of the post insulator axis, shall be at least equal to 0,75 times the height of the post insulator, and preferably at least equal to the height of the post insulator for switching-impulse voltage tests. The diameter of the conductor shall be between 1,5 % and 2 % of the height of the post insulator. To avoid sparkover from the two ends of the conductor, each end shall be protected by means of a suitable device (for instance, by means of a metal ring).

The test voltage shall be applied between the conductor and the earthed support, the high-voltage connection being made at one end of the conductor.

During the test, no object other than those described in this clause shall be nearer to the top of the post insulator than 1,5 times the height of the post insulator.

The post insulator shall be complete with those parts which are considered necessarily associated with the post insulator, and are specified as such by the manufacturer.

NOTE 1 The height *H* of the earthed metal support is chosen to give the optimum test configuration for comparison of the switching-impulse withstand behaviour of different post insulator designs.

NOTE 2 The results of these tests are not necessarily valid for the design of sub-station equipment, since post insulators are often mounted on supports of lower heights. In these cases, tests in accordance with 4.4.3 may be necessary.

4.4.3 Mounting arrangements when service conditions are to be represented

When so agreed, tests may be made under conditions representing service conditions as closely as possible. The extent to which service conditions are simulated shall be agreed between the purchaser and the manufacturer, taking into account all the factors which may influence the post insulator performance.

NOTE Under these non-standard conditions, the characteristics may differ from the values measured using the standard method of mounting. The difference may be considerable when dealing with post insulators with height greater than 1,80 m, especially in switching-impulse tests, or with reduced heights above ground (e.g. indoor post insulators).

4.5 Dry lightning-impulse withstand voltage test – Type test

The post insulator shall be tested under the conditions prescribed in clauses 4.1, 4.2 and 4.4. The impulse generator shall be adjusted to produce a 1,2/50 impulse (see IEC 60060-1).

Impulses of both positive and negative polarity shall be used. However, when it is evident which polarity will give the lower flashover voltage, it shall be sufficient to test with that polarity.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Deux méthodes d'essais sont d'usage courant pour l'essai de tenue aux chocs de foudre:

– la méthode de tenue à 15 chocs;
– la méthode de tension à 50 % de contournement.

NOTE La méthode de tension à 50 % de contournement donne plus d'informations.

Le choix de la méthode d'essai doit se faire par accord entre l'acheteur et le fabricant.

4.5.1 Essai de tenue utilisant la méthode de tenue

L'essai de tenue doit être effectué à la tension spécifiée en appliquant les facteurs de correction pour les conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir 4.2.2). Quinze chocs doivent être appliqués au support isolant.

4.5.1.1 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si le nombre de contournements n'est pas supérieur à deux.

Le support isolant ne doit pas être endommagé au cours de ces essais, mais de faibles traces sur la surface des parties isolantes ou des éclats dans le ciment ou les autres matériaux utilisés pour l'assemblage sont tolérés.

4.5.2 Essai de tenue utilisant la méthode de 50 % de contournement

La tension de tenue aux chocs de foudre doit être calculée à partir de la tension de 50 % de contournement déterminée par la méthode d'essai de montée et de descente décrite dans la CEI 60060-1. Celle-ci doit être corrigée selon 4.2.2.

4.5.2.1 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si la tension de 50 % de contournement aux chocs de foudre n'est pas inférieure à $(1/(1-1{,}3\ \sigma)) = 1{,}040$ fois la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre, où σ est l'écart type (supposé égal à 3 %).

Le support isolant ne doit pas être endommagé au cours de ces essais, mais de faibles traces sur la surface des parties isolantes ou des éclats dans le ciment ou les autres matériaux utilisés pour l'assemblage sont tolérés.

4.6 Essai de tenue aux chocs de manoeuvres à sec ou sous pluie – Essai de type

Le support isolant doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 4.1, 4.2, 4.4 et 4.3 pour les essais sous pluie. Le générateur de chocs doit être réglé pour produire une onde de 250/2 500 (voir la CEI 60060-1).

On doit utiliser des chocs de polarités positive et négative. Cependant, lorsqu'il est évident qu'une polarité donnera une tension de contournement plus basse, il suffira de réaliser l'essai avec cette polarité.

Deux méthodes d'essais sont d'usage courant pour l'essai de tenue aux chocs de manoeuvres:

– la méthode de tenue à 15 chocs;
– la méthode de tension de 50 % de contournement.

NOTE La méthode de tension de 50 % de contournement donne plus d'informations.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Two test procedures are in common use for the lightning impulse withstand test:

– the withstand voltage procedure with 15 impulses;

– the 50 % flashover voltage procedure.

NOTE The 50 % flashover voltage procedure gives more information.

The test procedure selected shall be agreed between the purchaser and the manufacturer.

4.5.1 Withstand voltage test using the withstand voltage procedure

The withstand voltage test shall be performed at the specified voltage corrected for the atmospheric conditions at the time of test (see 4.2.2). Fifteen impulses shall be applied to the post insulator.

4.5.1.1 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if the number of flashovers does not exceed two.

The post insulator shall not be damaged by these tests, but slight marks on the surface of the insulating parts, or chipping of the cement or other material used for assembly, shall be permitted.

4.5.2 Withstand voltage test using the 50 % flashover voltage procedure

The lightning-impulse withstand voltage shall be calculated from the 50 % lightning-impulse flashover voltage, determined by the up-and-down method described in IEC 60060-1. The 50 % lightning impulse voltage shall be corrected in accordance with 4.2.2.

4.5.2.1 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if the 50 % lightning-impulse flashover voltage is not less than $(1/(1-1{,}3\ \sigma)) = 1{,}040$ times the specified lightning-impulse withstand voltage, where σ is the standard deviation (assumed equal to 3 %).

The post insulator shall not be damaged by these tests, but slight marks on the surface of the insulating parts, or chipping of the cement or other material used for assembly, shall be permitted.

4.6 Dry or wet switching-impulse withstand voltage tests – Type test

The post insulator shall be tested under the conditions prescribed in clauses 4.1, 4.2, 4.4 and for wet tests, clause 4.3. The impulse generator shall be adjusted to produce a 250/2 500 impulse (see IEC 60060-1).

Impulses of both positive and negative polarity shall be used. However, when it is evident which polarity will give the lower flashover voltage, it shall be sufficient to test with that polarity.

Two test procedures are in common use for the switching-impulse withstand voltage test:

– the withstand voltage procedure with 15 impulses;

– the 50 % flashover voltage procedure.

NOTE The 50 % flashover voltage procedure gives more information.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le choix de la méthode d'essai doit se faire par accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE Il convient que les essais aux chocs de manoeuvres ne soient réalisés que sur les isolateurs destinés à des réseaux à courant alternatif dont la tension maximale est supérieure ou égale à 300 kV (voir article 2.2).

4.6.1 Essai de tenue utilisant la méthode de tenue

L'essai de tenue doit être effectué à la tension spécifiée corrigée en appliquant les facteurs de correction pour les conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir 4.2.2).

Quinze chocs doivent être appliqués au support isolant.

4.6.1.1 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si le nombre de contournements n'est pas supérieur à deux.

Le support isolant ne doit pas être endommagé au cours de ces essais, mais de faibles traces sur la surface des parties isolantes ou des éclats dans le ciment ou les autres matériaux utilisés pour l'assemblage sont tolérés.

4.6.2 Essai de tenue utilisant la méthode de 50 % de contournement

La tension de tenue aux chocs de manoeuvre à sec ou sous pluie doit être calculée à partir de la tension de 50 % de contournement, déterminée par la méthode d'essai de montée et de descente décrite dans la CEI 60060-1. Celle-ci doit être corrigée conformément à 4.2.2.

4.6.2.1 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si la tension de 50 % de contournement aux chocs de manoeuvre à sec ou sous pluie n'est pas inférieure à $(1/(1-1{,}3\ \sigma)) = 1{,}085$ fois la tension de tenue spécifiée aux chocs de manoeuvres à sec ou sous pluie, où σ est l'écart type (supposé égal à 6 %).

Le support isolant ne doit pas être endommagé au cours de ces essais, mais de faibles traces sur la surface des parties isolantes, ou des éclats dans le ciment ou les autres matériaux utilisés pour l'assemblage sont tolérés.

4.7 Essai de tenue à fréquence industrielle à sec – Essai de type (pour les supports isolants d'intérieur seulement)

4.7.1 Méthode d'essai

Le circuit d'essai doit être conforme à la CEI 60060-1.

Le support isolant doit être essayé dans les conditions d'essai prescrites aux articles 4.1, 4.2 et 4.4.

La tension d'essai appliquée au support isolant doit être la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle à sec, corrigée pour tenir compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir 4.2.2). La tension d'essai doit être maintenue à cette valeur pendant 1 min.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The test procedure selected shall be agreed between the purchaser and the manufacturer.

NOTE Switching-impulse voltage tests should only be made on insulators intended for use on a.c. systems with highest voltage of equipment equal to or above 300 kV (see clause 2.2).

4.6.1 Withstand voltage test using the withstand voltage procedure

The withstand voltage test shall be performed at the specified voltage corrected for the atmospheric conditions at the time of test (see 4.2.2).

Fifteen impulses shall be applied to the post insulator.

4.6.1.1 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if the number of flashovers does not exceed two.

The post insulator shall not be damaged by these tests, but slight marks on the surface of the insulating parts, or chipping of the cement or other material used for assembly, shall be permitted.

4.6.2 Withstand voltage using the 50 % flashover voltage procedure

The dry or wet switching-impulse withstand voltage shall be calculated from the 50 % switching-impulse flashover voltage determined by the up-and-down method described in IEC 60060-1. The 50 % switching impulse shall be corrected in accordance with 4.2.2.

4.6.2.1 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if the 50 % dry or wet switching-impulse flashover voltage is not less than $(1/(1-1{,}3\ \sigma)) = 1{,}085$ times the specified dry or wet switching impulse withstand voltage, where σ is the standard deviation (assumed equal to 6 %).

The post insulator shall not be damaged by these tests, but slight marks on the surface of the insulating parts, or chipping of the cement or other material used for assembly, shall be permitted.

4.7 Dry power-frequency withstand voltage test – Type test (applicable only to post insulators for indoor use)

4.7.1 Test procedure

The test circuit shall be in accordance with IEC 60060-1.

The post insulator shall be tested under the conditions prescribed in clauses 4.1, 4.2, and 4.4.

The test voltage to be applied to the post insulator shall be the specified dry power-frequency withstand voltage corrected for the atmospheric conditions at the time of test (see 4.2.2). The test voltage shall be maintained at this value for 1 min.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.7.2 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si aucun contournement ou perforation ne se produit pendant l'essai.

4.7.3 Tension de contournement à fréquence industrielle à sec

Pour avoir plus d'information et après accord entre l'acheteur et le fabricant, on peut déterminer la tension de contournement à sec du support isolant en augmentant progressivement la tension à partir d'environ 75 % de la tension de tenue à fréquence industrielle à sec avec un taux d'accroissement d'environ 2 % de cette tension par seconde. La tension de contournement est la moyenne arithmétique de cinq déterminations consécutives et la valeur qui doit être notée est cette moyenne, corrigée en fonction des conditions atmosphériques (voir 4.2.2).

4.8 Essai de tenue à fréquence industrielle sous pluie – Essai de type (pour les supports isolants d'extérieur seulement)

4.8.1 Méthode d'essai

Le circuit d'essai doit être conforme à la CEI 60060-1.

Le support isolant doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4.

La tension d'essai appliquée au support isolant doit être la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie, corrigée pour tenir compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir 4.2.2). La tension d'essai doit être maintenue à cette valeur pendant 1 min.

4.8.2 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si aucun contournement ou perforation ne se produit pendant l'essai.

NOTE Si un contournement se produit sur l'isolateur en essai, un deuxième essai peut alors être effectué sur la même unité, après vérification des conditions de pluie.

4.8.3 Tension de contournement à fréquence industrielle sous pluie

Pour plus d'information et après accord entre l'acheteur et le fabricant on peut également déterminer la tension de contournement sous pluie du support isolant en augmentant progressivement la tension à partir d'environ 75 % de la tension de tenue sous pluie à fréquence industrielle avec un taux d'accroissement d'environ 2 % de cette tension par seconde. La tension de contournement sous pluie est la moyenne arithmétique de cinq déterminations consécutives et la valeur qui doit être notée est cette moyenne corrigée en fonction des conditions atmosphériques (voir 4.2.2).

4.9 Essai de perforation – Essai sur prélèvements

Cet essai n'est applicable qu'aux supports isolants de type 4) et 5), (voir 2.1.1).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.7.2 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if no flashover or puncture occurs during the test.

4.7.3 Dry power-frequency flashover voltage

To provide information, when agreed between the purchaser and the manufacturer, the dry flashover voltage of the post insulator may be determined by increasing the voltage gradually, from about 75 % of the dry power-frequency withstand voltage with a rate of rise of about 2 % of this voltage per second. The dry flashover voltage is the arithmetic mean of five consecutive readings, and the value, after correction to standard atmospheric conditions (see 4.2.2), shall be recorded.

4.8 Wet power-frequency withstand voltage test – Type test (applicable only to post insulators for outdoor use)

4.8.1 Test procedure

The test circuit shall be in accordance with IEC 60060-1.

The post insulator shall be tested under the conditions prescribed in clauses 4.1, 4.2, 4.3 and 4.4.

The test voltage to be applied to the post insulator shall be the specified wet power-frequency withstand voltage corrected for the atmospheric conditions at the time of test (see 4.2.2). The test voltage shall be maintained at this value for 1 min.

4.8.2 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if no flashover or puncture occurs during the test.

NOTE If flashover occurs on the insulator tested, then a second test on the same unit may be performed, after verifying the rain conditions.

4.8.3 Wet power-frequency flashover voltage

To provide information, when agreed between the purchaser and the manufacturer, the wet flashover voltage of the post insulator may be determined by increasing the voltage gradually, from about 75 % of the wet power-frequency withstand voltage with a rate of rise of about 2 % of this voltage per second. The wet flashover voltage is the arithmetic mean of five consecutive readings, and the value, after correction to standard atmospheric conditions (see 4.2.2), shall be recorded.

4.9 Puncture test – Sample test

This test is applicable only to post insulators in design categories 4) and 5) (see 2.1.1).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.9.1 Méthode d'essai

L'essai de perforation doit être un essai électrique à fréquence industrielle.

Le support isolant, préalablement nettoyé et séché, doit être immergé dans un récipient contenant un diélectrique apte à empêcher des décharges superficielles sur le support isolant. Si le récipient est métallique, ses dimensions doivent être telles qu'aucun contournement ne se produise. La température moyenne du diélectrique doit être voisine de la température ambiante.

La tension d'essai doit être appliquée entre les parties normalement soumises à la tension de service. Lors de l'immersion dans le diélectrique, on doit éviter la formation de poches d'air sous les ailettes du support isolant.

La tension doit être élevée aussi rapidement que le permet la lecture de l'appareil de mesure jusqu'à la tension de perforation minimale spécifiée.

NOTE Il n'est pas possible de définir exactement les propriétés du diélectrique d'immersion, mais il est souhaitable qu'il soit légèrement conducteur (résistivité de l'ordre de 10^6 Ωm à 10^8 Ωm).

4.9.2 Critère d'acceptation

Le support isolant subit l'essai avec succès si aucune perforation ne se produit en dessous de la valeur minimale de perforation spécifiée.

NOTE Le fait qu'un fragment se détache du bord d'une ailette ou que l'isolateur se détériore sous l'action de la chaleur due à une décharge superficielle ne sera pas considéré comme une perforation.

4.9.3 Tension de perforation

Pour plus d'information et sur demande spéciale, la tension peut être augmentée jusqu'à la perforation et sa valeur doit être notée.

4.10 Essai électrique individuel

4.10.1 Supports isolants cylindriques à armatures métalliques internes de type 4) et supports isolants à capot et embase de type 5) (voir 2.1.1)

Les supports isolants ou éléments de support isolant en céramique ou en verre recuit doivent être soumis à une tension alternative appliquée en permanence à travers les parties normalement soumises à des contraintes électriques en service.

La tension alternative peut être à fréquence industrielle ou à haute fréquence.

Quand la tension d'essai est à fréquence industrielle, elle doit être appliquée pendant 3 min à 5 min consécutives et elle doit être suffisamment élevée pour provoquer des contournements fréquents ou sporadiques (à des intervalles de quelques secondes).

Quand la tension d'essai est à haute fréquence, elle doit être une tension alternative, amortie de façon appropriée, d'une fréquence comprise entre 100 kHz et 500 kHz. La tension d'essai doit être appliquée pendant au moins 3 s consécutives et doit être suffisamment élevée pour provoquer un contournement continu. Une tension à fréquence industrielle appliquée aux isolateurs pendant 2 min, ou tout autre moyen approprié doit être utilisé pour déceler une perforation de l'isolateur intervenue pendant ou après l'essai à haute fréquence.

Tout isolateur qui est perforé pendant cet essai doit être éliminé.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.9.1 Test procedure

The puncture test shall be a power-frequency voltage test.

The insulator, after having been cleaned and dried, shall be completely immersed in a tank containing a suitable insulating medium to prevent surface discharges on it. If the tank is made of metal, its dimensions shall be such that it provides adequate clearance to ensure that no flashover occurs. The insulating medium temperature shall be at about room temperature.

The test voltage shall be applied between those parts which normally have the operating voltage between them. During immersion in the insulating medium, precautions shall be taken to avoid air pockets under the sheds of the insulator.

The test voltage shall be raised, as rapidly as is consistent with its value being indicated by the measuring instrument, to the specified minimum puncture voltage.

NOTE It is not possible to define exactly the properties of the insulating medium, but one desirable property is a slight conductivity (resistivity of the order of 10^6 Ωm to 10^8 Ωm).

4.9.2 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if puncture does not occur below the specified minimum puncture voltage.

NOTE A fragment breaking away from the rim of a shed or damage to the insulator due to the heat of a surface discharge should not be considered as a puncture.

4.9.3 Puncture voltage

To provide further information when requested, the voltage may be raised until puncture occurs, and its value shall be recorded.

4.10 Routine electrical test

4.10.1 Cylindrical post insulators with internal metal fittings, design category 4), and pedestal post insulators, design category 5) (see 2.1.1)

Post insulators, or post insulator units in ceramic material or annealed glass, shall be subjected to a continuously applied alternating voltage across the parts normally subjected to electrical stress in service.

The alternating voltage may be at power frequency, or at high frequency.

When using power frequency, the test voltage shall be applied for 3 min to 5 min consecutively, and shall be sufficiently high to produce sporadic or occasional flashover (every few seconds).

When using high frequency, this shall be a suitably damped alternating voltage, with a frequency between 100 kHz and 500 kHz. The test voltage shall be applied for at least 3 s consecutively, and shall be sufficiently high to cause continuous flashover. A power-frequency voltage applied to the insulators for 2 min, or any other suitable means, shall be used to detect puncture of the insulator, during or after the high-frequency test.

Post insulators which puncture during the test shall be rejected.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Cet essai, sauf spécification contraire, doit être fait après l'essai mécanique individuel de façon à éliminer les isolateurs dont certaines parties pourraient avoir été endommagées pendant l'essai mécanique.

NOTE Pour certaines conceptions des supports isolants à capot et embase (type 5), il peut ne pas être possible d'appliquer l'essai ci-dessus. Après accord entre l'acheteur et le fabricant au moment de la commande, l'essai sur un isolateur complètement assemblé peut alors être remplacé par un essai sur les parties isolantes avant assemblage.

4.10.2 Supports isolateurs creux de type 2) (voir 2.1.1)

Les parties en céramique de tels isolateurs doivent être soumises à un essai électrique individuel avant assemblage. Il s'agit d'appliquer de manière permanente une tension à fréquence industrielle à travers la barrière intégrée en céramique, en utilisant une électrode placée dans la cavité en contact avec la barrière. La tension d'essai doit être appliquée pendant au moins 3 min consécutives et être suffisament élevée pour provoquer des contournements fréquents ou sporadiques (à des intervalles de quelques secondes).

Les parties en céramique qui sont perforées pendant cet essai doivent être éliminées.

Section 5: Méthodes d'essai pour les essais mécaniques et autres essais

Cette section donne les méthodes d'essais et les prescriptions relatives aux essais mécaniques et aux autres essais des supports isolants. L'application de ces essais est donnée dans la section 6.

5.1 Vérification des dimensions – Essai de type et sur prélèvements

Les dimensions des supports isolants doivent être conformes aux dessins qui s'y rapportent. Une attention particulière doit être apportée aux dimensions affectant l'interchangeabilité auxquelles s'appliquent des tolérances particulières (par exemple hauteurs spécifiées dans la CEI 60273 et dimensions des trous lisses ou taraudés).

5.1.1 Prescriptions générales

Sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, les dimensions pour lesquelles aucune tolérance spéciale n'est spécifiée doivent respecter les tolérances suivantes:

$\pm(0{,}04\ d + 1{,}5)$ mm pour $d \leq 300$

$\pm(0{,}025\ d + 6)$ mm pour $d > 300$

où d est la dimension contrôlée en millimètres.

5.1.2 Tolérances sur ligne de fuite

Les mesures de ligne de fuite doivent correspondre aux dimensions spécifiées sur le dessin du support isolant, même si celles-ci sont supérieures à celles qui sont spécifiées initialement par l'acheteur.

La ligne de fuite doit respecter les tolérances suivantes:

– quand la ligne de fuite est spécifiée comme étant une valeur nominale incluant une valeur minimale nominale donnée dans la CEI 60273:

  $\pm(0{,}04\ d + 1{,}5)$ mm;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Unless otherwise specified, this test shall be carried out after the mechanical routine test, in order to eliminate insulators which may have been partially damaged in the mechanical test.

NOTE For certain designs of pedestal post insulator (design category 5)), it may not be possible to apply the test described above. By agreement between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering, the test on the assembled insulator may then be replaced by a test on the insulating components before assembly.

4.10.2 Cavity core cylindrical post insulators, design category 2) (see 2.1.1)

The ceramic parts of such insulators shall be subject to a routine electrical test before assembly. The test shall consist of a continuously applied power frequency, applied across the integral ceramic barrier using an electrode placed in the cavity in contact with the barrier. The test voltage shall be applied for at least 3 min consecutively, and shall be sufficiently high to produce sporadic or occasional flashover (every few seconds).

Ceramic parts which puncture during this test shall be rejected.

Section 5: Test procedures for mechanical and other tests

This section gives the test procedures and requirements for mechanical and other testing of post insulators. The application of these tests is given in section 6.

5.1 Verification of the dimensions – Type and sample test

The dimensions of the post insulators shall be checked in accordance with the relevant drawings. Particular attention shall be given to dimensions affecting interchangeability, to which special tolerances apply (e.g. height as specified in IEC 60273, and the dimensions of plain or tapped holes).

5.1.1 General requirements

Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, dimensions for which no special tolerance is specified shall be subject to the following tolerances:

$\pm(0{,}04\ d + 1{,}5)$ mm when $d \leq 300$

$\pm(0{,}025\ d + 6)$ mm when $d > 300$

where d is the checked dimension in millimetres.

5.1.2 Creepage distance tolerances

The measurement of creepage distance shall be related to the design dimension as specified on the post insulator drawing, even though this dimension may be greater than originally specified by the purchaser.

The creepage distance shall be subject to the following tolerances:

– when the creepage distance is specified as a nominal value, including a minimum nominal value as given in IEC 60273:

  $\pm(0{,}04\ d + 1{,}5)$ mm;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– quand la ligne de fuite est spécifiée comme étant une valeur minimale, il ne doit pas y avoir de tolérance négative et la tolérance positive doit être de:

$2 \times (0{,}04\ d + 1{,}5)$ mm.

5.1.3 Tolérances spéciales

Sur tous les supports isolants, sauf accord particulier, les tolérances sur la hauteur, la dimension des trous (lisses ou taraudés), le parallélisme entre les faces d'extrémités, l'excentricité et le décalage angulaire des trous de fixation doivent être conformes à la CEI 60273.

La flèche propre d'un élément de support isolant ne doit pas être supérieure à:

$(1{,}5 + 0{,}008\ h)$ mm

où h est la hauteur de l'élément de support isolant exprimé en millimètres.

NOTE Des méthodes pratiques de mesure du parallélisme entre les faces d'extrémités, de l'excentricité, de l'alignement des trous de fixation et de la flèche propre, sont indiquées dans l'annexe A.

5.1.4 Angle d'ailette

L'angle moyen de l'inclinaison de la surface supérieure des ailettes sur le support isolant doit être mesuré quand le dessin indique que le dessus d'ailette est plat. L'angle moyen d'inclinaison doit respecter la tolérance de ±3°.

Les mesures doivent être faites dans quatre directions perpendiculaires sur trois ailettes situées approximativement au sommet, au milieu et à la base du support isolant.

La valeur moyenne calculée des 12 mesures doit être comparée à la valeur spécifiée sur le dessin.

NOTE 1 Une méthode pratique de mesure de l'angle d'ailette est donnée dans l'annexe A.

NOTE 2 Il n'est pas possible de faire cette mesure si le dessin de l'isolateur indique que le dessus d'ailette n'est pas plat.

5.1.5 Critère d'acceptation

Le support isolant est conforme si les dimensions mesurées respectent les valeurs requises, en tenant compte des tolérances permises.

Si la ligne de fuite mesurée au cours de l'essai de prélèvement est supérieure à la valeur spécifiée majorée de la tolérance positive autorisée, le lot peut être tout de même accepté après accord entre l'acheteur et le fabricant.

5.2 Essai de rupture mécanique – Essai de type et sur prélèvements

5.2.1 Prescriptions générales

Les essais de rupture mécanique ont pour but de déterminer la tenue d'un support isolant soumis à des contraintes mécaniques de flexion, torsion, traction ou compression.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– when the creepage distance is specified as a minimum value, there shall be no negative tolerance, and the positive tolerance shall be

  $2 \times (0{,}04\ d + 1{,}5)$ mm.

5.1.3 Special tolerances

On all post insulators, unless otherwise agreed, the tolerances on height, size of holes (plain or tapped), parallelism of end faces, eccentricity, and angular deviation of fixing holes shall be in accordance with the requirements of IEC 60273.

The camber of a post insulator unit shall be not greater than:

$(1{,}5 + 0{,}008\ h)$ mm

where h is the height of the post insulator unit in millimetres.

NOTE Suitable methods for testing parallelism of end faces, eccentricity, alignment of post insulator unit fixing holes, and camber are indicated in annex A.

5.1.4 Shed angle

The mean angle of slope of the upper surface of sheds on the post insulator shall be measured when the design drawing shows a straight line connecting the radii at the inner and outer ends of the shed. The mean angle of a slope shall be subject to a tolerance of ±3°.

Measurements shall be made in four mutually perpendicular directions on three sheds, located approximately at the top, middle, and bottom of the post insulator.

The mean value of the 12 measurements shall be calculated and compared with the value specified on the drawing.

NOTE 1 A suitable method for measuring shed angle is indicated in annex A.

NOTE 2 When the design drawing shows the upper surface of the sheds as curved, it is not possible to measure the shed angle.

5.1.5 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if the measured dimensions meet the specified requirements, including permitted tolerances.

If, when measuring the creepage distance in the sample tests, the actual value exceeds the specified value by more than the permitted positive tolerances, the lot may be accepted by agreement between the purchaser and the manufacturer.

5.2 Mechanical failing load test – Type and sample test

5.2.1 General requirements

Mechanical failing load tests are intended to determine the strength of a post insulator when subject to mechanical loads in bending, torsion, tension, or compression.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

L'essai de robustesse mécanique d'un support isolant doit consister en un ou plusieurs des quatre essais suivants:

– essai de flexion;
– essai de traction;
– essai de torsion;
– essai de compression.

Sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, l'essai de rupture mécanique doit être réalisé en flexion.

NOTE Il convient que le choix du type d'essai mécanique prenne en compte les conditions de service de l'isolateur.

Un support isolant essayé à la valeur de rupture mécanique ne doit pas être utilisé en service.

5.2.2 Dispositifs de montage

Le support isolant doit être monté sur une base rigide ou une charpente capable de résister sans déformation sensible aux efforts auxquels elle sera soumise pendant l'essai. Les boulons ou tiges de même résistance mécanique doivent être utilisés pour les essais de type et sur prélèvements. S'ils sont détachables, la résistance mécanique de ces parties peut être augmentée pour les essais de rupture mécanique du support isolant.

5.2.3 Dispositif d'application des charges

La charge doit être appliquée progressivement à partir d'une valeur au plus égale à la moitié de la charge de rupture spécifiée et doit être augmenté jusqu'à ce que la valeur de rupture spécifiée soit atteinte.

Pour plus d'information et sur demande spéciale, la charge doit être augmentée et jusqu'à ce que la charge de rupture mécanique définie en 1.3.10 soit atteinte. La valeur de la charge doit être notée.

NOTE Il y a lieu que la charge soit augmentée rapidement mais régulièrement jusqu'à environ 50 % de la charge de rupture spécifiée; ensuite la vitesse d'accroissement de la charge par minute peut être comprise entre 35 % et 100 % de la charge de rupture spécifiée, jusqu'à ce que celle-ci soit atteinte, ou, si cela est demandé, jusqu'à la charge réelle de rupture.

5.2.4 Essai de flexion

5.2.4.1 Procédure d'essai

Le support isolant, ou l'élément support isolant doit être soumis à une charge de flexion pour vérifier la charge de rupture mécanique P_0, P_X ou P_{50} comme cela est spécifié dans la CEI 60273, ou selon le cas le moment de flexion M au niveau de la partie métallique supérieure.

Lorsque la position de chaque élément de l'isolateur est identifiée séparément, l'essai peut être fait sur le support isolant complet ou sur chaque élément.

Si le même élément peut être utilisé dans différentes positions sur le support isolant complet, un essai doit être fait sur chaque élément individuel.

La charge doit être appliquée de telle manière que sa direction passe par l'axe du support isolant et soit perpendiculaire à celui-ci.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The test for the mechanical strength of a post insulator shall consist of one or more of the following four tests:

– bending test;
– tensile test;
– torsion test;
– compressive test.

Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, the mechanical failing load test shall be the bending test.

NOTE The choice of the test for mechanical strength should take into account the service application of the insulator.

A post insulator, which has been tested to its specified mechanical failing load, shall not subsequently be used in service.

5.2.2 Mounting arrangements

The post insulator shall be mounted on a rigidly fixed base or frame, capable of withstanding, without appreciable deformation, the loads to which it will be subjected during the test. The same strength attachment bolts or fixing studs shall be used in type and sample tests. If the bolts or studs are separable, the strength of these parts can be increased when testing for the failing load of the post insulator.

5.2.3 Loading arrangements

The load shall be applied gradually, starting from a value not greater than half the specified mechanical failing load, and shall be increased until the specified mechanical failing load is reached.

To provide information when specially requested, the load shall be increased until the actual mechanical failing load as defined in 1.3.10 is reached. The value of the load shall be recorded.

NOTE The load should be increased from zero rapidly but smoothly up to approximately 50 % of the specified mechanical failing load and then shall be gradually increased at a rate of increase between 35 % and 100 % of the specified mechanical failing load per min until the specified failing load is reached, or when requested, the actual failing load is reached.

5.2.4 Bending test

5.2.4.1 Test procedure

The post insulator or post insulator unit shall be subjected to a bending load to verify the mechanical failing load P_0, P_x or P_{50}, as specified in IEC 60273, or when required, the bending moment M at the top metal fitting.

When the position of each unit in the post is uniquely identified, the test may be carried out on the complete post insulator, or on individual units.

If the same type of unit can be employed in different positions in the complete post, then a test shall be carried out on each individual unit.

The load shall be applied so that the direction of loading passes through the axis of the post insulator, and is perpendicular to it.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2.4.2 Essais sur supports isolants complets

Lorsque l'on fait un essai sur un support isolant complet, les conditions suivantes doivent êtres appliquées:

– la charge P_0 doit être vérifiée en appliquant une charge à l'extrémité libre du support;

– les charges P_x et P_{50} doivent être vérifiées en utilisant une rallonge supplémentaire de manière à appliquer la charge à une distance x mm ou 50 mm respectivement au-dessus de la face supérieure de l'isolateur.

5.2.4.3 Essais sur éléments individuels

Lorsque l'on fait un essai sur les éléments individuels, chaque type d'élément doit être essayé avec une rallonge supplémentaire, si nécessaire, pour permettre une application de la charge au-dessus du sommet dans les conditions suivantes:

– lorsque la charge P_0 est spécifiée, la longueur de la rallonge doit être égale à la hauteur du ou des l'élément(s) qu'elle remplace;

– lorsque la charge P_x est spécifiée, la longueur de la rallonge doit permettre de simuler l'application d'une charge à une distance x mm au-dessus de la face supérieure du support isolant complet.

Si deux ou plusieurs éléments du support isolant sont du même type, les longueurs des rallonges doivent êtres basées sur la position de l'élément le plus bas.

5.2.4.4 Essais sur ferrures de têtes

Lorsque l'on fait un essai pour vérifier le moment de flexion M au niveau de la ferrure de tête, une rallonge doit être utilisée pour appliquer une charge au-dessus de l'isolateur de manière telle que le moment de flexion conformément à la CEI 60273, ou convenu entre l'acheteur et le fabricant, soit atteint.

Les valeurs normalisées du moment de flexion M conformément à la note de la colonne 9 du tableau IV de la CEI 60273 sont:

$M = 0{,}5\ P_0 h$ pour les supports isolants C4-60 jusqu'à C20-650.

Ce moment peut être obtenu en appliquant une charge $P_x = 0{,}5\ P_0$ à une hauteur de x mm au-dessus de l'isolateur à condition que l'isolateur soit conçu suivant une progression linéaire de l'effort, de la ferrure de tête jusqu'à $P_0 h$ à la base.

$M = 0{,}2\ P_0 h$ pour les supports isolants C2-750 jusqu'à C10-2550.

Ce moment peut être obtenu par une combinaison adaptée de la charge P_x à une hauteur x respectant une progression linéaire de l'effort.

S'il y a une demande de progression linéaire du moment sur l'isolateur de la valeur spécifiée M au niveau de la ferrure de tête jusqu'à $P_0 h$ à la base, cela doit être convenu entre l'acheteur et le fabricant au moment de la commande.

NOTE Par accord entre l'acheteur et le fabricant, le moment de flexion M au niveau de la ferrure de tête peut être vérifié en montant le support isolant à l'envers et en appliquant une charge à l'extrémité libre. Cette méthode peut également être appliquée quand le support n'est pas conçu avec une progression linéaire de la résistance mécanique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2.4.2 Tests on complete post insulators

When testing complete post insulators, the following conditions shall apply:

– the load P_0 shall be verified by applying a load to the free end of the post insulator;

– the loads P_x and P_{50} shall be verified by using an extension piece to apply a load at a distance x mm or 50 mm respectively above the top face of the insulator.

5.2.4.3 Tests on individual units

When testing individual units, each type of unit shall be tested with an extension piece, if necessary, to enable the load to be applied above its top face, according to the following conditions:

– when the load P_0 is specified, the extension piece shall be equal in length to the height of the unit(s) which it replaces;

– when the load P_x is specified, the extension piece shall be of suitable length to simulate the application of a load at a distance x mm above the top face of the complete post insulator.

If two or more units in the post insulator are of the same type, the lengths of the extension pieces shall be based on the position of the lower or lowest unit.

5.2.4.4 Tests on top metal fittings

When testing to verify the bending moment M at the top metal fitting, an extension piece shall be used to apply a load above the top face of the insulator, so that the bending moment, either as required by IEC 60273, or as agreed between the purchaser and the manufacturer, is achieved.

The standard values of the bending moment M, according to the note to column 9 of table IV of IEC 60273, are:

$M = 0{,}5\ P_0 h$ for post insulators C4-60 to C20-650.

This moment may be achieved by applying a load $P_x = 0{,}5\ P_0$ at a height x mm above the top face of the insulator, provided the post is designed with a linear progression in strength from the top metal fitting to $P_0 h$ at the bottom.

$M = 0{,}2\ P_0 h$ for post insulators C2-750 to C10-2550.

This moment may be achieved by a suitable combination of load P_x at a height x, again observing the requirement for linear progression in strength.

The requirement, if any, for a linear progression in strength of the post insulator, from the specified value of M at the top metal fitting to $P_0 h$ at the bottom shall be agreed between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering.

NOTE By agreement between the purchaser and the manufacturer the bending moment M at the top metal fitting may be verified by mounting the post insulator in the inverted position, and applying a load at the free end. This method may also be used when the post is not designed with linear progression of mechanical strength.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2.5 Essai de torsion

Le couple de torsion doit être appliqué au support isolant en évitant tout effort de flexion. La robustesse en torsion d'un support isolant peut être déterminée par un essai sur un seul élément (le type le moins résistant si le support isolant en comprend plus d'un).

5.2.6 Essai de traction

La charge de traction doit être appliquée au support isolant suivant son axe. La robustesse en traction d'un support isolant peut être déterminée par un essai sur un seul élément (le type le moins résistant si le support isolant en comprend plus d'un).

5.2.7 Essai de compression

La charge de compression doit être appliquée au support isolant suivant son axe. La robustesse en compression d'un support isolant comprenant deux éléments peut être déterminée par un essai sur un seul élément (le type le moins résistant si le support isolant en comprend plus d'un). Il peut être nécessaire de faire l'essai sur le support complet lorsque celui-ci est de grande longueur et risque de casser par flambage.

5.2.8 Critère d'acceptation

Le support isolant satisfait à l'essai si la charge de rupture mécanique est atteinte.

5.3 Mesure de la flèche sous charge – Essai particulier de type

Cet essai, quand il est considéré nécessaire, doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

Quand l'essai est réalisé, le support isolant complet doit être soumis à une charge de flexion appliquée soit à son extrémité libre soit à une rallonge (voir 5.2.4). La flèche doit être mesurée à la surface supérieure du support isolant, et pendant l'augmentation de la charge, la flèche doit être notée pour des valeurs de charge égales à 20 %, 50 % et 70 % de la charge de rupture mécanique spécifiée.

5.4 Essai de résistance aux variations brusques de température – Essai sur prélèvements

5.4.1 Conditions générales

a) L'essai doit être réalisé sur des éléments séparés du support isolant avant l'essai de rupture mécanique.

b) La quantité d'eau contenue dans les cuves d'essai doit être suffisante pour que l'immersion des supports isolants ne provoque pas une variation de la température de l'eau supérieure à ±5 K.

c) Les récipients intermédiaires peuvent être utilisés pendant l'immersion des isolateurs dans le bain chaud ou froid s'ils ont la forme de paniers métalliques de faible masse thermique et s'ils permettent un libre accès de l'eau.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2.5 Torsion test

The post insulator shall be subjected to a torsional load, avoiding any bending moment. The torsional strength of a post insulator may be determined by a test on a single post insulator unit (of the lowest strength type, if the post insulator comprises more than one type).

5.2.6 Tensile test

The post insulator shall be subjected to a tensile load along its axis. The tensile strength of a post insulator may be determined by a test on a single post insulator unit (of the lowest strength type, if the post insulator comprises more than one type).

5.2.7 Compressive test

The post insulator shall be subjected to a compressive load along its axis. The compressive strength of a two-unit post insulator may be determined by a test on a single post insulator unit (of the lower strength type, if the post insulator comprises more than one type). Longer post insulators (which may fail by buckling) may need a test on a complete post insulator.

5.2.8 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if the specified mechanical failing load is reached.

5.3 Test for deflection under load – Special type test

This test, when considered necessary, is subject to agreement between the purchaser and the manufacturer.

When the test is made, the complete post insulator shall be subjected to a bending load applied either to the free end, or to an extension piece (see 5.2.4). Deflection shall be measured at the top surface of the insulator, and as the load is increased, deflections shall be recorded when the load reaches 20 %, 50 %, and 70 % of the specified mechanical failing load.

5.4 Temperature cycle test – Sample test

5.4.1 General requirements

a) The test shall be made on individual post insulator units prior to the mechanical failing load test.

b) The quantity of water in each test tank shall be sufficiently large for the immersion of the insulators not to cause a temperature variation of more than ±5 K in the water.

c) Intermediate containers may be used during the immersion of insulators in the hot or cold water bath, provided that they are in the form of a wire mesh basket having a low thermal mass, and allowing free access for the water.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.4.2 Essai applicable aux supports isolants en céramique ou en verre trempé

Les supports isolants avec, s'il y a lieu, toutes leurs parties métalliques, doivent être plongés brusquement et entièrement dans un bain maintenu à une température supérieure de 50 K à celle de l'eau froide utilisée plus tard pour l'essai et rester immergés pendant (15 + 0,7 *m*) min et au maximum 30 min (*m* étant la masse de l'isolateur en kilogrammes). Ils doivent être ensuite retirés et plongés brusquement et entièrement dans le bain d'eau froide. Ils doivent rester immergés dans ce bain pendant le même nombre de minutes.

Cette alternance du chaud et du froid doit être exécutée trois fois de suite. La durée de passage d'un bain à l'autre doit être aussi brève que possible et ne doit pas dépasser 1 min.

Après le troisième cycle, les isolateurs doivent être examinés pour vérifier qu'ils ne sont pas fendus et qu'ils n'ont subi aucun dommage. Pour les isolateurs de type 2), 4) et 5) (voir 2.1.1), un essai à fréquence industrielle doit aussi être appliqué suivant la procédure décrite en 4.10.1.

5.4.3 Essai applicable aux supports isolants en verre recuit

Les supports isolants en verre recuit avec, s'il y a lieu, toutes leurs parties métalliques, doivent être plongés brusquement et entièrement sans l'intermédiaire d'aucun récipient dans un bain d'eau maintenu à une température supérieure de θ K à celle de la pluie artificielle qui sera utilisée plus tard pour l'essai; ils doivent rester immergés pendant 15 min dans ce bain. Ils sont ensuite retirés et exposés rapidement pendant 15 min à une pluie artificielle d'un débit de 3 mm/min, sans autres spécifications.

Cette alternance de chaud et de froid doit être exécutée trois fois de suite. La durée de passage du bain chaud à la pluie, ou inversement, ne doit pas dépasser 1 min.

L'aptitude du verre recuit à tenir à des variations brusques de température dépend d'un grand nombre de facteurs, l'un des plus importants étant la composition du verre. Pour ces isolateurs, sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, la différence de température θ doit être:

30 K pour les verres siliceux;

70 K pour les verres borosilicates.

Après le troisième cycle, les supports isolants doivent être examinés pour vérifier qu'ils ne sont pas fendus et qu'ils n'ont subi aucun dommage. Pour les isolateurs de type 2), 4) et 5) (voir 2.1.1) un essai électrique à fréquence industrielle doit aussi être appliqué suivant la procédure décrite en 4.10.1.

5.4.4 Critères d'acceptation

Le support isolant satisfait à l'essai s'il n'est ni fendu ni cassé mécaniquement et dans le cas des supports isolants de type 2), 4) et 5), aucune perforation ne doit se produire pendant l'essai à fréquence industrielle. L'isolateur doit satisfaire aux exigences de l'essai mécanique de rupture (article 5.2).

5.5 Essai individuel de choc thermique (seulement sur les parties en verre trempé)

Les parties en verre trempé, avant assemblage ou avant scellement des ferrures, doivent être brusquement et entièrement plongées dans de l'eau dont la température ne dépasse pas 50 °C, après avoir été chauffées par de l'air chaud ou tout autre moyen convenable à une température uniforme d'au moins 100 K supérieure à celle de l'eau.

Les parties en verre trempé qui cassent pendant l'essai doivent être rejetées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.4.2 Test applicable to post insulators composed of ceramic material or toughened glass

Post insulators with integral metal fittings, if any, shall be quickly and completely immersed in a water bath maintained at a temperature 50 K higher than that of the cold bath used later in the test, and left submerged for (15 + 0,7 *m*) min with a maximum of 30 min (where *m* is the mass of the post insulator in kilograms). They shall then be withdrawn, and quickly and completely immersed in the cold water bath where they shall remain submerged for the same number of minutes.

This heating and cooling cycle shall be performed three times in succession. The time taken to transfer from either bath to the other shall be as short as possible, and shall not exceed 1 min.

On completion of the third cycle, the insulators shall be examined to verify that they are not cracked, or otherwise damaged. For insulators in design categories 2), 4) and 5) (see 2.1.1), a power-frequency voltage shall also be applied according to the procedure described in 4.10.1.

5.4.3 Test applicable to post insulators composed of annealed glass

Post insulators composed of annealed glass with their integral metal fittings, if any, shall be quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in a water bath maintained at a temperature θ K higher than that of the artificial rain which is used later in the test, and left submerged for a period of 15 min in this bath. They shall then be withdrawn, and quickly exposed for 15 min to artificial rain of intensity 3 mm/min, without any other specified characteristics.

The heating and cooling cycle shall be performed three times in succession. The time taken to transfer from the hot bath to the rain, or inversely, shall not exceed 1 min.

The ability of annealed glass to withstand a change of temperature is dependent on a number of factors, one of the most important being its composition. For these insulators, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, the temperature difference θ shall be:

30 K for soda lime glasses;

70 K for borosilicate glasses.

On completion of the third cycle, the insulators shall be examined to verify that they are not cracked, or otherwise damaged. For insulators in design categories 2), 4) and 5) (see 2.1.1) a power-frequency voltage shall also be applied, according to the procedure described in 4.10.1.

5.4.4 Acceptance criteria

The post insulator passes the test if there is no cracking or mechanical breakage, and in the case of post insulators in design categories 2), 4) and 5), no puncture occurs during the power-frequency voltage test. The insulator shall then meet the requirements of the mechanical failing load test (clause 5.2).

5.5 Routine thermal shock test (applicable only to toughened glass insulating parts)

The toughened glass parts, before assembly or mounting of metal fittings, shall be quickly and completely immersed in water at a temperature not exceeding 50 °C, after having been heated by hot air or other suitable means, to a uniform temperature at least 100 K higher than that of the water.

Toughened glass parts which break during this test shall be rejected.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.6 Vérification de l'absence de porosité – Essai sur prélèvements (pour les supports isolants en céramique seulement)

5.6.1 Procédure d'essai

Des fragments de céramique provenant des isolateurs, ou après accord, des pièces représentatives cuites à côté des isolateurs, doivent être plongés dans une solution à 3 % de colorant rouge/violet de type Methin (tel que Astrazon ou Basonil[1]) ou dans l'alcool méthylique ou l'alcool éthylique, et qui est soumise à une pression d'au moins 15 MPa pendant une durée telle que le produit de la pression en mégapascals par le nombre d'heures ne soit pas inféreur à 180.

Les fragments doivent ensuite être retirés de la solution, lavés, séchés et brisés à nouveau.

5.6.2 Critère d'acceptation

L'examen à l'oeil nu des surfaces des cassures récentes ne doit révéler aucune pénétration du colorant. On ne doit pas tenir compte de la pénétration du colorant dans les petites fissures produites lors de la préparation initiale des fragments.

5.7 Vérification de la qualité de la galvanisation – Essai sur prélèvements

Sauf spécifications contraires indiquées ci-après, les normes ISO suivantes sont applicables pour l'exécution de cet essai:

ISO 1459, ISO 1460, ISO 1461, ISO 1463, ISO 2064, ISO 2178.

NOTE Bien qu'il soit difficile d'établir une recommandation générale, il est possible d'effectuer d'une façon satisfaisante la réparation de la galvanisation de petites surfaces endommagées, par exemple au cours d'une manutention excessivement brutale: il convient de faire cette réparation de préférence par l'utilisation de bâtons de soudure d'alliage de zinc à bas point de fusion étudiés pour cet usage. Il convient que l'épaisseur du revêtement réparé soit au moins égale à celle de la couche de galvanisation. La dimension maximale pour laquelle une telle réparation paraît acceptable dépendra, dans une certaine mesure, de la nature de la pièce en acier ou en fonte et de ses dimensions, mais comme indication générale, on peut dire qu'une surface de 40 mm^2 est convenable, 100 mm^2 étant le maximum pour les grandes armatures d'isolateur. Toutefois, la réparation du revêtement endommagé n'est permise que dans des cas exceptionnels sur défauts mineurs et après accord entre l'acheteur et le fabricant. Il est à noter que la réparation au moyen de bâtons de soudure n'est possible que sur les armatures ferreuses détachées parce que la température de celles-ci durant le traitement serait trop élevée pour autoriser cette méthode sur les isolateurs assemblés.

5.7.1 Procédures d'essai

Les parties ferreuses doivent être soumises au contrôle d'aspect suivi par la détermination de la masse du revêtement utilisant la méthode d'essai magnétique. En cas de divergence d'opinions sur les résultats de la méthode magnétique, un essai décisif doit être effectué:

– soit par la méthode gravimétrique pour les pièces moulées ou forgées et après accord pour les rondelles; dans ce cas, on applique les prescriptions de l'ISO 1460;

– soit par la méthode microscopique pour les boulons, écrous et rondelles; dans ce cas, on applique les prescriptions de l'ISO 1463.

NOTE Par accord entre l'acheteur et le fabricant au moment de la commande, d'autres méthodes d'essai peuvent être utilisées, par exemple l'essai par immersion dans une solution de sulfate de cuivre ou la méthode gazométrique, mais l'acheteur et le fabricant devront préalablement s'être entendus sur le choix d'une méthode, son application et les conditions générales de l'essai. Il existe de nombreuses références bibliographiques pour décrire la méthode de mesure de la continuité d'une couche de zinc par immersion dans une solution de sulfate de cuivre.

---

[1] Astrazon et Basonil sont des exemples de produits appropriés disponibles sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif des produits ainsi désignés.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.6 Porosity test – Sample test (applicable only to ceramic post insulators)

5.6.1 Test procedure

Ceramic fragments from the insulators or, by agreement, from representative pieces of ceramic fired adjacent to the insulators, shall be immersed in a 3 % solution of red/violet Methin dye (such as Astrazon or Basonil[1]) in either methyl alcohol or ethyl alcohol, under a pressure of not less than 15 MPa for a time such that the product of the test duration in hours and the test pressure in megapascals is not less than 180.

The fragments shall then be removed from the solution, washed, dried and again broken.

5.6.2 Acceptance criteria

Examination with the naked eye of the freshly broken surfaces shall not reveal any dye penetration. Penetration into small cracks formed during the initial breaking shall be ignored.

5.7 Galvanizing test – Sample test

Unless otherwise specified below, the following ISO standards are applicable for the performance of this test:

ISO 1459, ISO 1460, ISO 1461, ISO 1463, ISO 2064, ISO 2178.

NOTE Although it is difficult to give a general recommendation, it is possible to repair satisfactorily the zinc coating on small areas damaged, for instance, by excessively rough treatment: the repair should be carried out by means of low melting-point zinc alloy repair rods made for this purpose. The thickness of the renovated coating should be at least equal to the thickness of the galvanized layer. The maximum size of the areas for which such a repair is acceptable will depend, to some extent, on the kind of ferrous part and its dimensions, but for general guidance, an area of 40 mm^2 is suggested as being suitable, 100 mm^2 being the maximum for large insulator fittings. Nevertheless, repair of the damaged coating is permitted only in exceptional cases of minor faults, after agreement between the purchaser and the manufacturer. It should be noted that repair by means of repair rods is possible only on loose ferrous parts, because the temperature of the ferrous part during this treatment will be too high to permit use of this method for assembled insulators.

5.7.1 Test procedures

The ferrous parts shall be subjected to the appearance test, followed by the determination of the coating mass using the magnetic test method. In case of difference of opinion about the results by the magnetic method, a decisive test shall be done:

– either by the gravimetric method for castings and forgings and for washers by agreement; in this case the requirements of ISO 1460 are used;

– or by the microscopical method for bolts, nuts, and washers; in this case, the requirements of ISO 1463 are used.

NOTE By agreement between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering, other test methods can be used, for instance, the test by immersion in copper sulphate solution, or the gazometric method. The agreement should determine the choice of one method, its application, and the general testing conditions. There exist many bibliographic references to describe the test method for measuring the continuity of a zinc coating by immersion in copper sulphate solution.

---

[1] Astrazon and Basonil are examples of suitable products available commercially. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of these products.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.7.1.1 Aspect

Les parties ferreuses doivent être examinées visuellement.

5.7.1.2 Détermination de la masse du revêtement par la méthode magnétique

Cet essai doit être effectué dans les conditions d'essai prescrites dans l'ISO 2178, en particulier la section 4: Facteurs influençant la précision de mesure et la section 5: Calibrage des instruments de mesure. Ces sections sont très importantes pour obtenir des résultats précis.

Sur chaque échantillon à essayer, on doit réaliser de trois à dix mesures suivant ses dimensions. Ces mesures doivent être réparties uniformément et au hasard sur tout l'échantillon en évitant les bords et les parties angulaires.

NOTE La détermination de la masse du revêtement par la méthode magnétique est non destructive, suffisamment exacte, simple, rapide, et dans la plupart des cas adéquate. Cette méthode est donc spécifiée comme essai de base.

5.7.2 Critères d'acceptation

5.7.2.1 Critères d'acceptation pour le contrôle d'aspect

Le revêtement doit être continu, aussi uniforme et lisse que possible (cela afin d'éviter de se blesser au cours des manutentions) et dépourvu de tout ce qui peut nuire à l'emploi prévu de la pièce revêtue (voir 5.4.2 de l'ISO 1459).

De légers manques de galvanisation peuvent être admis. La surface maximale d'une tache non recouverte peut être de 4 mm^2; mais la surface totale non recouverte ne doit pas être supérieure à:

– 0,5 % de la surface totale approximative de la partie métallique quand celle-ci est inférieure à 4 000 mm^2;

– 20 mm^2 quand la surface totale est comprise entre 4 000 mm^2 et 100 000 mm^2;

– 0,02 % de la surface totale approximative de la partie métallique quand celle-ci dépasse 100 000 mm^2; dans ce cas la surface maximale d'une tache non recouverte peut être de 7 mm^2.

Le revêtement doit être suffisamment adhérent pour supporter une manipulation correspondant à l'emploi courant de la pièce, sans fissuration ni écaillage.

NOTE Les pièces ferreuses avec filetage sont galvanisées après filetage. Les écrous et les trous pour vis sont taraudés après galvanisation, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fabricant. Après taraudage, il convient que les filetages internes soient protégés par une couche suffisante d'huile, de graisse ou tout autre produit adéquat.

5.7.2.2 Critères d'acceptation pour la valeur de la masse du revêtement

La valeur de la masse du revêtement résultant de la moyenne arithmétique des mesures ne doit pas être inférieure à celle qui est spécifiée ci-après.

Les valeurs minimales normalisées suivantes sont applicables, sauf si l'acheteur et le fabricant se sont mis préalablement d'accord sur des valeurs plus élevées dans le cas où le matériel est utilisé dans des conditions particulèrement sévères.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.7.1.1 Appearance

The ferrous parts shall be submitted to a visual inspection.

5.7.1.2 Determination of the coating mass by the magnetic test method

This test shall be made under the conditions prescribed in ISO 2178, in particular section 4: Factors affecting the measuring accuracy, and section 5: Calibration of measuring instruments. These sections are very important in order to obtain accurate measurements.

On each sample to be tested, three to ten measurements shall be carried out, according to its dimensions. These measurements shall be uniformly and randomly distributed over the whole surface, avoiding edges and sharp points.

NOTE The determination of the coating mass by the magnetic method is non-destructive, simple, quick, sufficiently exact, and in most cases adequate. Therefore, this method is specified as the basic test.

5.7.2 Acceptance criteria

5.7.2.1 Acceptance criteria for the appearance test

The coating shall be continuous, as uniform and smooth as possible (in order to prevent injury during handling), and free from anything that is detrimental to the stated use of the coated object (see 5.4.2 of ISO 1459).

Small uncoated spots are permissible. The maximum area of an uncoated spot may be 4 mm^2; but the whole uncoated surface shall be not more than:

– 0,5 % of the approximate total surface of the ferrous metal part when the total surface is less than 4 000 mm^2;

– 20 mm^2 when the total surface is between 4 000 mm^2 and 100 000 mm^2;

– 0,02 % of the approximate total surface of the ferrous metal part when the total surface exceeds 100 000 mm^2, in which case the maximum area of an uncoated spot may be 7 mm^2.

The coating shall be sufficiently adherent to withstand handling consistent with the normal use of the article without peeling or flaking.

NOTE Ferrous parts with screw-threads are galvanized after threading. Nuts and tapped holes are tapped after galvanizing, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer. After tapping, the internal threads should be protected by an adequate coating of oil, grease, or other suitable product.

5.7.2.2 Acceptance criteria for the value of coating mass

The coating mass value given by the arithmetic average of measurements shall be not less than the minimum value specified below.

The following standard minimum values are applicable, unless the purchaser and manufacturer have agreed beforehand on higher values if the insulators are to be used in unusually severe conditions.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Masse moyenne minimale du revêtement:

– pour les pièces moulées ou forgées, en fonte et en acier:
  600 g/m^2 sur l'ensemble des échantillons, avec 500 g/m^2 sur chaque échantillon;
– pour les boulons, écrous et rondelles:
  375 g/m^2 sur l'ensemble des échantillons, avec 300 g/m^2 sur chaque échantillon.

NOTE A titre indicatif, les valeurs ci-dessus correspondent approximativement aux épaisseurs suivantes:

600 g/m^2 = 85 µm

500 g/m^2 = 70 µm

375 g/m^2 = 54 µm

300 g/m^2 = 43 µm

Toutefois, si la moyenne sur l'ensemble des échantillons est satisfaisante et s'il n'y a qu'un seul échantillon sur lequel la valeur moyenne n'est pas satisfaisante, on fait une contre-épreuve avec la même méthode suivant les conditions de 3.4.2. Si le résultat de l'essai sur chaque échantillon est satisfaisant, mais que la valeur moyenne de l'ensemble des échantillons n'est pas satisfaisante, un essai décisif doit être fait soit par la méthode gravimétrique soit par la méthode microscopique (voir 5.7.1).

5.8 Examen visuel individuel

Chaque isolateur doit être examiné. L'assemblage des parties métalliques sur les parties isolantes doit être conforme aux dessins.

5.8.1 Supports isolants avec parties isolantes en matière céramique

La couleur de l'isolateur doit correspondre sensiblement à la couleur spécifiée sur le dessin. De légères variations dans la teinte de l'émail sont autorisées et ne peuvent faire l'objet d'un refus. Cela est également applicable aux parties où l'émail est moins épais, donc plus clair, telles que les bords à faible rayon.

Les surfaces spécifiées sur le dessin comme devant être émaillées doivent être recouvertes d'un émail lisse et dur, sans craquelure ni autres défauts préjudiciables à une bonne tenue en service.

Les défauts d'émail correspondent à des endroits sans émail, à des éclats, à des inclusions dans l'émail et à des piqûres.

Les tolérances sur défauts d'aspect indiquées ci-après sont appliquées sur chaque élément du support isolant.

La surface totale des défauts d'émail, pour chaque élément du support isolant, ne doit pas dépasser:

$$100 + \frac{D \times F}{2\,000} \quad \text{mm}^2$$

La surface de chaque défaut d'émail ne doit pas dépasser:

$$50 + \frac{D \times F}{20\,000} \quad \text{mm}^2$$

où

D est le plus grand diamètre de l'élément, exprimé en millimètres et

F est la longueur de la ligne de fuite de l'élément, exprimée en millimètres.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Minimum average coating mass:

– for iron and steel castings and forgings:
  600 g/m^2 for all samples, with 500 g/m^2 on any individual sample;
– for bolts, nuts, and washers:
  375 g/m^2 for all samples, with 300 g/m^2 on any individual sample.

NOTE For guidance, the approximate thicknesses equivalent to the above values are:

600 g/m^2 = 85 µm

500 g/m^2 = 70 µm

375 g/m^2 = 54 µm

300 g/m^2 = 43 µm

However, if the average value for all samples is satisfactory, and if the average value of only one individual sample is not satisfactory, a retest is made by the same procedure as in 3.4.2. If the result for each individual sample is satisfactory, but the average value for the samples is not satisfactory, a decisive test shall be made by either the gravimetric or the microscopical method (see 5.7.1).

5.8 Routine visual inspection

Each post insulator shall be examined. The mounting of the metallic fittings on the insulating parts shall be in accordance with the drawings.

5.8.1 Post insulators with ceramic insulating parts

The colour of the post insulator shall correspond approximately to the colour specified on the drawing. Some variation in the shade of the glaze is permitted, and shall not justify rejection of the post insulator. This is valid also for areas where the glaze is thinner and therefore lighter, for example, on edges with small radii.

The areas to be glazed, as specified on the drawing, shall be covered by a smooth and shining hard glaze, free from cracks and other defects prejudicial to satisfactory performance in service.

Glaze defects are spots without glaze, chips, inclusions in the glaze, and pinholes.

The tolerances on visual defects indicated below apply to each post insulator unit.

The total area of glaze defects on each post insulator unit shall not exceed:

$$100 + \frac{D \times F}{2\,000} \quad \text{mm}^2$$

The area of any single glaze defect shall not exceed:

$$50 + \frac{D \times F}{20\,000} \quad \text{mm}^2$$

where

D is the greatest diameter of the insulator unit, in millimetres and

F is the creepage distance of the insulator unit, in millimetres.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Sur le fût d'un élément de support isolant cylindrique, des défauts de surface de type éclat ou craquelure ne sont pas autorisés. Des zones sans émail sont acceptées jusqu'à une surface de 25 mm^2; des petites inclusions dans l'émail sont également permises.

Des inclusions dans l'émail (par exemple, grains de sable sur l'ailette supérieure) ne doivent pas avoir une surface supérieure à 25 mm^2 et aucune d'entre elles ne doit dépasser de plus de 2 mm de la surface.

Des accumulations d'inclusions (par exemple, grains de sable) sont considérées comme un défaut d'émail unique. La surface de leur enveloppe doit être incluse dans la surface totale des défauts d'émail.

De très petites piqûres dans l'émail d'un diamètre inférieur à 1,0 mm (par exemple, celles qui sont dues aux particules de poussière pendant l'émaillage) ne doivent pas être incluses dans la surface totale des défauts d'émail. Cependant, il ne doit pas y avoir plus de 15 piqûres sur une surface de 50 mm × 10 mm. D'autre part, le nombre total de piqûres sur l'élément de support isolant ne doit pas excéder:

$$50 + \frac{D \times F}{1\,500}$$

où D et F sont définis ci-dessus.

5.8.2 Supports isolants avec parties isolantes en verre

Les parties isolantes ne doivent présenter aucun défaut de surface, tel que pli, soufflure, etc., préjudiciable à une bonne tenue en service et il ne doit pas y avoir dans le verre de bulles d'un diamètre supérieur à 5 mm.

5.9 Essai mécanique individuel

L'essai mécanique individuel applicable à un support isolant est défini en fonction du type (voir 2.1.1) et de la hauteur de l'isolateur.

5.9.1 Supports isolants cylindriques de type 1), 2) et 6) et d'une hauteur nominale *h* >770 mm

5.9.1.1 Supports isolants assemblés

L'essai mécanique individuel doit être un essai de flexion fait sur le support isolant complet. L'isolateur doit être monté sur une base rigide et la charge appliquée à l'extrémité libre de l'isolateur dans une direction perpendiculaire à l'axe de l'isolateur.

NOTE L'essai mécanique individuel peut être fait sur des éléments individuels. Dans ce cas, il convient que le fabricant assure que la charge d'essai et les contraintes de flexion sont correctes par rapport au support isolant complet, en utilisant, par exemple, des rallonges de la même longueur que l'élément situé au-dessus du support isolant en essai.

Si l'acheteur le demande, par exemple si le moment de flexion spécifié dépasse les valeurs de la note de la colonne 9, tableau IV de la CEI 60273, un moment de flexion de routine doit être appliqué à la ferrure de tête en tant qu'essai individuel normal ou d'essai supplémentaire.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

On the core of a cylindrical post insulator unit, surface defects such as chips and cracks are not permitted. Areas up to 25 mm^2 without glaze as well as small inclusions in the glaze are permitted.

Inclusions in the glaze (for example, sand grains on the upper shed) shall also not exceed a total area of 25 mm^2, nor shall any single inclusion protrude more than 2 mm from the surface.

Accumulations of inclusions (for example, grains of sand) are considered as a single glaze defect. The area of their surrounding envelope shall be included in the total area of glaze defects.

Very small pinholes, of diameter less than 1,0 mm in the glaze (for example, those caused by particles of dust during glazing), shall not be included in the total area of glaze defects. However, in any area 50 mm × 10 mm the number of pinholes shall not exceed 15. Furthermore, the total number of pinholes on the post insulator unit shall not exceed:

$$50 + \frac{D \times F}{1\,500}$$

where D and F are as defined above.

5.8.2 Post insulators with glass insulating parts

The insulating parts shall have no surface defects such as folds, blow holes, etc., prejudicial to satisfactory performance in service, and there shall be no bubbles in the glass greater than 5 mm in diameter.

5.9 Routine mechanical test

The routine mechanical test applicable to a post insulator is determined by the design category (see 2.1.1) and height of the insulator.

5.9.1 Cylindrical post insulators in design categories 1), 2) and 6) with a nominal height *h* >770 mm

5.9.1.1 Assembled post insulators

The routine mechanical test shall be a bending test carried out on the complete post insulator. The insulator shall be mounted on a rigid base, and the test load applied at the free end of the insulator in a direction perpendicular to the axis of the insulator.

NOTE The routine mechanical test may be carried out on individual post insulator units. In this case, the manufacturer should ensure that the test load and bending stresses are correctly related to the complete post insulator, e.g. by using extension pieces of the same length as the unit(s) above the post insulator unit under test.

If required by the purchaser, e.g. if the specified bending moment is in excess of the requirements of the note to column 9 of table IV of IEC 60273, a routine bending moment test shall be applied to the top metal fitting, either as part of the normal routine test, or as an additional test.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.9.1.1.1 Essai mécanique individuel sur un support isolant complet

La charge d'essai normale doit être égale à 50 % de la charge de rupture mécanique spécifiée. On doit l'appliquer successivement pendant 3 s dans quatre directions perpendiculaires.

En variante, selon accord entre l'acheteur et le fabricant lors de la commande, un essai de flexion avec une charge allant jusqu'à 70 % de la charge de rupture mécanique peut être appliqué en plusieurs directions, avec un temps minimal de 3 s dans chaque direction.

NOTE Il y a lieu que cet accord entre l'acheteur et le fabricant prenne en compte les effets possibles de ces essais sur les joints entre la porcelaine ou le verre et les ferrures.

5.9.1.1.2 Essai mécanique individuel sur la ferrure de tête

La méthode d'essai dépend des demandes pour la robustesse spécifiées par l'acheteur

– Lorsque l'acheteur a demandé une répartition linéaire de l'effort de 0,5 P_0h ou 0,2 P_0h (conformément à la désignation de l'isolateur support) à P_0h, l'essai de routine doit être effectué sur l'isolateur complet en utilisant une rallonge. La longueur de la rallonge et la charge appliquée doivent être ajustées de manière à obtenir le moment de flexion demandé conformément à 5.9.1.1.1, à la base de l'isolateur.
– Si aucune demande de répartition linéaire du moment n'est faite, il peut ne pas être possible de réaliser l'essai mécanique individuel sur tout le support isolant en utilisant une rallonge. Dans ce cas, et aussi si le moment de flexion au niveau de la ferrure de tête a une importance particulière, un essai complémentaire, s'il est demandé par l'acheteur, doit se faire sur l'élément supérieur. Les modalités de l'essai, soit avec une rallonge, soit avec l'élément en position inversée, doivent être convenues au moment de la commande.

5.9.1.1.3 Essai mécanique individuel demandé pour une utilisation particulière

En cas d'utilisation particulière, l'acheteur et le fabricant peuvent convenir d'une autre méthode d'essai individuel par exemple: essai de torsion, essai de traction, ou essai en compression. Les modalités d'essai doivent être convenues au moment de la commande.

5.9.1.2 Supports isolants non scellés

Une variante à l'essai individuel de flexion sur un support isolant scellé peut consister, après accord entre l'acheteur et le fabricant, en un essai mécanique individuel sur les parties isolantes d'un support isolant cylindrique ou sur un élément de support isolant avant scellement. Dans ce cas, les charges de flexion doivent être appliquées dans plusieurs directions. Elles doivent être suffisamment élevées pour s'assurer que les contraintes de flexion obtenues dans chaque position sur toute la longueur libre ou non soutenue de la partie isolante soient équivalentes à au moins 70 % et qu'elles ne soient pas supérieures à 100 % de la contrainte dans cette position correspondant à la valeur de rupture spécifiée.

NOTE 1 Les méthodes applicables pour l'essai mécanique individuel sur des éléments isolants non scellés sont indiquées en annexe B.

NOTE 2 Il convient de noter que cet essai ne permet pas de vérifier les ferrures ou le scellement du support isolant.

5.9.2 Supports isolants cylindriques de type 1), 2), 3), 4) et 6) et d'une hauteur nominale $h \leq 770$ mm

Sauf accord entre l'acheteur et le fabricant, il n'est pas nécessaire de réaliser d'essai mécanique individuel sur les supports isolants cylindriques d'une hauteur nominale ≤770 mm. Dans le cas où l'essai mécanique individuel est requis, il s'agira normalement d'un essai de traction ou de flexion. Les détails doivent être définis lors de la commande.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.9.1.1.1 Routine mechanical test on complete post

The normal test load shall be equal to 50 % of the specified mechanical failing load. It shall be applied in four mutually perpendicular directions, each for a minimum time of 3 s.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering, a bending test with a load up to 70 % of the specified mechanical failing load may be applied in more than one direction, each for a minimum time of 3 s.

NOTE This agreement between the purchaser and the manufacturer should take into account the possible effects of higher test loads on the integrity of the joints between the porcelain or glass parts and the metal fittings.

5.9.1.1.2 Routine mechanical test on the top metal fitting

The test procedure used depends on the strength requirements specified by the purchaser.

– When the purchaser has specified a requirement for linearity in strength progression from 0,5 P_0h or 0,2 P_0h (according to the designation of the post insulator) to P_0h the routine test shall be conducted on the complete insulator, using an extension piece. The length of the extension piece and the applied load shall be adjusted to achieve the required bending moment, according to 5.9.1.1.1 at the bottom of the post insulator.

– When the purchaser has not specified a requirement for linearity in strength progression, it may not be possible to carry out the routine mechanical test on the complete post insulator, using an extension piece. In this case, and also when the bending strength at the top metal fitting is of special importance, an additional test, if required by the purchaser, shall be made on the top unit. The details of the test, either using an extension piece, or testing with the unit inverted, shall be agreed at the time of ordering.

5.9.1.1.3 Routine mechanical test determined by service applications

When required by service applications, the purchaser and the manufacturer may agree to a different form of routine test e.g. a torsion test, a tensile test, or a compressive test. The details shall be agreed at the time of placing the order.

5.9.1.2 Unassembled post insulators

As an alternative to a routine bending test on an assembled post insulator, the routine mechanical test may, by agreement between the purchaser and the manufacturer, be made on the insulating part of a cylindrical post insulator or post insulator unit, prior to assembly. In this case, bending loads shall be applied in several directions. They shall be of sufficient magnitude to ensure that the bending stress achieved at each position along the free or unsupported length of the insulating part is equivalent to at least 70 % and does not exceed 100 % of the stress at that position corresponding to the specified mechanical failing load.

NOTE 1 Suitable methods for routine mechanical testing of unfitted insulator units are indicated in annex B.

NOTE 2 It should be noted that this test does not verify the metal fittings or the assembly of the post insulator.

5.9.2 Cylindrical post insulators in design categories 1), 2), 3), 4) and 6) with a nominal height $h \leq 770$ mm

Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, a routine mechanical test need not be carried out on cylindrical post insulators with a nominal height $h \leq 770$ mm. If a routine mechanical test is required, then it normally shall be a tensile test or a bending test, and the details shall be agreed at the time of ordering.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.9.3 Supports isolants à capot et embasse de type 5)

L'essai mécanique individuel doit être normalement réalisé en traction. La charge d'essai doit être égale à 30 % de la charge de rupture mécanique spécifiée en traction et doit être appliquée pendant une durée minimale de 3 s.

L'essai mécanique individuel sur supports isolants de type 4) et 5) doit être réalisé avant l'essai électrique individuel.

5.9.4 Critère d'acceptation

Après l'essai mécanique individuel, chaque support isolant doit être soigneusement examiné. Tout isolateur endommagé, y compris ceux dont les parties métalliques sont cassées ou font apparaître un début de descellement, doit être rejeté.

Section 6: Essais applicables aux supports isolants

6.1 Essais de type

6.1.1 Essais normalisés

Les essais suivants doivent être réalisés pour autant qu'ils soient applicables, une seule fois pour un support isolant donné et suivant l'article 3.3 et le paragraphe 3.1.1:

a) essai de tenue aux chocs de foudre à sec (article 4.5);

b) essai de tenue aux chocs de manoeuvres à sec (article 4.6) – cet essai n'est applicable qu'aux supports isolants pour l'intérieur;

c) essai de tenue aux chocs de manoeuvres sous pluie (article 4.6) – cet essai n'est applicable qu'aux supports isolants pour l'extérieur;

d) essai de tenue à fréquence industrielle à sec (article 4.7) – cet essai n'est applicable qu'aux supports isolants pour l'intérieur;

e) essai de tenue à fréquence industrielle sous pluie (article 4.8) – cet essai n'est applicable qu'aux supports isolants pour l'extérieur;

f) essai de rupture mécanique (article 5.2).

NOTE Les essais de type normalisés applicables à chaque type de support isolant sont résumés dans le tableau 3 (article 6.4).

6.1.2 Essais spéciaux

Les essais suivants peuvent également être réalisés après accord entre l'acheteur et le fabricant:

– essai de flèche sous charge (article 5.3);

– essai de perturbations radioélectriques (voir la CEI 60437);

– essai de pollution artificielle (voir la CEI 60507).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.9.3 Pedestal post insulators, design category 5)

The routine mechanical test normally shall be a tensile test. The test load shall be equal to 30 % of the specified mechanical failing load applied in tension for a minimum time of 3 s.

The routine mechanical test on post insulators in design categories 4) and 5) shall be carried out before the routine electrical test.

5.9.4 Acceptance criteria

After the routine mechanical test, each post insulator shall be carefully examined. Any damaged insulator, including those in which the metal fittings have broken, or have started to become detached, shall be rejected.

Section 6: Tests applicable to post insulators

6.1 Type tests

6.1.1 Standard tests

The following tests shall be performed, as applicable, once only for a given post insulator in accordance with clause 3.3 and subclause 3.1.1:

a) dry lightning impulse withstand voltage test (clause 4.5);

b) dry switching impulse withstand voltage test (clause 4.6) – this test is applicable only to post insulators for indoor use;

c) wet switching impulse withstand voltage test (clause 4.6) – this test is applicable only to post insulators for outdoor use;

d) dry power-frequency withstand voltage test (clause 4.7) – this test is applicable only to post insulators for indoor use;

e) wet power-frequency withstand voltage test (clause 4.8) – this test is applicable only to post insulators for outdoor use;

f) mechanical failing load test (clause 5.2).

NOTE The standard type tests applicable to each design category of post insulator are summarized in table 3 (clause 6.4).

6.1.2 Special tests

The following tests may also be performed when agreed between the purchaser and the manufacturer:

– test for deflection under load (clause 5.3);

– radio interference test (see IEC 60437);

– artificial pollution test (see IEC 60507).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.2 Essais sur prélèvements

Les essais suivants doivent être réalisés, pour autant qu'ils soient applicables sur le nombre de supports isolants sélectionnés au hasard sur le lot et conformément à 3.4.1:

a) vérification des dimensions (article 5.1);

b) essai de résistance aux variations brusques de température (article 5.4);

c) essai de rupture mécanique (article 5.2);

d) essai de perforation (article 4.9) pour les supports isolants de type 4) et 5) uniquement (voir 2.1.1);

e) vérification de l'absence de porosité (article 5.6) pour les isolateurs en céramique seulement;

f) vérification de la qualité de la galvanisation (article 5.7).

Chaque support isolant sélectionné doit être soumis aux essais a), b), e) (pour les isolateurs en céramique) et f).

La répartition du nombre d'isolateurs prélevés par type d'essai de rupture mécanique (flexion, torsion, traction et compression) et le nombre d'isolateurs pour essai de perforation doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant. En l'absence de toute condition spéciale de service, l'essai de rupture mécanique doit être normalement un essai de flexion.

Dans le cas où un support isolant ou une partie métallique ne satisfait pas au critère d'acceptation des essais de prélèvement à effectuer, la procédure de contre-épreuve (voir 3.4.2) doit être appliquée.

NOTE Les essais sur prélèvements applicables à chaque type de support isolant sont résumés dans le tableau 4 (article 6.4).

6.3 Essais individuels

Chaque support isolant doit subir les essais suivants, lorsqu'ils sont applicables, effectués dans l'ordre indiqué:

a) essai individuel de choc thermique seulement pour les parties en verre trempé (article 5.5);

b) examen visuel individuel (article 5.8);

c) essai électrique individuel (voir 4.10.2) pour les composants céramiques des supports isolants creux, du type 2) (voir 2.1.1);

d) essai mécanique individuel (article 5.9);

e) essai électrique individuel (voir 4.10.1) pour les supports isolants de type 4) et 5) uniquement (voir 2.1.1).

NOTE 1 On attire l'attention sur le fait que des essais aux ultrasons peuvent être effectués sur des supports isolants cylindriques pour détecter des fentes et des fissures internes. La fréquence des ultrasons peut être comprise entre 0,8 MHz et 5 MHz. L'essai est effectué suivant l'axe du support isolant avant la fixation des parties métalliques, et éventuellement après accord dans une direction perpendiculaire à cet axe. Une certaine expérience est nécessaire pour l'interprétation des résultats des essais aux ultrasons et, par conséquent, des modalités précises d'essais ne peuvent pas encore être adoptées comme norme de la CEI.

NOTE 2 Les essais individuels applicables à chaque type de support isolant sont résumés dans le tableau 5 (article 6.4).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.2 Sample tests

The following sample tests shall be performed as applicable on the number of post insulators selected at random from the lot, in accordance with 3.4.1:

a) verification of the dimensions (clause 5.1);

b) temperature cycle test (clause 5.4);

c) mechanical failing load test (clause 5.2);

d) puncture test (clause 4.9) for post insulators in design categories 4) and 5) only (see 2.1.1);

e) porosity test (clause 5.6) for ceramic insulators only;

f) galvanizing test (clause 5.7).

Each of the selected post insulators shall be subjected to tests a), b), e) (for ceramic insulators), and f).

The distribution of the selected number of samples between the different mechanical failing load tests (bending, torsion, tensile, and compressive), and the number of insulators for puncture test, shall be agreed between the purchaser and the manufacturer. In the absence of any special service factors, the mechanical failing load test normally shall be a bending test.

In the event of a post insulator or metal fitting failing to meet the acceptance criterion of any of the applicable sample tests, the relevant retest procedure (see 3.4.2) shall be applied.

NOTE The sample tests applicable to each design category of post insulator are summarized in table 4 (clause 6.4).

6.3 Routine tests

Every post insulator shall be subjected to the applicable tests carried out in the following order:

a) routine thermal shock test (clause 5.5) for toughened glass parts only;

b) routine visual examination (clause 5.8);

c) routine electrical test (see 4.10.2) for the ceramic components of cavity core post insulators, design category 2) (see 2.1.1);

d) routine mechanical test (clause 5.9);

e) routine electrical test (see 4.10.1) for post insulators in design categories 4) and 5) only (see 2.1.1).

NOTE 1 Attention is drawn to the fact that ultrasonic tests may be used on cylindrical post insulators to detect internal flaws and cracks. The ultrasonic frequencies may be between 0,8 MHz and 5 MHz. The test is carried out along the axis of the post insulator before mounting of the metallic parts, and also, if agreed, in a direction perpendicular to the axis. Experience is necessary to interpret results of ultrasonic tests, and therefore precise forms of tests cannot yet be adopted as an IEC standard.

NOTE 2 The routine tests applicable to each design category of post insulator are summarized in table 5 (clause 6.4).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.4 Résumé des essais sur supports isolants

Les articles 6.1, 6.2 et 6.3 donnent les détails des essais de type, sur prélèvement et individuels applicables aux supports isolants. Les tableaux 3 (essais de type), 4 (essais sur prélèvements) et 5 (essais individuels) résument tous les essais applicables à chaque type de support isolant en céramique ou en verre.

Tableau 3 – Essais de type applicables aux supports isolants

Essai de type sur un isolateur (voir article 6.1)	Supports isolants d'intérieur		Supports isolants d'extérieur	
	Céramique	Verre	Céramique	Verre
Article n° et essai de type:				
4.5 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec	x	x	x	x
4.6 Essai de tenue aux chocs de manœuvre à sec	x	x	–	–
	Applicable seulement aux supports isolants utilisés dans des réseaux dont la tension la plus élevée pour le matérial >245 kV			
4.6 Essai de tenue aux chocs de manœuvres sous pluie	–	–	x	x
			Applicable seulement aux supports isolants utilisés dans des réseaux dont la tension la plus élevée pour le matériel est >245 kV	
4.7 Essai de tenue à fréquence industrielle à sec	x	x	–	–
4.8 Essai de tenue à fréquence industrielle sous pluie	–	–	x	x
5.2 Essai de rupture mécanique	x	x	x	x
NOTE Les supports isolants d'intérieur compris dans la CEI 60273 sont représentés par les types 3) et 4). D'autres supports isolants peuvent aussi être utilisés à l'intérieur. Les supports isolants d'extérieur compris dans la CEI 60273 sont représentés par les types 1), 2), 3), 4), 5) et 6).				

Tableau 4 – Essais sur prélèvements applicables aux supports isolants

Essais sur prélèvements sur un échantillon d'isolateurs prélevés au hasard (voir 3.4.1 et article 6.2)	Type d'isolateur défini en 2.1.1 et montré aux figures 1 à 6					
	1)	2)	3)	4)	5)	6)
Article n° et essai sur prélèvements:						
5.1 Vérification des dimensions	x	x	x	x	x	x
5.4 Essai aux variations brusques de température	x	x	x	x	x	x
5.2 Essai de rupture mécanique	x	x	x	x	x	x
4.9 Essai de perforation	–	–	–	x	x	–
5.6 Vérification de l'absence de porosité	x	x	x	x	x	x
	(Applicable seulement aux isolateurs en céramique)					
5.7 Vérification de la galvanisation	x	x	(x)	(x)	x	x

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.4 Summary of tests on post insulators

Clauses 6.1, 6.2, and 6.3 detail the type, sample and routine tests applicable to post insulators. Tables 3 (type tests), 4 (sample tests), and 5 (routine tests), summarize all the tests, and detail their applicability to each design category of post insulator in ceramic material or glass.

Table 3 – Type tests applicable to post insulators

Type tests on one insulator (see clause 6.1)	Indoor post insulators		Outdoor post insulators	
	Ceramic material	Glass	Ceramic material	Glass
Clause no. and type test:				
4.5 Dry lightning impulse withstand voltage test	x	x	x	x
4.6 Dry switching impulse withstand voltage test	x	x	–	–
	Applicable only to post insulators for use on systems with highest voltage for equipment above 245 kV			
4.6 Wet switching impulse withstand voltage test	–	–	x	x
			Applicable only to post insulators for use on systems with highest voltage for equipment above 245 kV	
4.7 Dry power-frequency withstand voltage test	x	x	–	–
4.8 Wet power-frequency withstand voltage test	–	–	x	x
5.2 Mechanical failing load test	x	x	x	x

NOTE Indoor post insulators included in IEC 60273 are represented by design categories 3) or 4). Other post insulators may also be used indoors. Outdoor post insulators included in IEC 60273 are represented by design categories 1), 2), 3), 4), 5) and 6).

Table 4 – Sample tests applicable to post insulators

Sample test on insulators selected at random (see 3.4.1 and clause 6.2)	Design category defined in 2.1.1 and shown in figures 1 to 6					
	1)	2)	3)	4)	5)	6)
Clause no. and sample test:						
5.1 Verification of the dimensions	x	x	x	x	x	x
5.4 Temperature cycle test	x	x	x	x	x	x
5.2 Mechanical failing load test	x	x	x	x	x	x
4.9 Puncture test	–	–	–	x	x	–
5.6 Porosity test	x	x	x	x	x	x
	(Applicable only to post insulators in ceramic material)					
5.7 Galvanizing test	x	x	(x)	(x)	x	x

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 5 – Essais individuels applicables aux supports isolants

Essais individuels sur tous les isolateurs (voir l'article 6.3)	Type d'isolateur défini en 2.1.1 et illustrés aux figures 1 à 6					
	1)	2)	3)	4)	5)	6)
	Supports isolants en CÉRAMIQUE					
Article n° et essai						
5.8 Examen visuel individuel	X	X	X	X	X	X
5.9 Essai mécanique individuel						
Hauteur $h > 770$ mm (Essai de flexion)	X	X	X	X	–	X
Hauteur $h \leq 770$ mm (Essai en traction)	–	–	–	–	X	–
4.10 Essai électrique individuel	–	Y	–	X	X	
	(Y = applicable à la partie céramique avant scellement)					
	Supports isolants en VERRE					
Article n° et essai						
5.5 Essai individuel de choc thermique		X	X	X	X	X
5.8 Examen visuel individuel		X	X	X	X	X
5.9 Essai mécanique individuel						
Hauteur $h > 770$ mm (Essai de flexion)		X	X	X	–	X
Hauteur $h \leq 770$ mm (Essai en traction)		–	–	–	X	–

NOTE Après accord entre l'acheteur et le fabricant, par exemple en cas d'utilisation particulière, des essais mécaniques individuels alternatifs ou supplémentaires peuvent être effectués sur des supports isolants (voir l'article 5.9).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 5 – Routine tests applicable to post insulators

Routine tests on all insulators (see clause 6.3)	Design category defined in 2.1.1 and shown in figures 1 to 6					
	1)	2)	3)	4)	5)	6)
	Post insulators in CERAMIC material					
Clause no. and test:						
5.8 Routine visual inspection	X	X	X	X	X	X
5.9 Routine mechanical test						
Height > 770 mm (Bending test)	X	X	X	X	–	X
Height ≤ 770 mm (Tensile test)	–	–	–	–	X	–
4.10 Routine electrical test	–	Y	–	X	X	
	(Y = applicable to ceramic part before assembly)					
	Post insulators in GLASS					
Clause no. and test						
5.5 Routine thermal shock test		X	X	X	X	X
5.8 Routine visual inspection		X	X	X	X	X
5.9 Routine mechanical test						
Height > 770 mm (Bending test)		X	X	X	–	X
Height ≤ 770 mm (Tensile test)		–	–	–	X	–
NOTE By agreement between purchaser and manufacturer, for example when required by service applications, alternative or additional routine mechanical tests may be made on post insulators (see clause 5.9).						

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

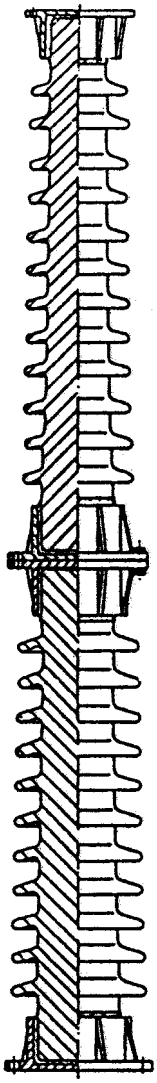


Figure 1 – Support isolant cylindrique de type fût plein

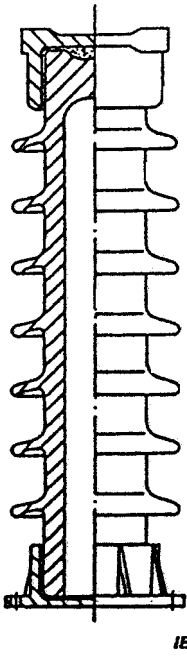


Figure 2 – Support isolant cylindrique creux

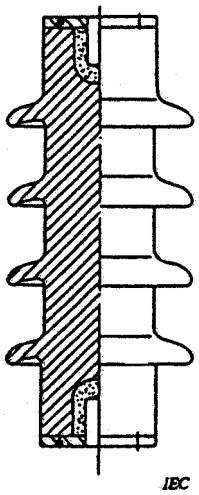


Figure 3 – Support isolant cylindrique à armatures internes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

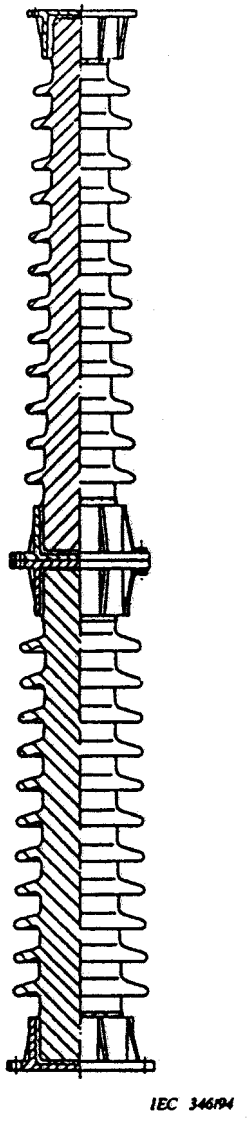


Figure 1 – Solid core cylindrical post insulator

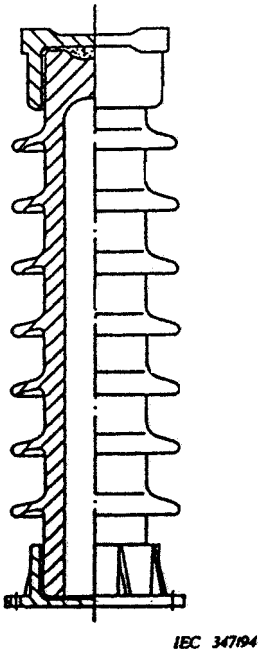


Figure 2 – Cavity core cylindrical post insulator

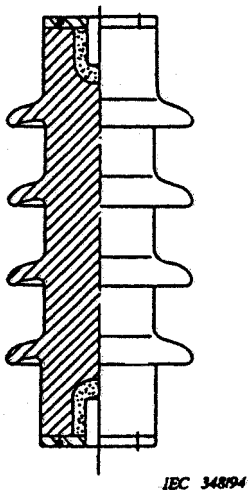


Figure 3 – Cylindrical post insulator with internal metal fittings

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

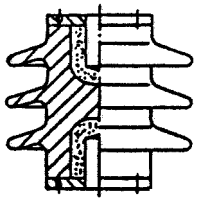


Figure 4 – Support isolant cylindrique à armatures internes

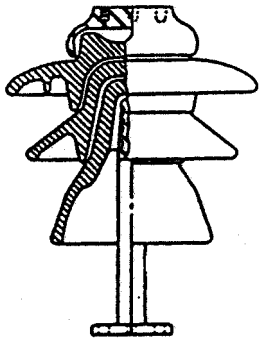


Figure 5 – Support isolant à capot et embase

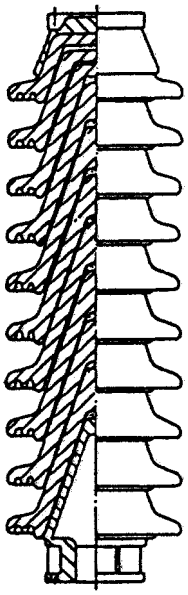


Figure 6 – Support isolant cylindrique

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

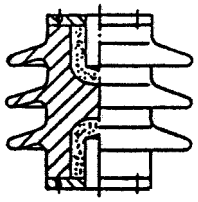


Figure 4 – Cylindrical post insulator with internal metal fittings

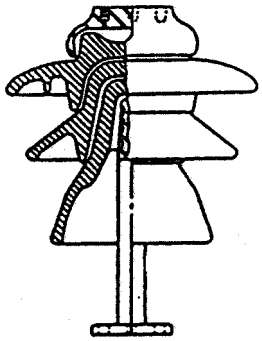


Figure 5 – Pedestal post insulator

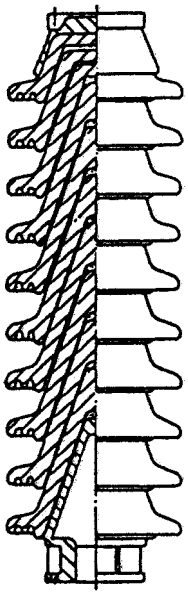


Figure 6 – Cylindrical post insulator

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

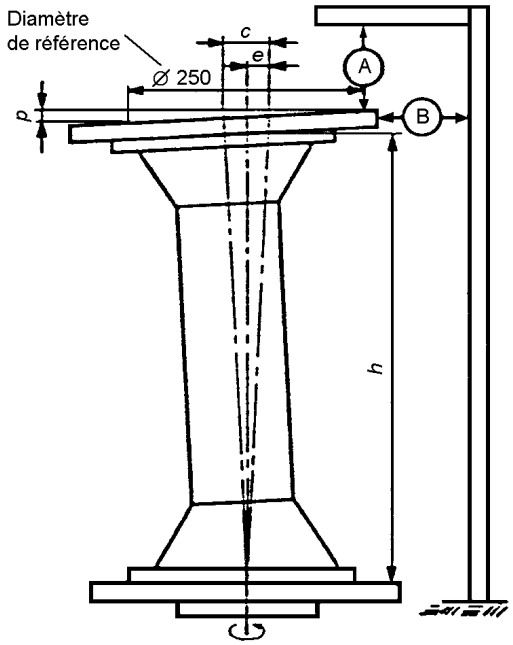
Annexe A
(informative)

Méthodes d'essai pour mesurer les tolérances de parallélisme, d'excentricité, de décalage angulaire, de la flèche propre et de l'inclinaison des ailettes des supports isolants

Ces essais sont donnés à titre d'exemple seulement. D'autres méthodes d'essais adéquates peuvent aussi être utilisées.

A.1 Méthodes d'essai

a) *Parallélisme des faces d'extrémité (figure A.1)*



Le support isolant est monté en position posée et centrée sur une table tournante rigide, au moyen, par exemple, de vis coniques et avec interposition, si nécessaire, d'une plaque d'épaisseur uniforme. Sur la tête du support isolant, on fixe également une plaque d'épaisseur uniforme centrée sur les trous de fixation, en utilisant, par exemple, des vis coniques. La mesure A s'effectue pendant la rotation du support isolant sur la table, avec enregistrement des valeurs maximale et minimale. La différence entre ces valeurs, rapportée à un cercle de 250 mm de diamètre, représente l'erreur de parallélisme entre les faces d'extrémité du support isolant.

Figure A.1

b) *Excentricité (figure A.1)*

Une plaque circulaire est fixée concentriquement par rapport aux trous de fixation sur la face supérieure, en utilisant la même méthode de montage que dans le point a), par exemple au moyen de vis coniques. La mesure B est effectuée en faisant tourner le support isolant sur la table, avec enregistrement des valeurs maximale et minimale.

L'excentricité est représentée par la moitié de la différence entre ces valeurs.

NOTE En cas de doute sur la valeur de l'excentricité, l'essai peut être répété sur le support isolant en position inversée. L'excentricité est mesurée en position inversée.

L'excentricité du support isolant est alors obtenue en faisant la moyenne des valeurs obtenues en position normale et en position inversée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

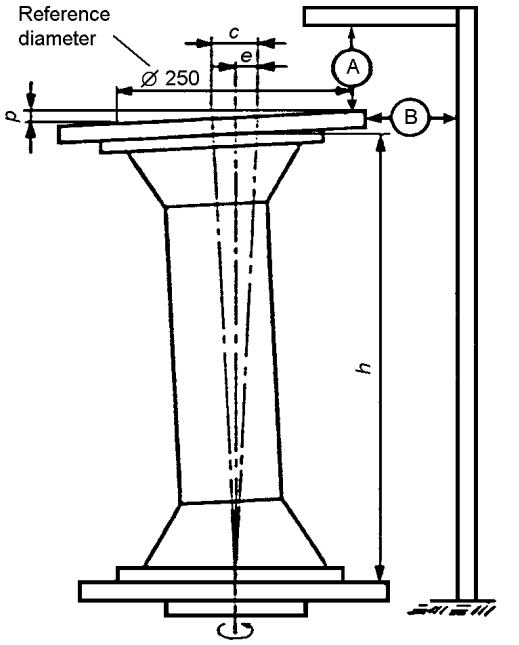
Annex A
(informative)

Methods of testing for tolerances of parallelism, eccentricity, angular deviation, camber, and shed angle of post insulators

These test methods are only given as an example. Other adequate test methods may also be used.

A.1 Methods of test

a) *Parallelism of the end faces (figure A.1)*



The post insulator is mounted upright and centrally on a rigid turntable, for example by using conical shank screws and an intermediate flat plate of uniform thickness, if necessary. On the top face of the post insulator, a plate of uniform thickness is fixed centrally with the fixing holes, for example by using conical shank screws. The measuring device A is read as the post insulator is rotated on the turntable, and the maximum and minimum values noted. The difference between these values, related to a circle of 250 mm diameter, is the error of the parallelism of the end faces of the post insulator.

Figure A.1

b) *Eccentricity (figure A.1)*

Using the same method of mounting as in item a), a circular plate is fixed concentrically with the fixing holes in the top surface, for example by using conical shank screws. The measuring device B is read as the post insulator is rotated on the turntable, and the maximum and the minimum values noted.

The eccentricity is considered to be half the difference between these values.

NOTE In cases of doubt about the true value of the eccentricity, the test may be repeated with the post insulator inverted. The eccentricity in the inverted position is obtained.

The eccentricity of the post insulator is then quoted as the mean of the values obtained in the upright and inverted position.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

c) *Décalage angulaire des trous de fixation (figure A.2)*

Le support isolant est placé horizontalement en utilisant, par exemple, des taquets en forme de V à chaque extrémité. Des vis équipées de tiges plates usinées soigneusement doivent être fixées dans les trous de fixation des parties métalliques. En variante, des boulons usinés de trop grande taille doivent être ajustés et centrés dans les trous des parties métalliques.

En utilisant un niveau à bulle réglé précisément à l'horizontale à une extrémité et un niveau à bulle à lecture directe à l'autre extrémité, on détermine la position angulaire relative des trous de fixation.

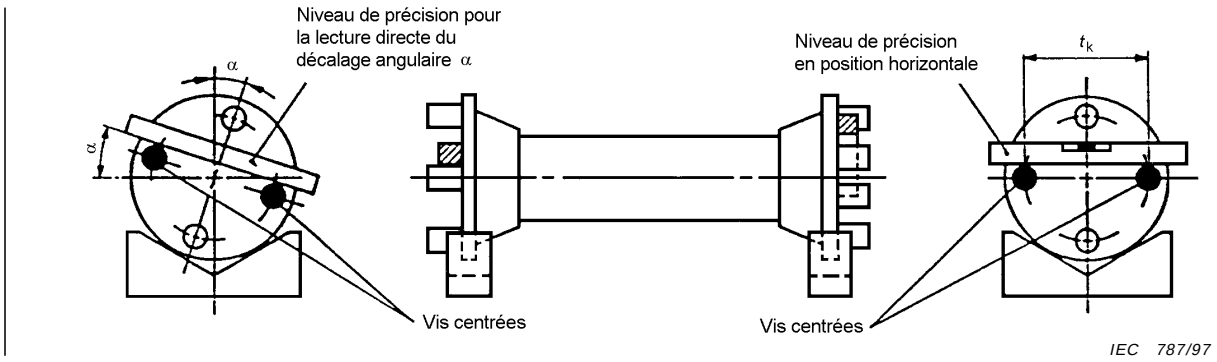
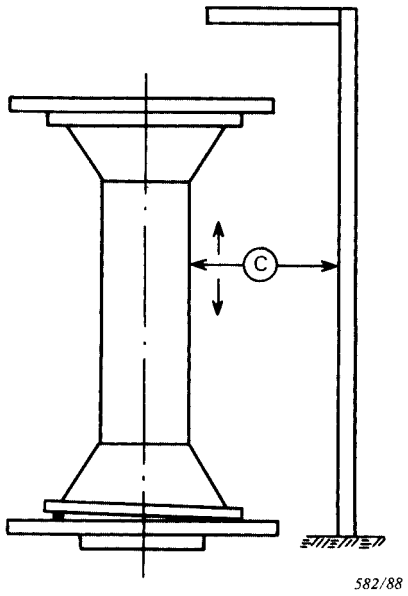


Figure A.2

d) *Flèche propre (figure A.3)*



L'élément de support isolant est monté de façon à pouvoir tourner autour d'un axe passant par les centres des cercles de perçage des trous de fixation des ferrures d'extrémité.

Cela peut être fait en utilisant la même méthode que dans le point a), pourvu que la ferrure supérieure ne soit pas excentrée par rapport à la ferrure inférieure. Des erreurs de parallélisme peuvent être rectifiées au moyen, par exemple, de petites cales insérées entre la ferrure inférieure et la table tournante.

Le dispositif de mesure C est ensuite positionné à diverses hauteurs le long de l'axe de référence et son indication est lue pendant que l'on fait tourner l'élément de support isolant sur la table. La différence entre les valeurs maximale et minimale est notée à chaque niveau. La flèche à prendre en compte est égale à la moitié de la différence maximale de ces valeurs.

Figure A.3

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

c) *Angular deviation of fixing holes (figure A.2)*

The post insulator is mounted horizontally, for example using V-blocks at each end. Screws, having accurately machined plain shanks, shall be screwed into the tapped holes in the metal fittings. Alternatively, oversize machined bolts shall be fitted centrally in the plain holes of the metal fittings.

Using an accurate spirit level at one end, and a direct reading spirit level at the other end, the relative angular position of the fixing holes shall be determined as shown.

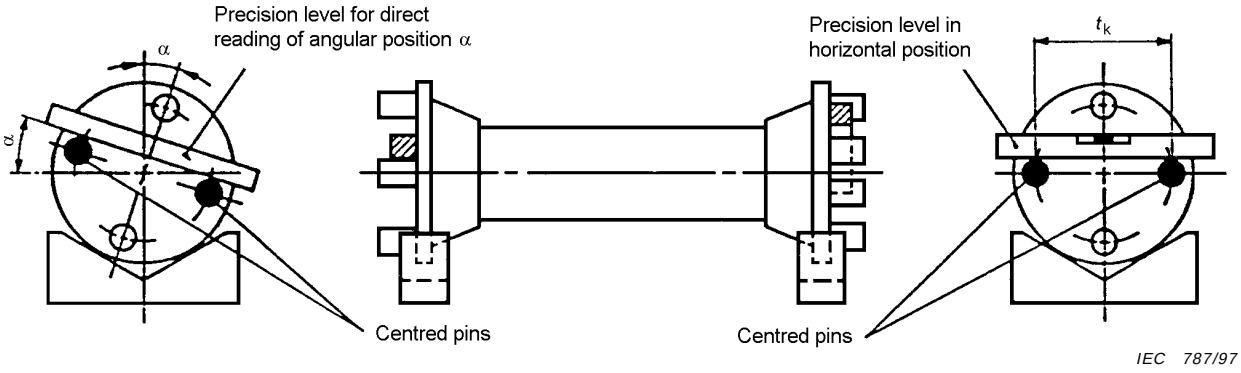
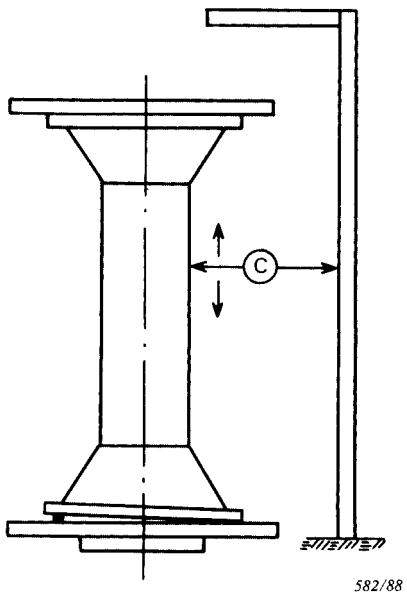


Figure A.2

d) *Camber (figure A.3)*



The post insulator unit is mounted so that it can be rotated around the axis passing through the centre of the pitch circles of the fixing holes of the top and bottom metal fixings.

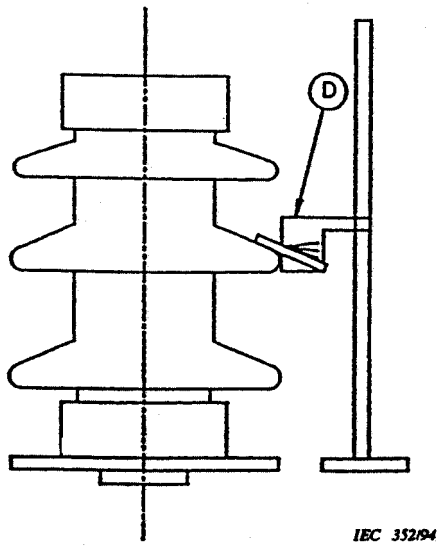
This can be done by using the same method of mounting as in item a), and provided that the top metal fitting has no eccentricity with respect to the bottom metal fitting. Parallelism errors can be rectified by means, for instance, of small shims inserted between the bottom metal fitting and the turntable.

The measuring device C is then positioned at various levels along the reference axis, and read as the post insulator unit is rotated on the turntable, and the difference between the maximum and the minimum values noted at each level. The camber to be considered is given by half the maximum value of these differences.

Figure A.3

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

e) *Inclinaison des ailettes (figure A.4)*



L'élément de support isolant est monté verticalement de façon à pouvoir tourner. Cela peut être fait en utilisant la même méthode que dans le point a).

Sur la hauteur de l'isolateur un appareil de mesure D, qui intègre un niveau horizontal de référence et une partie mobile équipée de graduations angulaires, est fixé sur un bras vertical. Quand le bord de la partie mobile est aligné avec la surface supérieure de l'ailette, l'inclinaison ou l'angle de l'ailette peut être déterminé par la lecture des graduations.

Figure A.4

A.2 Précautions à prendre pour les montages d'essais

Pour les mesures a), b) et d) il faut vérifier que la surface du plateau tournant est bien perpendiculaire à son axe de rotation.

Pour les mesures a) et b), il faut particulièrement veiller au centrage des trous de fixation de la ferrure du support isolant par rapport à l'axe du plateau. Dans ce but, quatre trous de fixation peuvent être utilisés avec des vis ou boulons à tête conique (exemple de montage à la figure A.5).

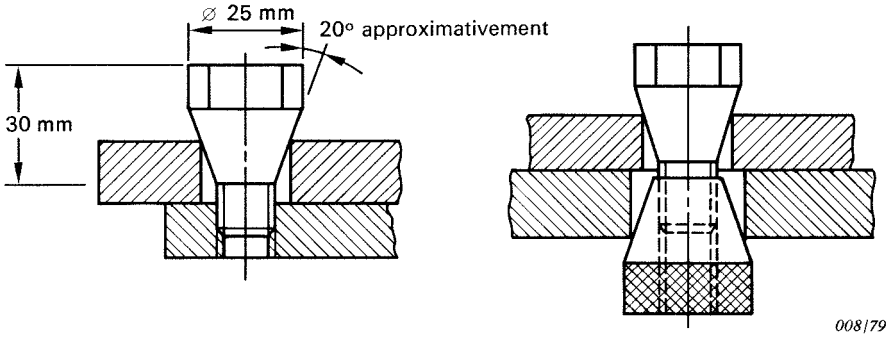
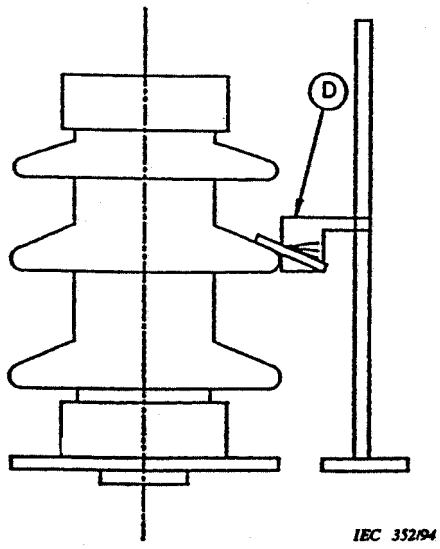


Figure A.5

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

e) *Shed angle (figure A.4)*



The post insulator unit is mounted vertically so that it can be rotated. This can be done by using the same method of mounting as in item a).

Alongside the insulator, a vertical member carries a measuring device D which incorporates a horizontal reference mark, and a moveable piece with angular graduations. When the edge of the moveable piece is aligned to the upper surface of the shed, the slope or shed angle may be determined from the angular gradulation.

Figure A.4

A.2 Precautions to be taken during the tests

For the tests a), b) and d), it is necessary to verify that the surface of the turntable is perpendicular to the rotation axis.

For the tests a) and b), it is also necessary to take care that the pitch circle of the fixing holes of the post insulator metal fitting is correctly centred, with reference to the axis of rotation of the turntable. For this purpose, four fixing holes may be used, fitting them with conical shank screws or bolts (an example is given in figure A.5).

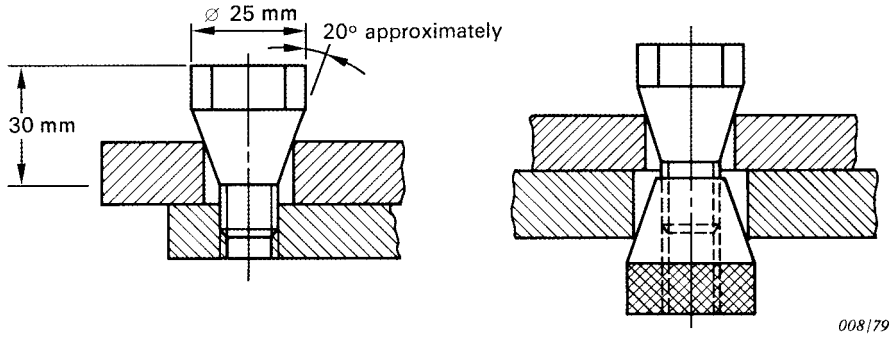


Figure A.5

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annexe B
(informative)

Méthodes d'essai individuel sur des éléments isolants non scellés

Ces méthodes d'essai ne sont données qu'à titre d'exemple. D'autres méthodes d'essai adéquates peuvent être utilisées. Il convient que le fabricant utilise la méthode d'essai qui correspond le plus étroitement possible aux conditions d'application des charges spécifiées.

B.1 Méthode d'essai avec moment de flexion uniforme

L'élément isolant en essai peut être monté horizontalement sur un montage d'essai adéquat, comme celui qui est représenté schématiquement à la figure B.1. L'application de charges égales à l'aide de vérins hydrauliques induit un moment de flexion uniforme sur toute la longueur de l'élément de support isolant. Par un réglage adéquat des positions d'applications des charges, des points d'articulations et des valeurs d'efforts, le moment de flexion peut être égal au moment de flexion sur l'élément quand l'isolateur assemblé est soumis à la charge de rupture mécanique spécifiée. Le moment de flexion doit être appliqué successivement dans quatre directions perpendiculaires, les charges étant relâchées avant rotation de 90° de l'élément isolant.

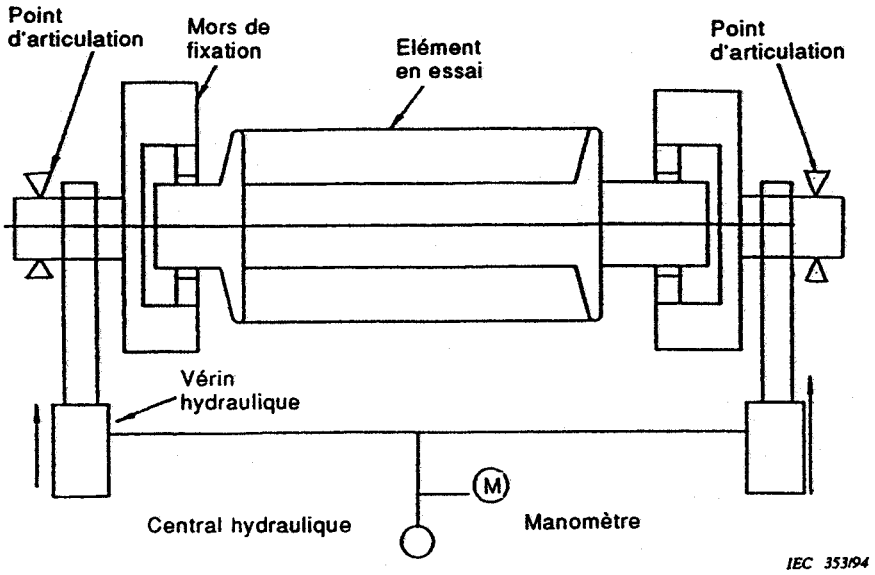


Figure B.1

B.2 Méthode d'essai avec moment de flexion non uniforme

L'élément isolant en essai peut être monté horizontalement sur un montage d'essai adéquat comme celui qui est représenté schématiquement à la figure B.2. L'application d'une charge à l'aide du vérin hydraulique au niveau des bras de levier induit un moment de flexion non uniforme sur la longueur de l'élément de support isolant. Par un réglage adéquat des longueurs de bras de levier et des valeurs de la charge, le diagramme du moment de flexion résultant peut être le même que celui qui est obtenu sur l'élément lorsque le support isolant assemblé est soumis à la charge mécanique de rupture spécifiée. Le moment de flexion doit être appliqué successivement dans quatre directions perpendiculaires, la charge étant relâchée avant rotation de 90° de l'élément isolant.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex B
(informative)

Methods of routine testing of unassembled insulator units

These test methods are only given as an example. Other adequate test methods may be used. The manufacturer should select the test method which most closely corresponds to the application of the specified loading conditions.

B.1 Test method with uniform bending moment

The insulator unit for test may be mounted horizontally in a suitable test equipment, such as that shown schematically in figure B.1. The application of equal loads by means of the hydraulic rams results in a uniform bending moment being applied throughout the length of the post insulator unit. By suitable adjustment of the positions of the loading and fulcrum points, and of the loads, this bending moment can be made equal to the bending moment on the unit when the assembled post insulator is subject to the specified mechanical failing load. The bending moment shall be applied in four mutually perpendicular directions, the loads being released before the insulator unit is turned through 90°.

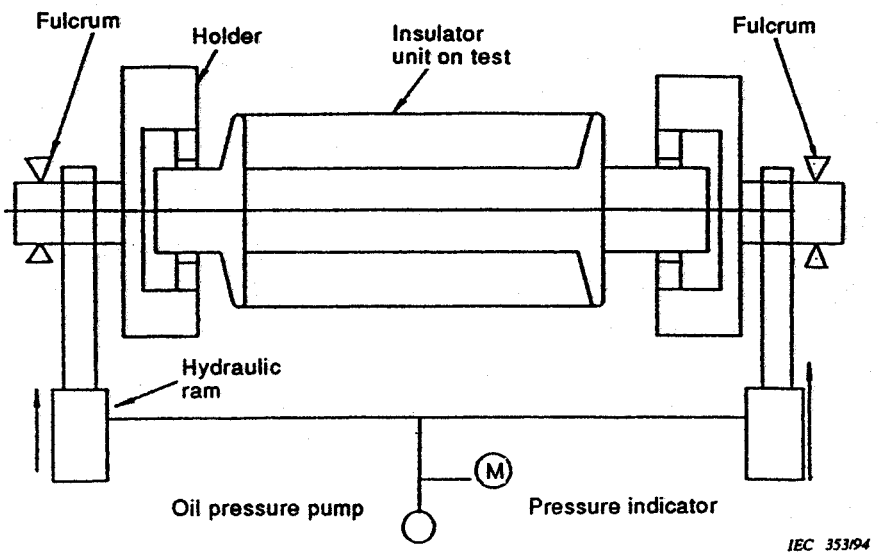
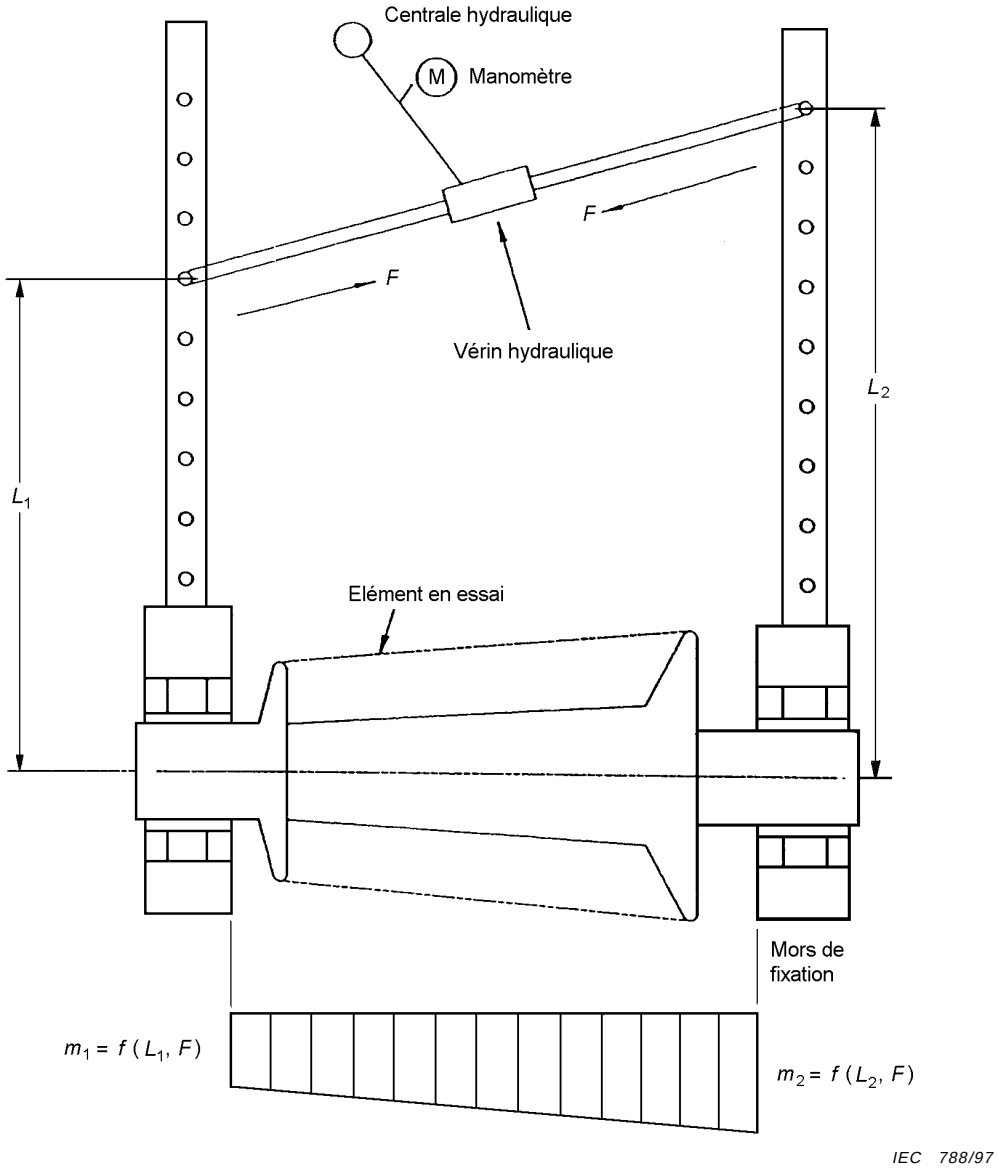


Figure B.1

B.2 Test method with non-uniform bending moment applied

The insulator unit for test may be mounted horizontally in a suitable test equipment, such as that shown schematically in figure B.2. The application of a load by means of the hydraulic ram to the lever arms results in a non-uniform bending moment applied throughout the length of the post insulator unit. By adjustment of the effective length of the lever arms and of the load, the resulting bending moment diagram can have the same form as the bending moment diagram for the unit when the assembled post insulator is subject to the specified mechanical failing load. The bending moment shall be applied in four mutually perpendicular directions, the load being released before the insulator unit is turned through 90°.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



m_1, m_2 = moment de flexion au niveau de la partie métallique supérieure ou inférieure respectivement, lorsque le support isolant assemblé est soumis à la charge mécanique de rupture spécifiée.

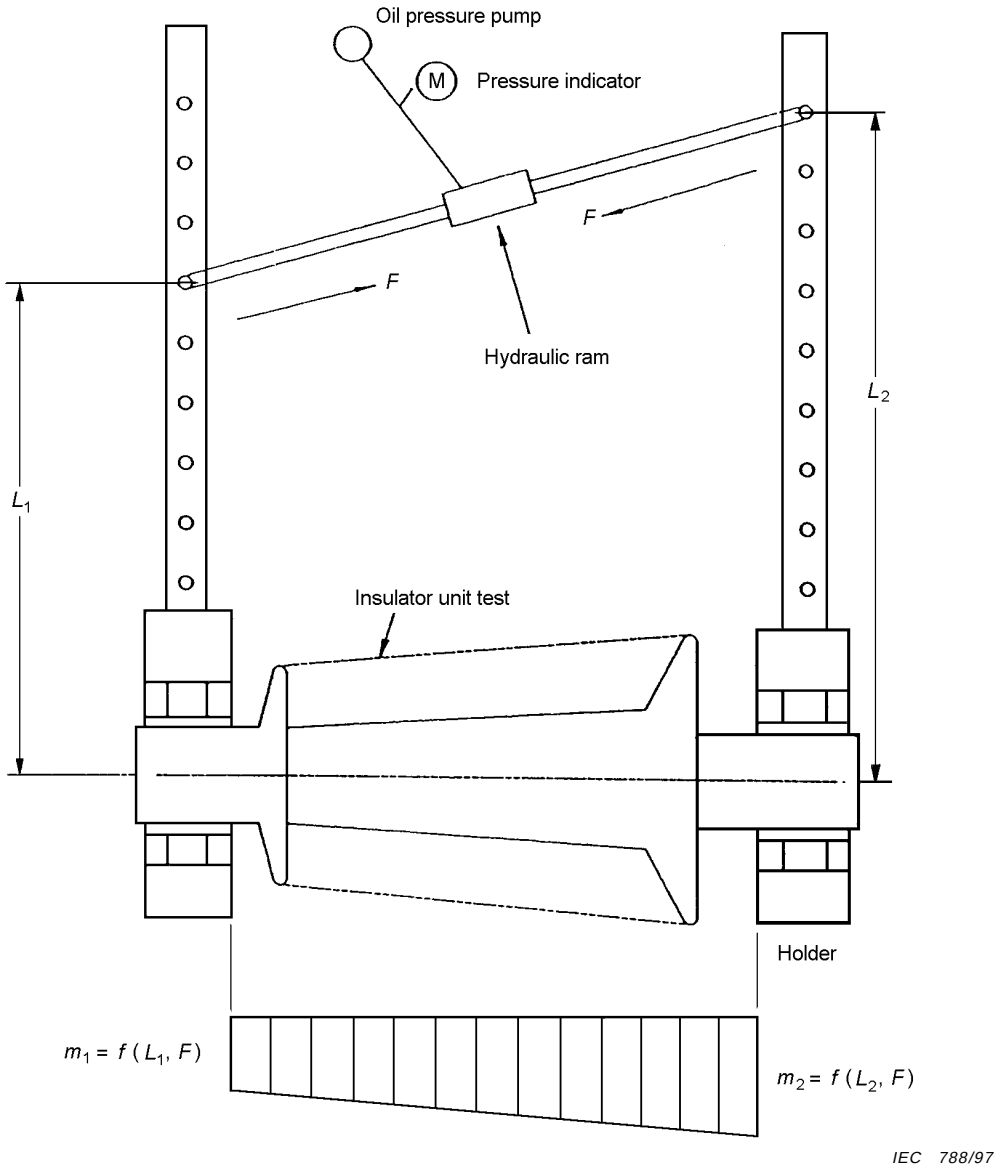
L_1, L_2 = longueur effective de bras de levier à la partie métallique supérieure ou inférieure respectivement.

F = charge produite par le vérin hydraulique.

f () = fonction mathématique.

Figure B.2

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



m_1, m_2 = bending moment at the top or bottom metal fitting, respectively, of the unit when the assembled post insulator is subject to the specified mechanical failing load.

L_1, L_2 = effective length of the lever arm at the top or bottom metal fitting, respectively.

F = load produced by the hydraulic ram.

$f()$ = mathematical function.

Figure B.2

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

B.3 Méthode d'essai avec application d'une charge de flexion

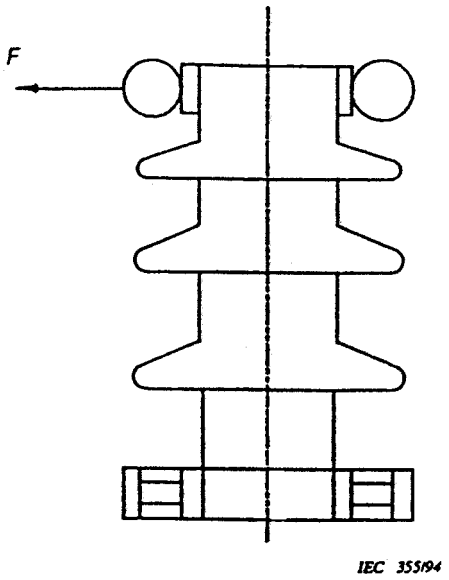


Figure B.3

L'élément isolant en essai peut être monté verticalement sur un montage d'essai adéquat comme celui qui est représenté schématiquement à la figure B.3. La partie inférieure est bridée convenablement pendant qu'une charge horizontale est appliquée sur l'extrémité libre de l'élément isolant. La charge appliquée doit être telle que le moment de flexion qui en résulte au niveau de la partie inférieure de l'élément isolant soit égal au moment de flexion sur l'élément lorsque le support isolant assemblé est soumis à la charge mécanique spécifiée. La charge doit être appliquée successivement dans quatre directions perpendiculaires, la charge étant relâchée avant rotation de 90° de l'isolateur.

L'essai peut être répété en inversant l'élément isolant et en appliquant à nouveau la charge successivement dans quatre directions perpendiculaires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

B.3 Test method with bending load applied

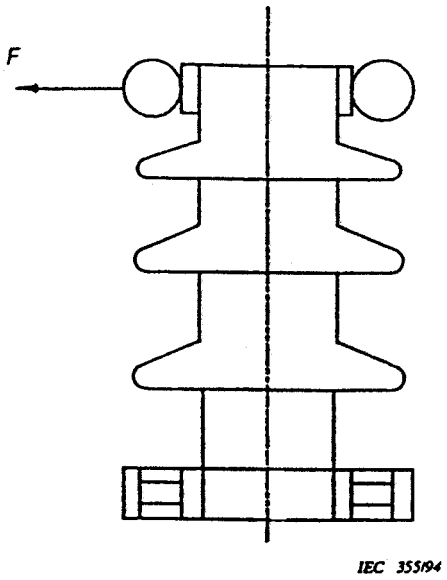


Figure B.3

The insulator unit for test may be mounted vertically in a suitable test equipment, such as that shown schematically in figure B.3. The lower end is suitably restrained whilst a load is applied horizontally to the free end of the insulator unit. The applied load shall be such that the bending moment developped at the lower end of the insulator unit is made equal to the bending moment on the unit when the assembled post insulator is subject to the specified mechanical failing load. The load shall be applied in four mutually perpendicular directions, being released before the insulator is turned through 90°.

The test may be repeated by inverting the insulator unit and again applying the load in four mutually perpendicular directions.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe C
(informative)

Bibliographie

[1] CEI 60660:1979, *Essais des supports isolants d'intérieur en matière organique destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V jusqu'à 300 kV non compris*

[2] CEI 60815:1986, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*

[3] CEI 60437:1973, *Essai de perturbations radioélectriques des isolateurs pour haute tension*

[4] CEI 60507:1991, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif*

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

[6] CEI 60233:1974, *Essais des enveloppes isolantes destinées à des appareils électriques*

[7] CEI 61264:1994, *Enveloppes isolantes sous pression en matière céramique pour l'appareillage à haute tension*

[8] CEI 60672-1:1980, *Spécification pour matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Première partie: Définitions et classification*

[9] CEI 60672-3:1984, *Spécification pour matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Troisième partie: Matériaux particuliers*

[10] ISO 9001:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception/développement, production, installation et soutien après la vente*

[11] ISO 9002:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production et installation*

[12] ISO 9003:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finals*

[13] ISO 9004:1994, *Gestion de la qualité et éléments de système qualité – Lignes directrices*

———————

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex C
(informative)

Bibliography

[1] IEC 60660:1979, *Tests on indoor post insulators of organic material for systems with nominal voltages greater than 1 000 V up to but not including 300 kV*

[2] IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

[3] IEC 60437:1973, *Radio interference test on high-voltage insulators*

[4] IEC 60507:1991, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

[5] IEC 601245:1993, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on d.c. systems*

[6] IEC 60233:1974, *Tests on hollow insulators for use in electrical equipment*

[7] IEC 61264:1994, *Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and controlgear*

[8] IEC 60672-1:1980, *Specification for ceramic and glass insulating materials – Part 1: Definitions and classification*

[9] IEC 60672-3:1984, *Specification for ceramic and glass insulating materials – Part 3: Individual materials*

[10] ISO 9001:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing*

[11] ISO 9002:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production and installation*

[12] ISO 9003:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*

[13] ISO 9004:1994, *Quality management and quality system elements – Guidelines*

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ISBN 2-8318-5726-0



ICS 29.080.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale