

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

60034-18-22

Deuxième édition
Second edition
2000-06

Machines électriques tournantes –

Partie 18-22:

**Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation –
Procédures d'essai pour enroulements à fils –
Classification des modifications et des
substitutions de composants d'isolation**

Rotating electrical machines –

Part 18-22:

**Functional evaluation of insulation systems –
Test procedures for wire-wound windings –
Classification of changes and insulation
component substitutions**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60034-18-22:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

60034-18-22

Deuxième édition
Second edition
2000-06

Machines électriques tournantes –

Partie 18-22:

**Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation –
Procédures d'essai pour enroulements à fils –
Classification des modifications et des
substitutions de composants d'isolation**

Rotating electrical machines –

Part 18-22:

**Functional evaluation of insulation systems –
Test procedures for wire-wound windings –
Classification of changes and insulation
component substitutions**

© 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
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

N

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION.....	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Principes directeurs généraux	10
3.1 Composants d'isolation de catégorie I	10
3.2 Composants d'isolation de catégorie II	12
3.3 Définition de l'identité générique	12
4 Documentation	14
5 Procédures générales de substitution.....	14
6 Catégorie de substitution de composant	14
6.1 Substitution de composant de catégorie I	14
6.2 Substitution de composant de catégorie II	18
7 Procédure d'essai avec tube scellé.....	18
7.1 Généralités.....	18
7.2 Matériel d'essai	20
7.3 Préparation de l'échantillon	20
7.4 Contenu des tubes	20
7.5 Préparation des tubes	22
7.6 Conditionnement thermique.....	22
7.7 Procédure d'ouverture	24
7.8 Evaluation des échantillons	24
7.9 Condition requise	24
Figure 1 – Appareil d'essai.....	26
Tableau 1 – Méthodes d'essai de vieillissement thermique pour les vernis.....	16

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 General guidelines	11
3.1 Category I insulation components	11
3.2 Category II insulation components	13
3.3 Definition of generic identity	13
4 Documentation	15
5 General substitution procedures	15
6 Component substitution category	15
6.1 Category I component substitution	15
6.2 Category II component substitution	19
7 Sealed tube test procedure	19
7.1 General	19
7.2 Test apparatus	21
7.3 Sample preparation	21
7.4 Contents of tubes	21
7.5 Preparation of tubes	23
7.6 Thermal conditioning	23
7.7 Opening procedure	25
7.8 Evaluation of samples	25
7.9 Requirement	25
Figure 1 – Test apparatus	27
Table 1 – Thermal ageing test methods for varnish	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –**Partie 18-22: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation –
Procédures d'essai pour enroulements à fils –
Classification des modifications et des substitutions
de composants d'isolation****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 60034-18-22 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1996 dont elle constitue une révision technique.

Cette version bilingue (2001-04) remplace la version monolingue anglaise.

Le texte anglais de cette norme est basé sur les documents 2/1088/FDIS et 2/1096/RVD. Le rapport de vote 2/1096/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 18-22: Functional evaluation of insulation systems –
Test procedures for wire-wound windings –
Classification of changes
and insulation component substitutions**

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 60034-18-22 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1996 of which it constitutes a technical revision.

This bilingual version (2001-04) replaces the English version.

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

FDIS	Report on voting
2/1088/FDIS	2/1096/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Elle constitue une partie de la série intitulée *Machines électriques tournantes*:

Partie 18-1:1992, Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Principes directeurs généraux

Partie 18-21:1992, Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements à fils – Evaluation thermique et classification

Partie 18-31:1992, Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV

Partie 18-32:1995, Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation électrique des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV

Partie 18-33:1995, Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation fonctionnelle à plusieurs facteurs – Endurance sous contrainte thermique et électrique combinée des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

It forms part of a series under the general title *Rotating electrical machines*:

Part 18-1:1992, Functional evaluation of insulation systems – General guidelines

Part 18-21:1992, Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for wire-wound windings – Thermal evaluation and classification

Part 18-31:1992, Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV

Part 18-32:1995, Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Electrical evaluation of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV

Part 18-33:1995, Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Multifactor functional evaluation – Endurance under combined thermal and electrical stresses of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La CEI 60034-18-1 présente des principes directeurs généraux pour l'évaluation et la classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines électriques tournantes. Sauf stipulation contraire dans les procédures de la présente partie, il convient de suivre les principes de la CEI 60034-18-1.

La CEI 60034-18-21 traite de l'évaluation thermique et de la classification des systèmes d'isolation pour enroulements à fils en ce qui concerne les procédures normales auxquelles il est fait référence en 5.3.2.1 de la CEI 60034-18-1.

La présente partie de la CEI 60034 traite des procédures de vérification des effets causés par des changements dans les systèmes d'isolation pour enroulements à fils, couvertes par le paragraphe 5.3.2.2 de la CEI 60034-18-1.

IEC 60034-18-1 presents general principles for evaluation and classification of insulation systems used in rotating electrical machines. Unless the procedures of this part indicate otherwise, the principles of IEC 60034-18-1 should be followed.

This part of IEC 60034 is concerned with procedures of verification of the effects of changes in insulation systems for wire-wound windings covered by 5.3.2.2 of IEC 60034-18-1.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 18-22: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements à fils – Classification des modifications et des substitutions de composants d'isolation

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60034 donne des procédures d'essai pour l'évaluation thermique et la classification des modifications et des substitutions de composants d'isolation dans les systèmes d'isolation que l'on utilise ou que l'on se propose d'utiliser dans un système d'isolation éprouvé utilisé dans les enroulements à fils. Les procédures d'essai sont comparatives puisque la performance d'un système d'isolation candidat est comparée à celle d'un système de référence dont l'expérience en service a été démontrée précédemment ou qui a été évalué au moyen de l'une des procédures données dans la CEI 60034-18-21 et auquel la modification ou la substitution est destinée.

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 partie de la CEI 60034. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60034 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60034-18-21:1992, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 21: Procédures d'essai pour enroulements à fils – Evaluation thermique et classification*

CEI 60172:1987, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

CEI 60216 (toutes les parties), *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques*

CEI 60317 (toutes les parties), *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

CEI 61033:1991, *Méthodes d'essai pour la détermination du pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation sur fil émaillé*

3 Principes directeurs généraux

3.1 Composants d'isolation de catégorie I

3.1.1 Isolation entre phases et isolation par rapport à la masse

Isolation séparant les enroulements les uns des autres ou les séparant du circuit magnétique, par exemple caniveaux d'encoche. En revanche, les cales de fermeture d'encoche sont considérées comme des composants de catégorie II (voir 3.2).

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 18-22: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for wire-wound windings – Classification of changes and insulation component substitutions

1 Scope

This part of IEC 60034 gives test procedures for the thermal evaluation and classification of changes and insulation component substitution in insulation systems used or proposed for use in a proven insulation system used in wire-wound windings. The test procedures are comparative in that the performance of a candidate system is compared to that of a reference system which has previously been proved by experience or has been evaluated by one of the procedures given in 60034-18-21 and to which the change or substitution is intended.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60034. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60034 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60034-18-21:1992, *Rotating electric machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 21: Test procedures for wire-wound windings – Thermal evaluation and classification*

IEC 60172:1987, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

IEC 60216 (all parts), *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60317 (all parts), *Specifications for particular types of winding wires*

IEC 61033:1991, *Test methods for the determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate*

3 General guidelines

3.1 Category I insulation components

3.1.1 Phase insulation and ground insulation

Insulation separating the windings from each other or from the magnetic core, for example slot liners, but not wedges, closures or top of slot packers all of which are considered as category II components (see 3.2).

3.1.2 Isolation de spire (conducteur)

Revêtement résineux (émail) ou isolation enroulée, fibreuse ou film, sur le fil de bobinage.

3.1.3 Vernis d'imprégnation

Ces vernis comprennent aussi bien les vernis qui contiennent des solvants que ceux qui en sont exempts.

3.1.4 Matériau d'enrobage

Isolation moulée ou coulée qui enrobe complètement le système d'isolation et qui constitue la seule barrière entre l'enroulement et la surface extérieure du moteur.

3.2 Composants d'isolation de catégorie II

Les composants de catégorie II comprennent tous les constituants d'un système d'isolation non couverts par 3.1 et répertoriés ci-après. Si l'organisme procédant aux essais souhaite considérer certains de ces composants comme appartenant à la catégorie I, il peut le faire.

- a) Isolation de l'enroulement série/parallèle utilisée dans les enroulements à plusieurs tensions
- b) Isolation entre l'enroulement principal et l'enroulement auxiliaire utilisée dans les moteurs monophasés. Cette isolation ne doit pas être considérée comme une isolation entre phases telle qu'elle est décrite en 3.1.1.

NOTE Si l'isolation de l'enroulement conformément aux points a) ou b) ci-dessus est, en fonctionnement normal, contrainte comme une isolation entre phases, il faut alors qu'elle soit testée comme un composant de catégorie I.

- c) Isolation de couches: isolation intercalée entre des couches successives de fil isolé, dans le même enroulement (même phase)
- d) Gaines et tubes
- e) Cales de fermeture d'encoche

NOTE Si, en fonctionnement normal, la cale de fermeture d'encoche est contrainte comme le caniveau d'encoche, il faut alors qu'elle soit testée comme un composant de catégorie I.

- f) Rubans de fixation et cordons de frettage
- g) Isolation des connexions

3.3 Définition de l'identité générique

L'identité générique englobe à la fois l'identité chimique et l'identité physique. La composition chimique doit être établie à partir de données analytiques qu'il convient de baser, par exemple, sur une analyse spectroscopique appropriée (infrarouge, etc.) complétée par des analyses de type thermogravimétrique, une analyse thermique différentielle (ATD) et une analyse de l'absorption atomique.

L'identité physique doit être établie par des essais mécaniques et électriques appropriés au composant considéré. L'analyse thermique différentielle peut compléter ces essais.

Pour plusieurs propriétés, comme $\tan \delta$ et le module, l'influence de la température peut compléter à la fois la description chimique et la description physique.

Lorsque l'élément isolant se compose de plus d'un matériau, par exemple un adhésif laminé collé, un matériau d'enrobage chargé ou un fil de bobinage à double couche, l'identité générique doit être établie séparément pour chaque matériau de l'élément considéré. Dans le cas d'un composant chargé, les quantités relatives de charge et de matériau polymère doivent être identiques dans le matériau candidat et dans le matériau de référence.

3.1.2 Turn (conductor) insulation

The resinous (enamel) coating or wrapped insulation, fibrous or film, on winding wire.

3.1.3 Impregnating varnishes

These include both solvented and solventless varnishes.

3.1.4 Encapsulant

Moulded or cast insulation which completely encases the insulation system and which is the only barrier between the winding and the outer surface of the motor.

3.2 Category II insulation components

Category II components include any constituent of an insulation system not covered by 3.1, as listed below. If the testing organization wants to consider some of these components as category I insulation components, it may do so.

- a) Series/parallel winding insulation as used on multi-voltage windings
- b) Insulation between auxiliary and main winding as used on single-phase motors. This is not to be considered as phase insulation as described in 3.1.1.

NOTE If winding insulation according to item a) or b) above is, in normal operation, stressed like phase insulation, then it must be tested as a category I component.

- c) Layer insulation: insulation which is interleaved between successive layers of insulated wire in the same winding (same phase)
- d) Sleeving and tubing
- e) Slot wedges and closures

NOTE If, in normal operation, the closure is stressed like the slot liner, then it must be tested as a category I component.

- f) Securement tapes and tie-cords
- g) Lead wire insulation

3.3 Definition of generic identity

Generic identity embraces both chemical and physical identity. Chemical composition shall be established from analytical data which should, for instance, be based on appropriate spectroscopic analysis (IR, etc.) complemented with thermogravimetric, DTA and atomic absorption analysis.

Physical identity shall be established by mechanical and electrical tests appropriate to the component. DTA analysis can complement these tests.

For several properties, like $\tan \delta$ and modulus, dependence on temperature can complement both the chemical and physical picture.

Where the insulation component is made from more than one material, for example an adhesive bonded laminate, a mineral filled encapsulant, or a dual coat winding wire, generic identity shall be established with respect to each material of the component separately. In the case of a filled component, the relative amounts of filler and polymeric material shall be the same in both candidate and reference material.

4 Documentation

Les informations suivantes doivent être obtenues pour tout matériau de substitution proposé:

- a) analyse chimique détaillée;
- b) fournisseur et référence;
- c) épaisseur;
- d) endurance thermique, avec l'indice de température et la norme ou spécification applicable, par exemple:
 - 1) type conformément à la CEI 60317 pour le fil de bobinage,
 - 2) tension assignée, modèle ou type pour le conducteur.

Les mêmes informations sont aussi requises pour le système de référence.

5 Procédures générales de substitution

Les procédures d'essai à suivre pour toute substitution particulière dépendent de la substitution spécifique considérée. Ces procédures figurent à l'article 6.

Toute substitution effectuée dans un système d'isolation doit être classée comme substitution correspondant à la procédure A, B, C ou D. L'action requise pour la validation de chaque procédure est précisée ci-après.

NOTE Les procédures A, B et C sont considérées comme des prescriptions minimales. A la discrétion de l'organisme procédant aux essais, la procédure D peut être utilisée à la place des procédures A, B ou C.

– Procédure A

Si les informations permettent au consultant d'établir l'identité générique conformément à 3.3, les données de documentation décrites à l'article 4 sont suffisantes pour accepter la substitution sans essai.

– Procédure B

Modification nécessitant une procédure d'essai avec tube scellé (voir article 7).

– Procédure C

Modification nécessitant un programme avec un point unique de température utilisant une procédure choisie dans la CEI 60034-18-21, par exemple la procédure avec motorette.

– Procédure D

Modification nécessitant une procédure d'essai complète avec trois températures, telle que la procédure spécifiée dans la CEI 60034-18-21.

Les substitutions de composants spécifiques sont affectées à l'une des catégories ci-dessus à l'article 6.

6 Catégorie de substitution de composant

6.1 Substitution de composant de catégorie I

6.1.1 Isolation entre phases et isolation par rapport à la masse

6.1.1.1 Génériquement identique et d'épaisseur identique ou supérieure

La procédure A est applicable.

6.1.1.2 Génériquement identique mais plus mince

La procédure C est applicable.

4 Documentation

The following information shall be obtained for any proposed substitution material:

- a) detailed chemical analysis;
- b) supplier and reference;
- c) thickness;
- d) thermal endurance, such as temperature index, and relevant standard or specification, for example:
 - 1) IEC 60317 type for winding wire,
 - 2) voltage rating, style or type for lead wire.

The same information is also required for the reference system.

5 General substitution procedures

The test procedures to be followed for any particular substitution depend on the specific substitution involved. These are in clause 6.

Any substitution to an insulation system shall be classified as a substitution procedure A, B, C or D. The action required in respect of validation for each procedure is listed below.

NOTE Procedures A, B, and C are considered minimum requirements. At the discretion of the testing organisation procedure D may be used in place of procedures A, B or C.

- Procedure A

If the data enables the investigator to establish the generic identity according to 3.3, documentation data as described in clause 4 is sufficient to accept substitution without test.

- Procedure B

Change requiring sealed tube test procedure (see clause 7).

- Procedure C

Change requiring a single temperature ongoing programme using a procedure, for example motorette procedure, selected from IEC 60034-18-21.

- Procedure D

Change requiring a full three-temperature test procedure as required by IEC 60034-18-21.

Specific component substitutions are assigned to one of the above categories in clause 6.

6 Component substitution category

6.1 Category I component substitution

6.1.1 Phase insulation and ground insulation

6.1.1.1 Generically identical, the same or increased thickness

Procedure A applies.

6.1.1.2 Generically identical but thinner

Procedure C applies.

6.1.1.3 Génériquement différent

La procédure D est applicable.

6.1.2 Isolation de spire (conducteur), c'est-à-dire fil de bobinage

6.1.2.1 Fil non agglomérable

- a) Lorsque le revêtement d'isolation du matériau de substitution est génériquement identique à l'original, et lorsqu'il est conforme à la même partie de spécification de la CEI 60317 ou à une partie ayant une classe de température supérieure, la procédure A est applicable.
- b) Pour d'autres substitutions, la procédure D est applicable.

6.1.2.2 Fil agglomérable

- a) Lorsque le revêtement d'isolation du matériau de substitution est génériquement identique à l'original et lorsqu'il est conforme à la même partie de spécification de la CEI 60317 ou à une partie ayant une classe de température supérieure, la procédure A est applicable.
- b) Lorsque le fil de substitution agglomérable ne satisfait pas aux conditions données en a), la procédure D est applicable.

6.1.2.3 Fil d'aluminium au lieu de fil de cuivre

Les résultats des essais de vieillissement thermique avec un système d'isolation contenant un fil de bobinage en cuivre sont applicables à un système identique mais contenant un fil en aluminium. En conséquence, lorsqu'un fil d'aluminium remplace un fil de cuivre, avec le même revêtement d'isolation générique et une classe de température identique ou supérieure, la procédure A est applicable.

NOTE Les résultats d'essai de vieillissement thermique sur un système d'isolation contenant un fil d'aluminium ne sont pas applicables à un système par ailleurs identique avec fil en cuivre.

6.1.2.4 Revêtement supérieur de fil

Lorsque la seule modification apportée à un fil de bobinage consiste à ajouter ou à modifier un revêtement de fil supérieur sur le même revêtement de base déjà éprouvé, les procédures B ou C sont applicables.

6.1.3 Vernis ou résine d'imprégnation

Les index de température, tant pour le vernis de substitution que pour le vernis utilisé dans le système éprouvé, doivent être déterminés par l'analyse des données des essais de vieillissement thermique réalisés par les fabricants et spécifiés au tableau 1.

Tableau 1 – Méthodes d'essai de vieillissement thermique pour les vernis

Méthode d'essai	Désignation CEI
Bobine hélicoïdale	CEI 61033* CEI 60216 en utilisant l'essai de bobine hélicoïdale comme essai de diagnostic, conformément à la CEI 61033
Paires torsadées vernies	CEI 60172
* La classe de température est déterminée en se basant sur un point de fin de vie de 22 N.	

Il faut que les deux essais soient effectués. Seules les données provenant du même essai doivent être comparées.

6.1.1.3 Generically different

Procedure D applies.

6.1.2 Turn (conductor) insulation i.e. winding wire

6.1.2.1 Non-bondable wire

- a) Where the insulation coating of the substitute material is generically identical with the original and where it conforms to the same IEC 60317 specification part or to one with a higher temperature class number, then; procedure A applies.
- b) For other substitutions; procedure D applies.

6.1.2.2 Bondable wire

- a) Where the insulation coating and bonding layer of the substitute material are identical with the original and where it conforms to the same IEC 60317 specification part or to one with a higher temperature class number, then; procedure A applies.
- b) Where the substitute bondable wire does not comply with item a); procedure D applies.

6.1.2.3 Aluminium instead of copper wire

Thermal ageing test results on an insulation system containing copper winding wire are applicable to an otherwise identical system containing aluminium wire. Hence, substituting an aluminium wire for a copper wire with the same generic insulation coating having the same or higher temperature index number; procedure A applies.

NOTE Thermal ageing test results on an insulation system containing aluminium wire are not applicable to an otherwise identical system with copper wire.

6.1.2.4 Top wire coat

Where the only change to a winding wire is adding or changing a top wire coat over the same proven base coat; procedure B or C applies.

6.1.3 Impregnating varnish or resin

The temperature indexes of both the substitute varnish and the varnish used in the proven system shall be determined by analysis of the varnish manufacturer's thermal-ageing data for the tests specified in table 1.

Table 1 – Thermal ageing test methods for varnish

Test method	IEC designation
Helical coil	IEC 61033* IEC 60216 using helical coil test according to IEC 61033 as diagnostic test
Varnished twisted pairs	IEC 60172
* Temperature index is to be determined based on a 22 N end-point.	

Both tests must be carried out. Only data from the same test shall be compared.

6.1.3.1 Vernis de substitution d'un index de température égal ou supérieur

L'index de température du vernis doit être déterminé conformément à 6.1.3. Les procédures B ou C sont applicables.

6.1.3.2 Vernis de substitution avec un ou deux index de température inférieur(s) d'un index au plus

L'index de température du vernis doit être déterminé conformément à 6.1.3. Soit la procédure C est applicable, soit on applique la procédure B ainsi que l'essai de la CEI 60172 pour les paires torsadées de fil de bobinage verni (génériquement identique à celui utilisé dans le système d'isolation). L'index de température de la paire torsadée vernie déterminé par l'essai de vieillissement ne doit pas être inférieur à celui obtenu avec le revêtement du fil de bobinage non verni. Les deux index de température doivent être basés sur une intersection à 20 000 h.

6.1.3.3 Vernis de substitution avec un ou deux index de température inférieur(s) de plus d'un index

L'index de température du vernis doit être déterminé conformément à 6.1.3. La procédure D est applicable.

6.1.4 Matériau d'enrobage

6.1.4.1 Génériquement identique

La procédure A est applicable.

6.1.4.2 Génériquement différent

La procédure D est applicable.

6.2 Substitution de composant de catégorie II

6.2.1 Substitution génériquement identique

Voir le paragraphe 3.3 relatif à la définition de l'identité générique.

Si le matériau de substitution est génériquement identique, la procédure A est applicable.

6.2.2 Substitution génériquement différente

Les procédures B ou C sont applicables.

7 Procédure d'essai avec tube scellé

7.1 Généralités

La procédure fait référence à des substitutions correspondant à la procédure B.

Des échantillons de paires torsadées préparées conformément à la CEI 60172 doivent être soumis à la procédure d'essai avec tube scellé décrite de 7.2 à 7.7, suivie d'un essai de claquage électrique entre les fils torsadés (voir 7.8).

Des tubes scellés séparés doivent être préparés pour les composants de référence et de substitution comme cela est indiqué en 7.3.

Si un matériau de substitution n'est pas validé lors de cet essai, la procédure d'essai définie au titre des procédures C ou D de l'article 5 peut être appliquée; dans ce cas, la procédure D doit avoir la priorité.

6.1.3.1 Substitute varnish of equal or greater temperature index

Temperature index of the varnish shall be determined according to 6.1.3. Procedure B or C applies.

6.1.3.2 Substitute varnish with one or both temperature indexes not more than one temperature index step lower

Temperature index of the varnish shall be determined according to 6.1.3. Either procedure C applies, or procedure B plus the twisted pair test of varnished winding wire (refer to IEC 60172) which is generically identical to that used in the insulation system. The temperature index of the varnished twisted pair as determined from the ageing test shall be no lower than that of the unvarnished winding wire coating. Both temperature indexes shall be based on a 20 000 h intercept.

6.1.3.3 Substitute varnish with one or both temperature indexes more than one temperature index step lower

Temperature index of the varnish shall be determined according to 6.1.3. Procedure D applies.

6.1.4 Encapsulant

6.1.4.1 Generically identical

Procedure A applies.

6.1.4.2 Generically different

Procedure D applies.

6.2 Category II component substitution

6.2.1 Generically identical substitution

See 3.3 with respect to definition of generic identity.

If substitute material is generically identical; procedure A applies.

6.2.2 Generically different substitution

Procedure B or C applies.

7 Sealed tube test procedure

7.1 General

The procedure relates to procedure B substitutions.

Samples of twisted pair winding wire prepared in accordance with IEC 60172 shall be subjected to the sealed tube test procedure, described in 7.2 to 7.7, followed by an electrical breakdown test between twisted wires, see 7.8.

Separate reference and substitute component sealed tubes shall be prepared as described in 7.3.

If a substitute material is not validated in this test, the test procedure defined under procedure C or D of clause 5 may be applied, in which case this latter procedure shall take precedence.

7.2 Matériel d'essai

Le matériel d'essai doit comprendre ce qui suit:

- a) une étuve capable de maintenir une température jusqu'à $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$;
- b) des tubes de verre ayant un volume intérieur ne dépassant pas 900 ml et une longueur minimale de 300 mm. Deux types généraux sont décrits comme suit:
 - 1) les tubes de verre bridés pour haute température, qui sont conçus pour être scellés au moyen d'anneaux de métal et de joints, sont préférables;
 - 2) les tubes de verre pouvant être scellés par fusion, après adjonction de tous les matériaux, sont une solution de remplacement acceptable;
- c) un matériau d'étanchéité pour les tubes en verre haute température; hexafluoropropylène-fluorure de vinylidène. Pour un système dont la température assignée est de 155 °C ou plus, un acier fluorocarboné de type TFE ou FEP doit être utilisé.

Une clé dynamométrique ayant une capacité maximale de 11,3 Nm doit être disponible.

7.3 Préparation de l'échantillon

Les échantillons préparés pour chaque tube doivent comprendre les échantillons suivants:

- a) échantillons de fils de bobinage: paires torsadées formées et essayées conformément à la CEI 60172;

NOTE Il convient que les fils de bobinage recouverts de matériaux fibreux soient essayés avec des échantillons dont la partie droite a 230 mm de longueur.

Cinq échantillons de fils de bobinage doivent être évalués pour chaque groupe de référence et de substitution;

- b) échantillons de composant isolant: les composants tels que vernis d'imprégnation, conducteur, encoche, isolation de couche ou isolation par rapport à la masse, cordon de frettage, ruban et tube, doivent avoir une surface au moins égale à 645 mm^2 pour tous les matériaux en plaques; une longueur au moins égale à 25,4 mm pour les conducteurs, gaines et cordons de frettage; un volume au moins égal à 800 mm^3 pour les composants d'enrobage et d'encapsulage. Si un vernis d'imprégnation est utilisé dans le système, il doit être appliqué aux échantillons de fils de bobinage et traité conformément aux spécifications du fabricant.

7.4 Contenu des tubes

Le contenu des tubes doit être comme suit.

- a) Tube de référence

Ce tube doit contenir uniquement les matériaux qui ont été utilisés dans le système d'isolation original.

- b) Tube du composant de substitution

Chaque tube de composant de substitution doit contenir le matériau de substitution ainsi que tous les matériaux et solutions de remplacement habituellement employés dans le système d'isolation et pouvant être utilisés avec le matériau de substitution. Les matériaux de remplacement qui généralement ne sont pas utilisés conjointement ou qui ne peuvent pas l'être, tels que les vernis de remplacement, doivent être testés individuellement dans un tube séparé, préparé comme indiqué ci-dessus. L'ensemble des tubes utilisés pour l'évaluation de nouveaux composants ou de composants de substitution doit représenter toutes les combinaisons possibles de matériaux pouvant être utilisées dans la fabrication d'un système d'isolation.

7.2 Test apparatus

The test apparatus shall consist of the following:

- a) an oven capable of maintaining a temperature of up to $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$;
- b) glass tubes with inside volume not exceeding 900 ml and a minimum of 300 mm in length. Two general types are described as follows:
 - 1) flanged high temperature glass tubes which are designed to be sealed with metal rings and gaskets are preferred;
 - 2) glass tubes which can be fusion sealed after the addition of all materials are an acceptable alternative;
- c) gasket material for high-temperature glass tubes; hexafluoropropylene-vinylidene fluoride. For a system rated $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ or higher, type steel TFE or FEP fluorocarbon shall be used.

A torque wrench having a capacity of 11,3 Nm maximum shall be available.

7.3 Sample preparation

The samples for each tube shall include the following:

- a) winding-wire samples: twisted pairs of wire formed and tested in accordance with IEC 60172;

NOTE Winding-wire covered with fibrous material should be tested in 230 mm long straight lengths.

Five winding-wire samples shall be evaluated for each reference and substitute group;

- b) insulating component samples: components, such as impregnating varnish, lead cable, slot, layer or ground insulation, tie cord, tape and tubing, shall not have less than 645 mm^2 in surface area for any sheet material; $25,4\text{ mm}$ length for lead wire, sleeving and tie cords, and 800 mm^3 in volume for potting compounds and encapsulants. If an impregnating varnish is used in the system, it shall be applied to the winding-wire samples and cured in accordance with the manufacturer's specifications.

7.4 Contents of tubes

The contents of the tubes shall be as follows.

- a) Reference tube

The tube shall contain only materials which were employed in the original insulation system.

- b) Substitute component tube

Each substitute component tube shall contain the substitute material plus all the material and alternates currently employed in the insulation system which can be used with the substitute material. Alternate materials which are not usually or cannot be used in combination with each other, such as alternate varnishes, are each to be tested in a separate tube made up as above. The aggregate of tubes used for the evaluation of new or substitute component shall represent all possible combinations of materials as they may appear in the construction of an insulation system.

7.5 Préparation des tubes

La préparation des tubes doit se faire de la manière suivante:

- a) les tubes doivent être remplis avec un solvant efficace tel que l'acétone, pendant une période de 24 h au moins, puis nettoyés soigneusement avec un détergent et une brosse à éprouvette, et rincés avec soin: deux fois avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée, et finalement séchés;
- b) les tubes, joints, robinets, écrous et boulons doivent être conditionnés pendant 1 h dans une étuve maintenue à $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, puis retirés et laissés à refroidir;
- c) les paires torsadées doivent être préparées comme indiqué en 7.3 a) et doivent être soumises à un essai électrique conformément à la CEI 60172 avant leur insertion dans les tubes. Les matériaux doivent ensuite être positionnés dans les tubes, en évitant si possible tout contact avec le fil, de manière qu'il n'y ait pas de phénomène d'adhérence pendant la période de vieillissement. Les tubes en verre ouverts doivent être scellés à l'une des extrémités avant d'être remplis;
- d) une fois les tubes remplis, les tubes, joints, robinets, écrous et boulons doivent être séchés pendant 1 h dans une étuve maintenue à 105 °C . Si des tubes en verre ouverts sont utilisés, la température de l'étuve doit être de 135 °C . Les matériaux qui ne sont pas suffisamment séchés à 105 °C doivent être séchés pendant 1 h à la température de conditionnement du système avant d'être placés dans les tubes. Les boulons, filetages et le dessous de la partie supérieure doivent être légèrement enduits de graisse de silicone avant d'être placés dans l'étuve et tous ces éléments doivent être gardés à l'écart du matériau d'étanchéité et des tubes;
- e) dès leur sortie de l'étuve, on doit fixer le matériau d'étanchéité et la bride de fixation sur le tube en utilisant des gants de protection, ou l'extrémité du tube doit être scellée par fusion. Si des tubes de verre ouverts sont utilisés, l'extrémité ouverte doit être scellée par fusion;
- f) chaque boulon doit être serré dans le sens des aiguilles d'une montre, par paliers de 0,5 Nm, jusqu'à atteindre 3,5 Nm;
- g) à moins que des tubes de verre ouverts ne soient utilisés, l'assemblage doit être immédiatement renversé dans de l'eau chaude afin de réduire les risques de choc et de rupture. L'assemblage doit rester dans l'eau pour y refroidir pendant au moins 5 min. Le phénomène de refroidissement crée un vide dans le tube qui permet l'infiltration de l'eau s'il existe une fuite. Si des tubes de verre ouverts sont utilisés, chaque tube doit être remis dans l'étuve, qui doit alors être éteinte, afin de permettre un refroidissement jusqu'à la température ambiante;
- h) les tubes doivent être sortis de l'étuve, mis à refroidir jusqu'à la température ambiante et examinés afin de détecter toute trace de fuite éventuelle, qui serait mise en évidence par de la condensation sur la paroi interne des tubes;
- i) l'étuve prérégulée qui est utilisée pour le cycle de conditionnement thermique (voir 7.6) doit être éteinte et doit avoir retrouvé la température ambiante avant que les tubes y soient placés. Après sa mise en marche, il convient de ne pas ouvrir l'étuve car le choc thermique provoqué par l'ouverture d'une étuve chaude pourrait provoquer une rupture des tubes.

7.6 Conditionnement thermique

Les échantillons doivent être conditionnés pendant 336 h (14 jours) à une température égale à la classe assignée du système plus 25 K; par exemple, la température pour la classe 130 sera de 155 °C .

7.5 Preparation of tubes

The preparation of tube assemblies shall be as follows:

- a) the tubes shall be filled with an effective solvent, such as acetone, for 24 h or longer, scrubbed well with detergent and a test-tube brush, rinsed thoroughly: twice in tap water and then in distilled water, and finally dried;
- b) the tubes, gaskets, taps, nuts and bolts shall be conditioned for 1 h in an oven maintained at $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$, and shall then be removed from the oven and allowed to cool;
- c) the twisted pairs of wire shall be prepared in accordance with 7.3 a) and proof-tested electrically according to IEC 60172 before insertion into the tubes. The component materials shall then be positioned inside the tubes, avoiding contact with the wire if possible, so that there is no sticking during the ageing period. Open glass tubes shall be sealed at one end before being filled;
- d) after the tubes are filled, the tubes, gaskets, taps, nuts and bolts shall be dried for 1 h in an oven maintained at $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. If open glass tubes are used, the oven temperature shall be $135\text{ }^{\circ}\text{C}$. Material not sufficiently dried at $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ shall be dried for 1 h at the oven conditioning temperature of the system before being placed in the tubes. The bolts, threads and the underside of the top shall be lightly coated with silicone grease before being placed in the oven, and these parts shall be kept away from the gasket material and tubes;
- e) immediately upon removal from the oven, the gasket and clamp shall be assembled to the tube using protective gloves or the end of the tube shall be fused. If open glass tubes are used, the open end shall be fused;
- f) each bolt shall be torqued in a clockwise direction in increments of 0,5 Nm until a torque of 3,5 Nm is attained;
- g) unless open glass tubes are used, the assembly shall be inverted immediately in hot water to reduce the likelihood of shock and breakage. The assembly shall remain in the water and cool for a minimum of 5 min. The cooling creates a vacuum in the tube that will draw in water if a leak is present. If open glass tubes are used, each tube shall be returned to the oven which shall then be turned off and allowed to cool to room temperature;
- h) the tubes shall be removed and allowed to cool to room temperature and examined for possible leakage as evidenced by condensation on the inner wall of the tubes;
- i) the pre-set oven to be used for the thermal conditioning cycle (see 7.6) shall be turned off and allowed to cool to room temperature before the tubes are placed in the oven. After the pre-set oven has been turned on, it should not be opened while hot as the thermal shock caused by opening of a hot oven may cause breakage of the tubes.

7.6 Thermal conditioning

The samples shall be conditioned for 336 h (14 days) at a temperature equal to the class rating of the system plus 25 K; for example, the temperature for class 130 would be $155\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.7 Procédure d'ouverture

Après le conditionnement décrit en 7.6, l'étuve doit être laissée jusqu'à ce qu'elle retrouve la température ambiante avant que les tubes en soient retirés. Si l'évaluation des échantillons est retardée, les tubes doivent rester scellés, mais l'évaluation ne doit pas être reportée de plus de trois jours. Les tubes doivent alors être ouverts. Les échantillons de paires torsadées doivent être retirés des tubes et soigneusement séparés de manière à réduire les risques de détérioration mécanique.

7.8 Evaluation des échantillons

Les échantillons de fils de bobinage doivent être évalués de la façon suivante.

Les paires torsadées doivent être soumises à un régime de contraintes électriques jusqu'à la rupture, en augmentant la tension d'essai de 500 V/s. Les résultats obtenus pour les échantillons de substitution et de référence doivent alors être comparés. Toute valeur inférieure à 2 500 V, 50/60 Hz alternatif, entraîne la nullité de l'essai pour l'échantillon.

Les fils recouverts de matériaux fibreux doivent être essayés en appliquant la tension d'essai entre le conducteur et une feuille métallique enroulée autour de la portion centrale de la partie droite.

7.9 Condition requise

Le matériau de substitution doit être considéré comme compatible et validé aux fins d'utilisation dans le système d'isolation spécifique essayé, si la contrainte électrique moyenne des paires torsadées provenant du tube d'essai qui contenait le composant de substitution n'est pas inférieure à 50 % de la valeur des paires torsadées du tube de référence.

NOTE Le critère de 50 % a été considéré comme suffisant car la tension de claquage chute brutalement lorsque des incompatibilités apparaissent entre les matériaux du système.

7.7 Opening procedure

After being conditioned as described in 7.6, the oven shall be allowed to cool to room temperature before the tubes are removed. If evaluation of the samples is delayed, the tubes shall remain sealed, but evaluation shall not be delayed for longer than three days. The tubes shall then be opened. The twisted pair samples shall be removed from the tubes and carefully separated so as to reduce mechanical damage.

7.8 Evaluation of samples

The winding wire samples shall be evaluated as follows.

The twisted pairs shall be stressed until breakdown by increasing the test voltage at a rate of 500 V/s. The results for the substitute and reference samples shall be compared. Any single value less than 2 500 V, 50/60 Hz a.c., invalidates the test for that sample set.

Wire covered with fibrous material shall be tested by applying the test voltage between the conductor and metallic foil wrapped around the centre portion of the straight length.

7.9 Requirement

The substitute material shall be considered compatible and validated for use in the specific insulation system tested if the average electric strength of the twisted pairs from the substitute component tube is not less than 50 % of that of the twisted pairs from the reference tube.

NOTE The 50 % criterion has been found to be adequate, since the breakdown voltage drops drastically if incompatibility occurs between materials of the system.

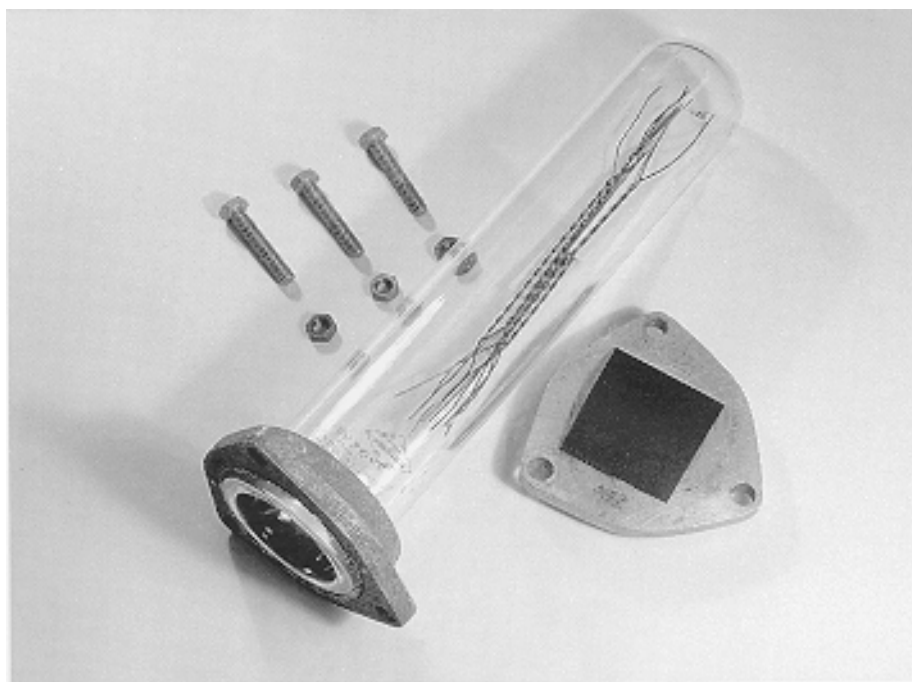
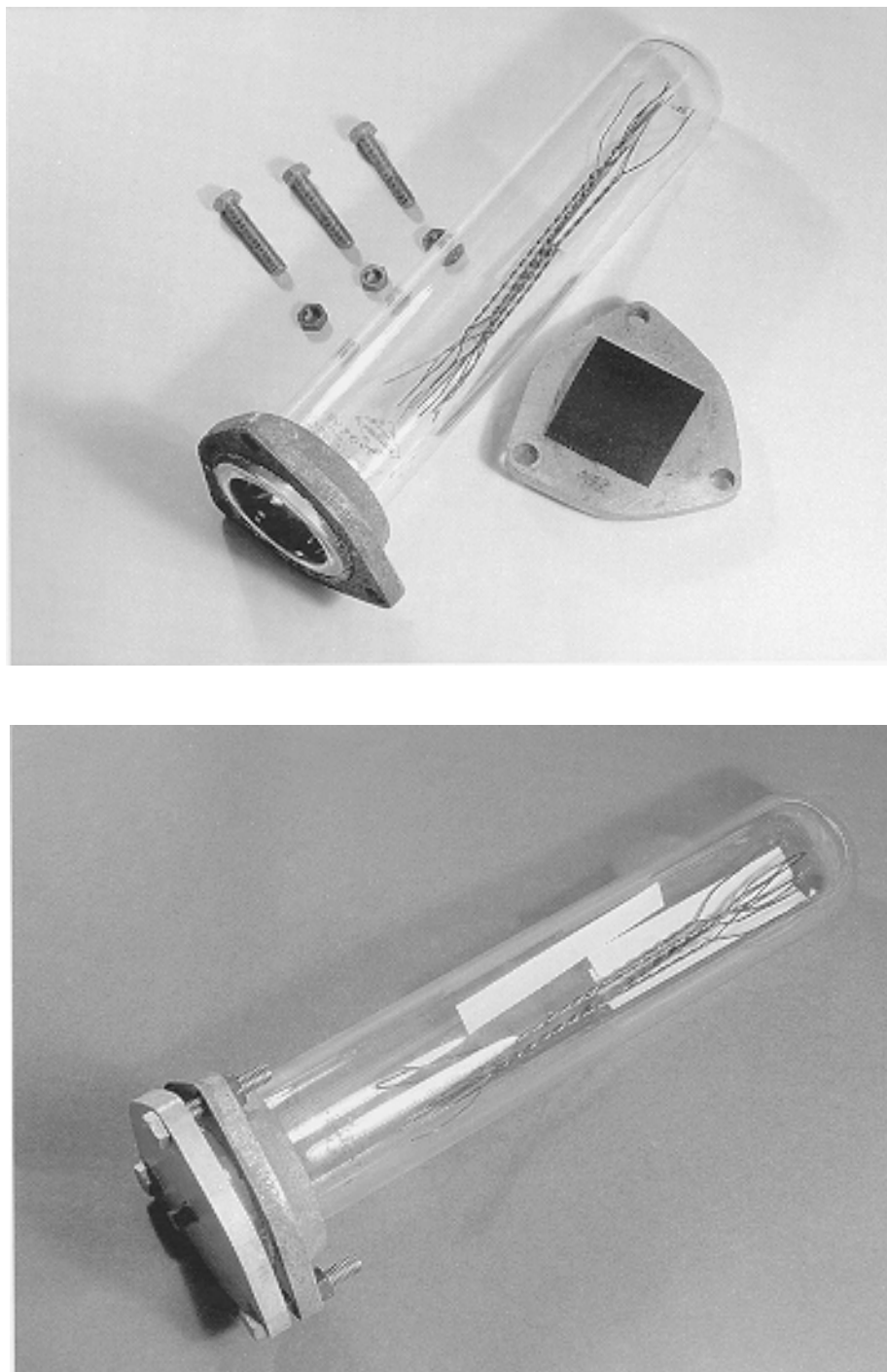


Figure 1 – Appareil d'essai

CEI 906/2000



IEC 906/2000

Figure 1 – Test apparatus



Standards Survey

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

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

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

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

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



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

.....

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

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

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

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

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

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

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
nearly ☐
fairly well ☐
exactly ☐

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

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

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

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

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

Q8 I read/use the: (tick one)

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

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

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





Enquête sur les normes

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

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

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

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

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



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

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

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

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

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

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

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



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

ISBN 2-8318-5745-7



ICS 29.080.01; 29.160.01

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND