NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60464-2

Deuxième édition
Second edition
2001-07

Vernis utilisés pour l'isolation électrique –

Partie 2: Méthodes d'essai

Varnishes used for electrical insulation –

Part 2: Methods of test



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60464-2:2001

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
60464-2

Deuxième édition
Second edition
2001-07

Vernis utilisés pour l'isolation électrique –

Partie 2:
Méthodes d'essai

Varnishes used for electrical insulation –

Part 2:
Methods of test

© 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 R

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

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 6

1 Domaine d'application 8
2 Références normatives 8
3 Définitions 12
4 Observations générales sur les méthodes d'essai 12
5 Méthodes d'essai pour les vernis non secs et/ou non durcis 14
5.1 Point éclair 14
5.2 Masse volumique 14
5.3 Viscosité 14
5.4 Teneur en matière non volatile 14
5.5 Aptitude à la dilution 14
5.6 Stabilité du vernis dans un récipient ouvert 16
5.7 Séchage et/ou durcissement en couche épaisse 16
5.8 Effet du vernis sur des fils de bobinage émaillés 20
6 Méthodes d'essai pour des vernis secs et/ou durcis 20
6.1 Eprouvettes 20
6.2 Propriétés mécaniques 24
6.3 Propriétés thermiques 24
6.4 Propriétés chimiques 26
6.5 Propriétés électriques 30

Figure 1 – Dispositif d'essai pour la résistivité transversale 36
Figure 2 – Exemple pour la disposition des électrodes 38

Tableau 1 – Etat de la partie supérieure 18
Tableau 2 – Etat du fond 18
Tableau 3 – Etat de la partie intérieure 18

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

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7

1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Definitions 13
4 General notes on methods of test 13
5 Methods of test for undried and/or uncured varnishes 15
5.1 Flashpoint 15
5.2 Density 15
5.3 Viscosity 15
5.4 Content of non-volatile matter 15
5.5 Dilution ability 15
5.6 Stability of varnish in an open vessel 17
5.7 Drying and/or curing in thick layer 17
5.8 Effect of varnish on enamelled winding wires 21
6 Methods of test for dried and/or cured varnishes 21
6.1 Test specimen 21
6.2 Mechanical properties 25
6.3 Thermal properties 25
6.4 Chemical properties 27
6.5 Electrical properties 31

Figure 1 – Test set-up for volume resistivity 37
Figure 2 – Example of electrode arrangement 39

Table 1 – Condition of the top side 19
Table 2 – Condition of the bottom side 19
Table 3 – Condition of the interior 19

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

_____

VERNIS UTILISÉS POUR L'ISOLATION ÉLECTRIQUE –

Partie 2: Méthodes d'essai

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 60464-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition parue en 1974 dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/1224/FDIS	15C/1253/RVD

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

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

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.

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

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

_____

VARNISHES USED FOR ELECTRICAL INSULATION –

Part 2: Methods of test

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 60464-2 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1974, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
15C/1224/FDIS	15C/1253/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.

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.

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60464 fait partie d'une série traitant des vernis utilisés pour l'isolation électrique. Cette série comprend trois parties:

Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 60464-1);

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 60464-2);

Partie 3: Spécifications pour les matériaux particuliers (CEI 60464-3).

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

INTRODUCTION

This part of IEC 60464 is one of a series which deals with varnishes used for electrical insulation. The series consists of three parts:

Part 1: Definitions and general requirements (IEC 60464-1);

Part 2: Methods of test (IEC 60464-2);

Part 3: Specifications for individual materials (IEC 60464-3).

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

VERNIS UTILISÉS POUR L'ISOLATION ÉLECTRIQUE –

Partie 2: Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60464 spécifie les méthodes d'essai à utiliser pour essayer les vernis utilisés pour l'isolation électrique. Ces méthodes comprennent des essais à appliquer avant séchage et/ou durcissement du vernis, et d'autres après.

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 60464. 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 60464 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 60050(212):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 212: Isolants solides, liquides et gazeux*

CEI 60068-2-10:1988, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai J et guide: Moisissures*

CEI 60093:1980, *Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides*

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

CEI 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60250:1969, *Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises)*

CEI 60296:1982, *Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion*

CEI 60464 (toutes les parties), *Vernis utilisés pour l'isolation électrique*

CEI 60641-3-1:1992, *Spécification pour le carton comprimé et le papier comprimé à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Prescriptions pour carton comprimé, types B.0.1, B.2.1, B.2.3, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.3, B.5,1, B.6.1 et B.7.1*

CEI 60851-4:1996, *Méthodes d'essai des fils de bobinage – Partie 4: Propriétés chimiques*

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

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

VARNISHES USED FOR ELECTRICAL INSULATION –

Part 2: Methods of test

1 Scope

This part of IEC 60464 specifies methods of test to be used for testing varnishes used for electrical insulation. This includes methods of test to be applied before and others to be applied after drying and/or curing of the varnish.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60464. 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 60464 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 60050(212):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 212: Insulating solids, liquids and gases*

IEC 60068-2-10:1988, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 60093:1980, *Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials*

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

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60250:1969, *Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC 60296:1982, *Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60464 (all parts), *Varnishes used for electrical insulation*

IEC 60641-3-1:1992, *Specification for pressboard and presspaper for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Requirements for pressboard, types B.0.1, B.2.1, B.2.3, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.3, B.5,1, B.6.1 and B.7.1*

IEC 60851-4:1996, *Methods of test for winding wires – Part 4: Chemical properties*

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

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

CEI 61099:1992, *Spécifications pour esters organiques de synthèse neufs à usages électriques*

ISO 291:1997, *Plastiques – Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO 558:1980, *Conditionnement et essais – Atmosphères normales – Définitions*

ISO 1144:1973, *Textiles – Système universel de désignation de la masse linéique (système Tex)*

ISO 1513:1992, *Peintures et vernis – Examen et préparation des échantillons pour essais*

ISO 1514:1993, *Peintures et vernis – Panneaux normalisés pour essais*

ISO 1519:1973, *Peintures et vernis – Essai de pliage sur mandrin cylindrique*

ISO 1520:1999, *Peintures et vernis – Essai d'emboutissage* (disponible en anglais seulement)

ISO 1523:1983, *Peintures, vernis, pétrole et produits assimilés – Détermination du point d'éclair – Méthode à l'équilibre en vase clos*

ISO 2078:1993, *Verre textile – Fils – Désignation*

ISO 2113:1996, *Renforts – Tissus – Base de spécification*

ISO 2431:1993, *Peintures et vernis – Détermination du temps d'écoulement au moyen de coupes d'écoulement*

ISO 2555:1989, *Plastiques – Résines à l'état liquide ou en émulsions ou dispersions – Détermination de la viscosité apparente selon le procédé Brookfield*

ISO 2578:1993, *Plastiques – Détermination des limites temps-températures après exposition à l'action prolongée de la chaleur*

ISO 2592:2000, *Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

ISO 2808:1997, *Peintures et vernis – Détermination de l'épaisseur du feuil*

ISO 2811 (toutes les parties), *Peintures et vernis – Détermination de la masse volumique*

ISO 2812-1:1993, *Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 1: Méthodes générales*

ISO 3219:1993, *Plastiques – Polymères/résines à l'état liquide, en émulsion ou en dispersion – Détermination de la viscosité au moyen d'un viscosimètre rotatif à gradient de vitesse de cisaillement défini*

ISO 3251:1993, *Peintures et vernis – Détermination de l'extrait sec des peintures, des vernis et de liants pour peintures et vernis*

ISO 3679:1983, *Peintures, vernis, produits pétroliers et assimilés – Détermination du point d'éclair – Méthode rapide à l'équilibre*

ISO 15528:2000, *Peintures, vernis et matières premières pour peintures et vernis – Echantillonnage*

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

IEC 61099:1992, *Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

ISO 291:1997, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 558:1980, *Conditioning and testing – Standard atmospheres – Definitions*

ISO 1144:1973, *Textiles – Universal system for designating linear density (Tex System)*

ISO 1513:1992, *Paints and varnishes – Examination and preparation of samples for testing*

ISO 1514:1993, *Paints and varnishes – Standard panels for testing*

ISO 1519:1973, *Paints and varnishes – Bend test (cylindrical mandrel)*

ISO 1520:1999, *Paints and varnishes – Cupping test*

ISO 1523:1983, *Paints, varnishes, petroleum and related products – Determination of flash point – Closed cup equilibrium method*

ISO 2078:1993, *Textile glass – Yarns – Designation*

ISO 2113:1996, *Reinforcement fibres – Woven fabrics – Basis for a specification*

ISO 2431:1993, *Paints and varnishes – Determination of flow time by use of flow cups*

ISO 2555:1989, *Plastics – Resins in the liquid state or as emulsions or dispersions – Determination of apparent viscosity by the Brookfield Test method*

ISO 2578:1993, *Plastics – Determination of time-temperature limits after prolonged exposure to heat*

ISO 2592:2000, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

ISO 2808:1997, *Paints and varnishes – Determination of film thickness*

ISO 2811 (all parts), *Paints and varnishes – Determination of density*

ISO 2812-1:1993, *Paints and varnishes – Determination of resistance to liquids – Part 1: General methods*

ISO 3219:1993, *Plastics – Polymers/resins in the liquid state or as emulsions or dispersions – Determination of viscosity using a rotational viscometer with defined shear rate*

ISO 3251:1993, *Paints and varnishes – Determination of non-volatile matter of paints, varnishes and binders for paints and varnishes*

ISO 3679:1983, *Paints, varnishes, petroleum and related products – Determination of flashpoint – Rapid equilibrium method*

ISO 15528:2000, *Paints, varnishes and raw materials for paints and varnishes – Sampling*

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

3 Définitions

Pour les besoins de cette partie de la CEI 60464, les définitions suivantes ainsi que celles de la CEI 60050(212) et de la CEI 60464-1 s'appliquent.

3.1
résistance transversale
partie de la résistance d'isolement due à la conduction au travers du volume et excluant le courant de surface

3.2
résistivité transversale
résistance transversale ramenée à l'unité cubique de volume

3.3
facteur de dissipation diélectrique (tan δ)
valeur numérique du rapport de la partie imaginaire sur la partie réelle de la permittivité complexe

3.4
permittivité relative (ε_r)
rapport de la permittivité absolue sur la constante diélectrique

NOTE En pratique, dans l'industrie, il est courant d'utiliser le terme de permittivité en faisant référence à la permittivité relative.

4 Observations générales sur les méthodes d'essai

Sauf spécification contraire dans la norme de spécifications correspondante ou dans la méthode d'essai, tous les essais doivent être réalisés dans des conditions atmosphériques de température de (25 ± 4) °C et d'humidité relative comprise entre 45 % et 70 %. Avant de faire les mesures, l'échantillon ou l'éprouvette doivent être préconditionnées dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour permettre à l'échantillon ou à l'éprouvette d'atteindre la stabilité. Pour prélever des échantillons dans du liquide ou dans une pâte, on doit appliquer l'ISO 15528. Pour préparer de tels échantillons en vue d'essai, on doit appliquer l'ISO 1513.

NOTE Pour les définitions des termes relatifs aux atmosphères standard, voir ISO 558. L'atmosphère d'essai spécifiée ci-dessus n'est conforme à aucune des deux atmosphères spécifiées dans l'ISO 291, mais couvre les deux plages y compris leurs tolérances.

Normalement, toutes les exigences d'une méthode d'essai sont données dans la description, et les schémas sont conçus uniquement pour illustrer une disposition possible pour réaliser l'essai. En cas d'antagonismes entre la présente norme et les feuilles de spécifications de la CEI 60464-3, cette dernière prévaut.

Si une autre norme est évoquée comme méthode d'essai, la référence à cette norme doit être indiquée dans le rapport.

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

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

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60464, the following definitions as well as the definitions of IEC 60050(212) and IEC 60464-1 apply.

3.1
volume resistance
that part of the insulation resistance which is due to conduction through the volume and excludes surface current

3.2
volume resistivity
volume resistance reduced to a cubical unit volume

3.3
dielectric dissipation factor (tan δ)
numerical value of the ratio of the imaginary to the real part of the complex permittivity

3.4
relative permittivity (ε_r)
ratio of the absolute permittivity to the electric constant

NOTE In practical engineering, it is usual to employ the term "permittivity" when referring to relative permittivity.

4 General notes on methods of test

Unless otherwise specified in the relevant specification standard, or in the method of test, all tests shall be carried out at atmospheric conditions in a temperature of (25 ± 4) °C and a relative humidity range between 45 % to 70 %. Before measurements are made, the sample or test specimen shall be pre-conditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the sample or the test specimen to reach stability. For taking samples in liquid or paste form, ISO 15528 shall be applied. For preparation of such samples for testing, ISO 1513 shall be applied.

NOTE For definitions of terms for standard atmospheres, see ISO 558. The test atmosphere as specified above does not comply with any of the two standard atmospheres as specified in ISO 291 but covers both ranges inclusive of their tolerances.

Normally, all mandatory requirements for a method of test are given in the description, and diagrams are intended only to illustrate one possible arrangement for conducting the test. In case of inconsistencies between this standard and the specification sheets of IEC 60464-3, the latter shall prevail.

When another standard is invoked for a test method, reference to that standard shall be included in the report.

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

5 Méthodes d'essai pour les vernis non secs et/ou non durcis

Les matériaux avant séchage et/ou durcissement sont des vernis dans leur état liquide d'origine.

5.1 Point éclair

Pour les températures de point éclair supérieures ou égales à 79 °C, la méthode donnée dans l'ISO 2592 doit être utilisée. Pour les températures de point éclair inférieures à 79 °C, la méthode donnée dans l'ISO 1523 doit être utilisée, avec une coupe fermée quelconque, telle que celle décrite dans l'annexe A de cette norme. L'ISO 1523 doit être lue en liaison avec l'ISO 3679.

On doit faire deux mesures sur deux éprouvettes distinctes et les deux résultats concernant le point éclair doivent être consignés.

5.2 Masse volumique

On doit utiliser la méthode donnée dans l'ISO 2811. On doit faire deux mesures et les deux résultats concernant la masse volumique doivent être consignés.

5.3 Viscosité

La viscosité doit être déterminée avec un dispositif adapté, à la température de (23 ± 0,5) °C. Si un dispositif de type rotatif est utilisé, il doit être conforme à l'ISO 2555 (de type Brookfield) ou à l'ISO 3219 (de type fonctionnant à un taux de cisaillement défini). Si on utilise un matériel de type à écoulement, la méthode d'essai et la coupe d'écoulement doivent être conformes à l'ISO 2431.

On doit faire deux mesures et les deux résultats concernant la viscosité doivent être consignés.

5.4 Teneur en matière non volatile

On doit utiliser la méthode donnée dans l'ISO 3251. On doit faire deux mesures et les deux résultats concernant la teneur en matière non volatile doivent être consignés.

5.5 Aptitude à la dilution

L'aptitude à la dilution est exprimée par la quantité de solvant et/ou de diluant que l'on peut ajouter au vernis sans observer d'opalescence ni de séparation de phases.

5.5.1 Procédure

On doit verser un échantillon de vernis de (50 ± 1) ml dans un cylindre en verre d'environ 250 ml. On doit ajouter du solvant et/ou du diluant conformément à l'accord entre fournisseur et acheteur, dans des proportions définies, par exemple (10 ± 0,2) ml, jusqu'à ce que l'on observe une opalescence ou une séparation de phase. Après chaque rajout, le contenu du cylindre en verre doit être agité proprement pour obtenir un mélange homogène et on doit laisser reposer pendant au moins 5 min, mais pas plus de 10 min.

5.5.2 Résultat

On doit faire une mesure et le type de solvant et/ou de diluant ainsi que le pourcentage en volume rajouté sans apparition d'opalescence ni de séparation de phases doivent être consignés.

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

5 Methods of test for undried and/or uncured varnishes

The materials before drying and/or curing are varnishes in their original liquid state.

5.1 Flashpoint

For flashpoint temperatures of 79 °C and above, the method given in ISO 2592 shall be used. For flashpoint temperatures below 79 °C, the method given in ISO 1523 shall be used with any of the closed-cup apparatus as described in annex A of that standard. ISO 1523 shall be read in conjunction with ISO 3679.

Two measurements shall be made on two separate samples and the two results of flashpoint shall be reported.

5.2 Density

The method given in ISO 2811 shall be used. Two measurements shall be made and the two results of density shall be reported.

5.3 Viscosity

The viscosity shall be determined with a suitable device at (23 ± 0,5) °C. If a rotating type of device is used, it shall be in accordance with ISO 2555 (Brookfield type) or with ISO 3219 (a type working at defined shear rate). If an efflux type of equipment is used, the method of test and the flow cup shall be in accordance with ISO 2431.

Two measurements shall be made and the two results of viscosity shall be reported.

5.4 Content of non-volatile matter

The method given in ISO 3251 shall be used. Two measurements shall be made and the two results of the content of non-volatile matter shall be reported.

5.5 Dilution ability

Dilution ability is expressed by the amount of solvent and/or diluent which can be added to the varnish until cloudiness or separation is observed.

5.5.1 Procedure

A varnish sample of (50 ± 1) ml shall be poured into a glass cylinder of about 250 ml volume. Solvent and/or diluent as agreed between supplier and purchaser shall be added in defined portions of for instance (10 ± 0,2) ml until cloudiness or separation is observed. After each addition, the content of the glass cylinder shall be properly stirred to obtain a homogeneous mixture and shall be allowed to settle for at least 5 min and not more than 10 min.

5.5.2 Result

One measurement shall be made and the type of solvent and/or diluent and the percentage in volume added without appearance of cloudiness or separation shall be reported.

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 Stabilité du vernis dans un récipient ouvert

La stabilité du vernis dans un récipient ouvert est exprimée par la modification de la viscosité après stockage du vernis, à la température de (50 ± 2) °C, pendant (96 ± 1) h (quatre jours).

5.6.1 Matériel

Sauf spécification contraire, on doit utiliser le matériel suivant:

– un récipient cylindrique en verre de 7 cm ou 8 cm de diamètre et d'une hauteur de 9 cm à 10 cm;

– une étuve sans ventilation forcée dont le débit d'air est de 6 à 10 renouvellements par heure.

5.6.2 Procédure

La viscosité de l'échantillon de vernis doit être déterminée conformément à 5.3, pour une température de (23 ± 0,5) °C. Un échantillon de vernis de (150 ± 1) g doit alors être pesé dans le cylindre en verre et doit être placé dans le four maintenu à la température de (50 ± 2) °C. Toutes les 24 h une quantité de solvant et/ou de diluant, conformément aux accords passés entre fournisseur et acheteur, doit être ajoutée pour compenser la perte par évaporation et doit être mélangée proprement avec le vernis. Quand la même procédure est terminée après 96 h, on doit déterminer la viscosité du vernis, conformément à 5.3, pour une température de (23 ± 0,5) °C.

5.6.3 Résultat

On doit faire une mesure, et le type de solvant et/ou de diluant, ainsi que la viscosité avant et après l'exposition en température doivent être consignés.

5.7 Séchage et/ou durcissement en couche épaisse

Le séchage et/ou le durcissement en couche épaisse est exprimé par l'état après durcissement de la partie supérieure, du fond et de la partie intérieure de l'échantillon.

5.7.1 Matériel

On doit utiliser le matériel suivant:

– des morceaux plats et lisses de feuille d'aluminium, de forme carrée, ayant une épaisseur de 0,1 mm à 0,15 mm et de (95 ± 1) mm de côté;

– une forme carrée faite en métal ou en n'importe quel matériau solide adéquat, de (25 ± 1) mm d'épaisseur et de (45 ± 1) mm de côté;

– une étuve avec une ventilation forcée dont le débit d'air minimal correspond à huit renouvellements d'air par heure. L'étuve doit être de type et de conception identiques à celles utilisées pour le séchage et/ou le durcissement des éprouvettes.

5.7.2 Eprouvette

Un morceau de feuille d'aluminium doit être nettoyé avec les moyens adéquats et doit être plié autour d'une forme pour obtenir un moule carré d'environ 45 mm de côté. On doit peser dans le moule, à 0,1 g près, un échantillon de vernis dont la masse est de:

$$m = 810\ \rho / X$$

où

m est la masse de l'échantillon exprimée en gramme (g);

ρ est la masse volumique exprimée en gramme par centimètres cubes (g/cm^3);

X est la quantité de matière non volatile exprimée en pourcentage (%).

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 Stability of varnish in an open vessel

Stability in an open vessel is expressed by the change in viscosity after storing the varnish at (50 ± 2) °C for (96 ± 1) h (four days).

5.6.1 Equipment

If not otherwise specified, the following equipment shall be used:

– a glass cylinder of 7 cm to 8 cm in diameter and of 9 cm to 10 cm in height;
– an oven without forced air circulation and with a rate of ventilation of 6 to 10 air changes per hour.

5.6.2 Procedure

Viscosity of the varnish sample shall be determined in accordance with 5.3 at (23 ± 0,5) °C. A varnish sample of (150 ± 1) g shall then be weighed into the glass cylinder and shall be placed in the oven maintained at (50 ± 2) °C. Every 24 h an amount of solvent and/or diluent as agreed between supplier and purchaser shall be added to compensate for that lost by evaporation and shall be properly mixed with the varnish. When the same procedure is completed after 96 h, the viscosity of the varnish shall be determined according to 5.3 at (23 ± 0,5) °C.

5.6.3 Result

One measurement shall be made and the type of solvent and/or diluent as well as the viscosity before and the viscosity after temperature exposure shall be reported.

5.7 Drying and/or curing in thick layer

Drying and/or curing in thick layer is expressed by the condition after curing of the top side, bottom side and interior of the specimen.

5.7.1 Equipment

The following equipment shall be used:

– flat and smooth square pieces of aluminium foil, 0,1 mm to 0,15 mm in thickness, having a side length of (95 ± 1) mm;
– a square form made of metal or any suitable solid material (25 ± 1) mm in thickness and having a side length of (45 ± 1) mm;
– an oven with forced air circulation and with a minimum rate of eight fresh-air changes per hour. The oven shall be of the type and design used for drying and/or curing specimens.

5.7.2 Test specimen

A piece of aluminium foil shall be cleaned by adequate means and shall be folded around the form to produce a square mould of about 45 mm side length. A varnish sample with a mass of

$$m = 810\ \rho/X$$

shall be weighed to 0,1 g into the mould,

where

m is the sample mass in grams (g);

ρ is the density in grams per cubic centimetre (g/cm^3);

X is the non-volatile matter in per cent (%).

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

Après séchage et/ou durcissement à la température et pour une durée conformes aux accords passés entre le fournisseur et l'acheteur, retirer la feuille d'aluminium.

NOTE En utilisant le coefficient 810 cm^3 précisé par l'équation indiquée précédemment, une épaisseur d'éprouvette d'environ 4 mm quand la feuille d'aluminium a été retirée est garantie.

5.7.3 Procédure

L'éprouvette doit être identifiée par la description des états concernant sa partie supérieure, son fond et sa partie intérieure. Cette description s'exprime par les constats faits sur son apparence et sur son aspect poisseux précisés par les symboles donnés aux tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1 – Etat de la partie supérieure

Etat	Symbole
Lisse	S 1
Plissé	S 2

Tableau 2 – Etat du fond

Etat	Symbole
Non poisseux	U 1
Poisseux	U 2

L'aspect poisseux doit être déterminé conformément à 6.4.1

Tableau 3 – Etat de la partie intérieure

Etat	Symbole	X
Rigide	I 1.X	
Apparence de corne, usinable	I 2.X	
Apparence du cuir	I 3.X	
Caoutchouteux	I 4.X	
Gélatineux	I 5.X	
Liquide	I 6.X	
L'éprouvette ne contient		
– aucune cavité		1
– pas plus de cinq cavités		2
– plus de cinq cavités		3

Pour ce qui concerne l'état de l'intérieur, on doit ajouter un constat indiquant si celui-ci est uniforme ou non.

NOTE Il peut être nécessaire de couper l'éprouvette, de plier l'éprouvette avec ses doigts ou d'utiliser un couteau pour décrire les propriétés mécaniques.

5.7.4 Résultat

On doit essayer deux éprouvettes et les deux résultats concernant le séchage et/ou le durcissement en couche épaisse doivent être consignés.

EXEMPLE Pour une éprouvette ayant sa partie supérieure lisse, son fond non poisseux, et l'apparence du cuir, tout en étant uniforme et contenant trois cavités, le résultat est décrit par: S 1 – U 1 – I 3.2 – uniforme.

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

After drying and/or curing at a temperature and for a time agreed between the supplier and the purchaser, the aluminium foil shall be removed.

NOTE Using the coefficient 810 cm^3 in the above equation ensures a resulting thickness of the specimen of about 4 mm after removing the aluminium foil.

5.7.3 Procedure

The specimen shall be assessed by description of the conditions of its top side, bottom side and interior, expressed according to statements for visual appearance and for tackiness by the symbols given in tables 1, 2 and 3.

Table 1 – Condition of the top side

Condition	Symbol
Smooth	S 1
Wrinkled	S 2

Table 2 – Condition of the bottom side

Condition	Symbol
Non-tacky	U 1
Tacky	U 2

Tackiness shall be determined according to 6.4.1.

Table 3 – Condition of the interior

Condition	Symbol	X
Rigid	I 1.X	
Horny machinable	I 2.X	
Leather-like	I 3.X	
Rubber-like	I 4.X	
Gel-like	I 5.X	
Liquid	I 6.X	
The specimen contains		
– no voids		1
– not more than five voids		2
– more than five voids		3

For the condition of the interior, a statement shall be added whether the interior is uniform or not uniform.

NOTE It may be necessary to cut the specimen, to bend the specimen with the fingers or to use a knife for describing the mechanical properties.

5.7.4 Result

Two specimens shall be tested and the two results of drying and/or curing in thick layer shall be reported.

EXAMPLE For a specimen which has a smooth top side and a non-tacky bottom side, which is leather-like and uniform and which contains three voids, the result is described as: S 1 – U 1 – I 3.2 – uniform.

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

5.8 Effet du vernis sur des fils de bobinage émaillés

L'effet du vernis sur un fil émaillé est exprimé par la dureté crayon, relatif au revêtement du fil, après vernissage d'un morceau de fil rectiligne, conformément à la CEI 60851-4.

On doit essayer trois morceaux de fil rectilignes et les résultats concernant la dureté crayon doivent être consignés.

6 Méthodes d'essai pour des vernis secs et/ou durcis

Les matériaux après séchage et/ou durcissement sont des revêtements de vernis placés sur des substrats.

6.1 Eprouvettes

Le nombre d'éprouvettes et le type de substrat nécessaires sont spécifiés dans la méthode particulière d'essai, dans la feuille de spécifications de la CEI 60464-3 ou elles doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Le terme «éprouvette d'essai» se réfère à un substrat avec un revêtement ou une imprégnation de vernis sec et/ou durci comme prescrit dans la méthode d'essai correspondante. Dans la suite du texte, ces «éprouvettes d'essai» sont appelées «éprouvettes».

Si des plaques d'acier et/ou des tissus de verre sont nécessaires comme substrats, ils doivent être respectivement conformes à 6.1.1 et 6.1.2.

6.1.1 Plaque d'acier

Sauf spécification contraire, on doit utiliser une plaque d'acier conforme à l'ISO 1514, mais dont l'épaisseur est (0,125 ± 0,010) mm, la longueur (100 ± 5) mm et la largeur au moins égale à 80 mm. La préparation et le nettoyage de la plaque doivent être conformes aux consignes proposées dans l'ISO 1514. La plaque d'acier doit être imprégnée et/ou revêtue conformément à 6.1.3.

NOTE Dans l'ISO 1514, par exemple, des plaques d'acier, de fer blanc, d'aluminium, de verre sont recommandées comme substrats pour les peintures et les vernis. Dans le passé, l'utilisation de plaques de cuivre était proposée. Cependant les plaques d'acier ont été considérées comme généralement bien adaptées à la manipulation et à l'utilisation. Dans un but de normalisation, il convient que les types de plaques utilisées pour les vernis isolants et pour les résines d'imprégnation (exemptes de solvant) soient identiques. Pour les résines d'imprégnation à base de polyester insaturé, le cuivre peut agir comme un inhibiteur ou un accélérateur, et par conséquent les plaques en cuivre sont refusées.

6.1.2 Matériau en tissu de verre

Sauf spécification contraire, on doit utiliser un tissu en fibres de verre d'une armure toile, avec (21 ± 3) fils de chaîne et de trame, ayant une masse de 40 g/m^2 à 60 g/m^2 et conforme à l'ISO 2113. Les fils utilisés pour ce tissu de verre doivent être identiques pour la chaîne et la trame, et doivent être de type EC5, EC6, ou EC7 selon l'ISO 2078.

EXEMPLE 1

Le fil de type EC5 5,5 × 2 S 150 (la désignation complète est EC5, 5,5 Z 40 × 2 S 150) est un fil retordu fait de deux composants identiques torsadés 150 fois par mètre et constitués d'un seul brin continu du type EC5 5,5 Z 40, conformément à l'ISO 2078. Ce type de fil est constitué de brins continus, ayant 5 µm d'épaisseur et torsadés 40 fois par mètre. La densité linéaire d'un seul fil est de 5,5 tex. «E» indique de «bonnes propriétés électriques» et «C» indique «un brin continu». Les lettres «S» et «Z» indiquent des directions opposées pour les torsades. «Tex» est la mesure de la densité linéaire (mg/m) d'un système tex de fil à brin unique (voir ISO 1144).

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

5.8 Effect of varnish on enamelled winding wires

The effect of varnish on enamelled wire is expressed by the pencil hardness of the wire coating after varnish treatment of a straight piece of wire according to IEC 60851-4.

Three straight pieces of wire shall be tested and the three results of pencil hardness shall be reported.

6 Methods of test for dried and/or cured varnishes

The materials after drying and/or curing are varnish coatings on substrates.

6.1 Test specimen

The number of specimens and the type of substrate required are specified in the particular method of test, in the relevant specification sheet of IEC 60464-3 or shall be agreed upon between the supplier and the purchaser. The term "test specimen" refers to a substrate with the dried and/or cured varnish coating or impregnation as required for the respective method of test. In the following text "test specimen" is referred to as "specimen".

If steel panels and/or glass fabric are required as substrate, they shall be in accordance with 6.1.1 and 6.1.2, respectively.

6.1.1 Steel panel

Unless otherwise specified, a steel panel according to ISO 1514 but of a thickness of (0,125 ± 0,010) mm, a length of (100 ± 5) mm and a width of at least 80 mm shall be used. The preparation and cleaning of the panel shall be in accordance with the measures proposed in ISO 1514. The steel panel shall be coated according to 6.1.3.

NOTE In ISO 1514, panels of, for instance, steel, tinplate, aluminium or glass are recommended as substrates for paints and varnishes. In the past, the use of copper panels was proposed. However, steel panels generally have been found suitable and convenient to handle and use. For the purpose of standardization, the type of panels used for insulating varnishes and (solvent-free) impregnating resins should be identical. For unsaturated polyester-based impregnating resins, copper may act as an inhibitor or accelerator and therefore copper panels should be rejected.

6.1.2 Textile glass fabric

Unless otherwise specified, textile glass fabric of a plain weave with (21 ± 3) yarns each for warp and weft and with a mass of 40 g/m^2 to 60 g/m^2 in accordance with ISO 2113 shall be used. The yarn employed for this glass fabric shall be identical for warp and weft and shall be of the type EC5, EC6, or EC7 in accordance with ISO 2078.

EXAMPLE 1

Yarn of the type EC5 5,5 × 2 S 150 (the full designation is EC5 5,5 Z 40 × 2 S 150) is a folded (plied) yarn having two identical components, which are twisted 150 times per metre and which consist of single continuous-filament yarn according to ISO 2078 of the type EC5 5,5 Z 40. This type is made of continuous filaments of 5 µm thickness, which are twisted 40 times per metre. The linear density of the single yarn is 5,5 tex. "E" stands for "good electrical properties" and "C" stands for "continuous filament". The letters "S" and "Z" indicate opposite directions of twist. "Tex" is a measure of linear density (mg/m) of the tex system single continuous-filament yarn (see ISO 1144).

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

EXEMPLE 2

Le fil de type EC5 11 est constitué par un fil à brin unique, conformément à l'ISO 2078. Ce type est constitué de brins continus ayant 5 µm d'épaisseur. La densité linéaire d'un seul fil est de 11 tex.

Le tissu de verre doit être désencollé à l'aide d'un traitement thermique jusqu'à moins de 0,1 % des quantités initiales d'encollage. Le tissu de verre doit être en verre pratiquement exempt d'alcali avec une teneur en alcali inférieure à 0,5 % ($Na_2O + K_2O < 0,5$ %). A partir du tissu de verre, on doit couper des morceaux aux dimensions d'environ 180 mm × 280 mm.

Pour une manipulation plus aisée, on doit agrafer sur les parties les plus étroites de chaque pièce de tissu de verre, des bandes de carton comprimé, par exemple de type B.2.1, selon la CEI 60641-3-1. Les dimensions de ces bandes doivent être d'environ 250 mm × 15 mm × 0,7 mm. Le tissu de verre doit être imprégné et/ou revêtu conformément à 6.1.3. Après séchage et/ou durcissement, on doit prélever dans chaque pièce deux éprouvettes aux dimensions (100 ± 1) mm sur (100 ± 1) mm.

6.1.3 Préparation des éprouvettes

L'imprégnation et/ou le revêtement des substrats doivent être conformes à la méthode particulière d'essai, à la feuille de spécification correspondante de la CEI 60464-3 ou aux accords entre le fournisseur et l'acheteur. Cela comprend le processus d'imprégnation et/ou de revêtement selon la température et la durée, la durée de l'essorage et les conditions de durcissement, fonction de la température, de la durée ou du programme température-durée, ainsi que du recuit et du refroidissement.

Sauf spécification contraire, le substrat doit être immergé dans le vernis, en position verticale et avec une vitesse suffisamment faible pour éviter les bulles d'air adhérant à la surface du substrat. Le substrat doit être conservé dans le vernis pendant au moins 5 min, puis doit être retiré du vernis à une vitesse uniforme inférieure ou égale à 2 mm/s.

L'éprouvette doit alors être essorée pendant 10 min à 15 min, et séchée et/ou durcie conformément au programme prévu. Elle doit être essorée et séchée et/ou durcie en position verticale. Pour le séchage et/ou le durcissement, l'étuve utilisée doit être spécialement conçue pour le séchage de parties peintes et vernies, pouvant avoir des surfaces importantes et subir des pertes substantielles de solvant par évaporation. Le processus de revêtement ou d'imprégnation doit être répété par trempage, égouttage, séchage et/ou durcissement de l'éprouvette en position inversée.

Si l'épaisseur du revêtement est inférieure à la valeur spécifiée, on doit retremper l'éprouvette en position inverse pour chaque traitement consécutif. Si l'épaisseur du revêtement de l'éprouvette dépasse la valeur spécifiée, le vernis doit être dilué conformément aux instructions données par le fournisseur.

NOTE En augmentant la vitesse avec laquelle on retire l'éprouvette du vernis, on augmente l'épaisseur du revêtement. En réduisant la vitesse on réduit l'épaisseur du revêtement.

6.1.4 Epaisseur du revêtement

On doit déterminer l'épaisseur du revêtement après séchage et/ou durcissement du vernis par un des procédés spécifiés dans l'ISO 2808. Le revêtement d'une plaque d'acier doit avoir au moins 0,050 mm et ne doit pas dépasser 0,080 mm de chaque côté de la plaque.

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

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

EXAMPLE 2

Yarn of the type EC5 11 is a single continuous-filament yarn according to ISO 2078. This type is made of continuous filaments of 5 µm thickness. The linear density of the single yarn is 11 tex.

The glass fabric shall be de-sized by means of thermal treatment to less than 0,1 % of the original size amount. The glass fabric shall be made of glass, which is practically free of alkalis with an alkali content of less than 0,5 % ($Na_2O + K_2O < 0,5$ %). Pieces of about 180 mm × 280 mm shall be cut from the glass fabric.

For easy handling, strips of pressboard of, for instance, type B.2.1 according to IEC 60641-3-1 shall be stapled to the smaller edges of each piece of glass fabric. The dimensions of these strips shall be of about 250 mm × 15 mm × 0,7 mm. The glass fabric shall be impregnated and/or coated according to 6.1.3. After drying and/or curing, two specimens of the size of (100 ± 1) mm × (100 ± 1) mm shall be cut from each piece.

6.1.3 Preparation of test specimens

The impregnation and/or coating of the substrates shall be in accordance with the particular method of test, the relevant specification sheet of IEC 60464-3, or as agreed upon between the supplier and the purchaser. This includes the impregnation and/or coating process with respect to temperature and time, the draining period and the curing conditions with respect to temperature and time or temperature-time programme, and annealing and cooling.

Unless otherwise specified, the substrate shall be immersed in the varnish in a vertical position and at a speed sufficiently low to prevent voids of air adhering to the surface of the substrate. The substrate shall be kept in the varnish for at least 5 min and shall then be removed from the varnish at a uniform speed of not more than 2 mm/s.

The specimen shall then be drained for 10 min to 15 min and dried and/or cured in accordance with the agreed schedule. It shall be drained and dried and/or cured in a vertical position. For drying and/or curing, the oven applied shall be specially designed for drying painted and varnished parts, which may have large surfaces and substantial amounts of solvent evaporation. The coating or impregnating process shall be repeated by dipping, draining and drying and/or curing the specimen in the reversed direction.

If the thickness of the coating is below the specified value, more dips are to be given with the specimen in the reversed direction for each subsequent treatment. If the thickness of the coating or of the specimen exceeds the specified value, the varnish shall be diluted in accordance with the instructions given by the supplier.

NOTE Increasing the speed by which the specimen is removed from the varnish increases the thickness of the coating; reducing the speed reduces the thickness of the coating.

6.1.4 Thickness of the coating

The thickness of the coating after drying and/or curing the varnish shall be determined by one of the procedures specified in ISO 2808. The coating on the steel panel shall be at least 0,050 mm and shall not exceed 0,080 mm on either side of the panel.

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 Propriétés mécaniques

6.2.1 Essai de pliage (mandrin cylindrique)

On doit utiliser la méthode donnée dans l'ISO 1519 avec un appareil de type 1. Deux plaques d'acier revêtues conformes à 6.1.1 doivent être essayées. Après pliage autour d'un mandrin, comme indiqué dans la feuille de spécification correspondante ou selon l'accord entre le fournisseur et l'acheteur, l'éprouvette doit être examinée à l'œil nu pour déceler des craquelures. Les résultats d'essai sont constitués par l'étendue des craquelures observées. L'épaisseur du revêtement et le diamètre du mandrin utilisé pour le pliage doivent être indiqués en même temps que les deux résultats.

6.2.2 Essai à la coupe

La méthode donnée dans l'ISO 1520 doit être utilisée. On doit essayer deux plaques d'acier revêtues conformes à 6.1.1. L'épaisseur du revêtement et les deux résultats doivent être consignés. Les résultats comprennent l'étendue des craquelures et la profondeur des creux.

6.2.3 Pouvoir agglomérant à la température ambiante

L'essai de la bobine torsadée, méthode A, ou l'essai de la bobine hélicoïdale, méthode B, indiqué dans la CEI 61033 doit être utilisé. On doit essayer cinq éprouvettes. La méthode, le type de fil émaillé utilisé comme substrat et les cinq résultats doivent être consignés.

6.3 Propriétés thermiques

6.3.1 Pouvoir agglomérant pour des températures élevées

L'essai de la bobine torsadée, méthode A, ou l'essai de la bobine hélicoïdale, méthode B, indiqué dans la CEI 61033 doit être utilisé. La température d'essai doit être conforme à la feuille correspondante de spécification de la CEI 60464-3 ou doit avoir fait l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. On doit essayer cinq éprouvettes. La méthode et le type de fil émaillé utilisé comme substrat, ainsi que les cinq résultats, doivent être consignés.

6.3.2 Indice de température

NOTE L'indice de température n'est pas comme tel une caractéristique typique d'un matériau isolant électrique mais dépend du choix fait sur l'essai et le critère de point limite. Par conséquent, pour un même matériau les résultats concernant l'indice de température peuvent varier jusqu'à 80 K.

6.3.2.1 Eprouvette

Si les propriétés étudiées sont la perte de masse et/ou la tension de claquage, on doit utiliser des éprouvettes conformes à 6.1.2.

6.3.2.2 Procédure

On doit utiliser la méthode donnée dans la CEI 60216. Le critère d'essai et le critère de fin de vie doivent être conformes à la feuille de spécifications correspondante de la CEI 60464-3 ou doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Deux critères d'essai doivent être utilisés. Pour chaque critère d'essai, on doit appliquer au moins trois températures d'exposition. La différence entre deux températures d'exposition consécutives ne doit pas être supérieure à 20 K. Si le coefficient de corrélation est inférieur à 0,95, on doit essayer un ensemble d'éprouvettes supplémentaire pour une température d'exposition différente de celles choisies initialement.

NOTE 1 L'ISO 2578 est basée sur les principes indiqués dans la CEI 60216. En supprimant toutes les informations non nécessaires pour la planification et la conduite de l'expérimentation de l'indice de température, ainsi que pour le calcul des résultats, l'ISO 2578 est devenue un moyen pratique d'utilisation rapide, comme cela est demandé dans un laboratoire.

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 Mechanical properties

6.2.1 Bend test (cylindrical mandrel)

The method given in ISO 1519 with type 1 apparatus shall be used. Two coated steel panels according to 6.1.1 shall be tested. After bending around a mandrel as specified in the relevant specification sheet or as agreed between supplier and purchaser, the specimen shall be examined by normal vision for cracks. The result of the test is the extent of cracking observed. The thickness of the coating and the mandrel diameter used for bending shall be reported together with the two results.

6.2.2 Cupping test

The method given in ISO 1520 shall be used. Two coated steel panels according to 6.1.1 shall be tested. The result of the test is the extent of cracking and the depth of indentation. The thickness of the coating and the two results shall be reported.

6.2.3 Bond strength at ambient temperature

The twisted coil test, method A, or the helical coil test, method B, given in IEC 61033, shall be used. Five specimens shall be tested. The method, the type of enamelled winding wire used as substrate and the five results shall be reported.

6.3 Thermal properties

6.3.1 Bond strength at elevated temperature

The twisted coil test, method A, or the helical coil test, method B, given in IEC 61033, shall be used. The test temperature shall be in accordance with the relevant specification sheet of IEC 60464-3, or shall be agreed upon between supplier and purchaser. Five specimens shall be tested. The method, the type of enamelled winding wire used as substrate and the five results shall be reported.

6.3.2 Temperature index

NOTE The temperature index as such is not a typical characteristic of an electrical insulating material but depends on the choice of the test and end-point criterion. Therefore, for one and the same material, results for the temperature index may vary by up to 80 K.

6.3.2.1 Test specimen

Where test criteria loss of mass and/or breakdown voltage are applied, test specimens according to 6.1.2 shall be used.

6.3.2.2 Procedure

The method given in IEC 60216 shall be used. The test and end-point criteria shall be in accordance with the relevant specification sheet of IEC 60464-3, or shall be agreed upon between supplier and purchaser. Two test criteria shall be used. For each test criterion at least three exposure temperatures shall be applied. The difference between two subsequent exposure temperatures shall not exceed 20 K. If the correlation coefficient is less than 0,95, one more set of specimens shall be tested at an exposure temperature different from the originally chosen temperatures.

NOTE 1 ISO 2578 is based on the principles laid down in IEC 60216. By deleting all information that is not required for planning and running a temperature index experiment and for calculation of results, ISO 2578 has become a practical short version, as required for use in a laboratory.

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

Si on applique le critère d'essai relatif à la perte de masse, on doit essayer trois éprouvettes pour chaque température d'exposition. Si le critère d'essai est celui où l'on utilise la tension de claquage, on doit essayer une éprouvette après chaque durée d'exposition à la chaleur.

NOTE 2 Ces périodes peuvent être par exemple 1, 2, 4, 8, 16, et 32 semaines, selon la durée de vie thermique de l'éprouvette, pour la température d'exposition choisie. Il est par conséquent recommandé de fournir au moins quatre éprouvettes pour chaque température d'exposition.

La tension de claquage doit être essayée conformément à 6.5.3 pour laquelle on peut prendre pour chaque éprouvette de cinq à huit mesures.

6.3.2.3 Résultat

Pour chaque critère d'essai, on doit consigner avec la référence aux normes utilisées, le type de préparation, le type d'éprouvette et leurs dimensions, ainsi que le nombre d'éprouvettes pour chaque essai, les températures d'exposition et les résultats. Ces résultats doivent comprendre le nombre de défaillances et le temps mis pour échouer avec les températures d'exposition, un graphique indiquant les valeurs de la propriété caractéristique en fonction du logarithme correspondant au nombre de défaillances, le graphique correspondant à l'endurance thermique (ligne de régression du premier ordre) sur papier, l'indice de température et le coefficient de corrélation.

6.4 Propriétés chimiques

6.4.1 Poissage

Le poissage est exprimé par l'adhérence d'un papier filtre ou de bouts de papier sur la surface du revêtement de vernis sec et/ou durci.

6.4.1.1 Matériel

On doit utiliser le matériel suivant:

– un poids cylindrique de (500 ± 10) g avec une surface de contact à une extrémité de (20 ± 0,5) mm de diamètre;

– des disques en caoutchouc souple de (5 ± 0,5) mm d'épaisseur et de (20 ± 0,5) mm de diamètre;

– du papier filtre à base de coton hydrophile, ayant une masse de (92 ± 9) g/m^2, une épaisseur de (205 ± 30) µm, une masse volumique de 0,45 g/cm^3 et une porosité de 11 s/300 ml.

6.4.1.2 Eprouvette

Une plaque d'acier revêtue conformément à 6.1.1.

6.4.1.3 Procédure

On doit placer un morceau de papier filtre sur l'éprouvette et on doit la charger pendant 1 min avec le poids cylindrique, en utilisant le disque en caoutchouc comme couche séparatrice. Après avoir enlevé la charge, on doit examiner si

– le papier se sépare de l'éprouvette par gravité et/ou à l'aide de petites secousses, auquel cas la surface de l'éprouvette est déclarée non poisseuse;

– le papier ne se sépare pas de l'éprouvette par gravité, ni avec de petites secousses, mais se décolle en le touchant, sans présence de fibre de papier adhérant à la surface de l'éprouvette, auquel cas la surface de l'éprouvette est déclarée non poisseuse;

– le papier adhère à l'éprouvette et, après avoir enlevé le papier, une quantité significative de fibres de papier reste collée à l'éprouvette, auquel cas la surface de l'éprouvette est déclarée poisseuse.

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

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

Where the test criterion loss of mass is applied, three specimens shall be tested at each exposure temperature. Where the test criterion breakdown voltage is applied, one specimen shall be tested after each heat exposure period.

NOTE 2 Such periods can be for instance 1, 2, 4, 8, 16 and 32 weeks, depending on the time to end-point of the specimen at the chosen exposure temperature. It is, therefore, recommended to provide at least four specimens for each exposure temperature.

Breakdown voltage shall be tested in accordance with 6.5.3, where for each specimen it is allowed to take about five to eight measurements.

6.3.2.3 Result

For each test criterion, the kind of preparation and the type and dimensions of the specimens, the number of specimens for each test, the exposure temperatures and the results shall be reported along with reference to the standards applied. The results shall contain the time to failure for each exposure temperature, a graph showing the property values as a function of the logarithm of the times to failure, the thermal endurance graph (first-order regression line) on thermal endurance graph paper, the temperature index and the correlation coefficient.

6.4 Chemical properties

6.4.1 Tackiness

Tackiness is expressed by the adherence of a piece of filter paper or parts of it to the surface of a dried and/or cured varnish coating.

6.4.1.1 Equipment

The following equipment shall be used:

– a cylindrical weight of (500 ± 10) g mass and with a contact surface at one end (20 ± 0,5) mm in diameter;

– soft rubber disks (5 ± 0,5) mm in thickness and (20 ± 0,5) mm in diameter;

– a filter paper made from bleached cotton having a mass of (92 ± 9) g/m^2, a thickness of (205 ± 30) µm, a nominal density of 0,45 g/cm^3 and a porosity of 11 s/300 ml.

6.4.1.2 Test specimen

Coated steel panel according to 6.1.1.

6.4.1.3 Procedure

A piece of filter paper shall be placed on the specimen and shall be loaded for 1 min with the cylindrical weight using the rubber disk as an intervening layer. After the load is removed, it shall be examined whether

– the paper separates from the specimen by gravity and/or by means of slight vibration, in which case the surface of the specimen is called non-tacky;

– the paper does not separate from the specimen by gravity and by means of slight vibration, but separates by touching it without paper fibres adhering to the surface of the specimen, in which case the surface of the specimen is called non-tacky;

– the paper adheres to the specimen and, after the paper is removed, a significant number of paper fibres remain adhered to the specimen, in which case the surface of the specimen is called tacky.

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

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

6.4.1.4 Résultat

On doit essayer deux plaques d'acier et les deux résultats concernant le poissage doivent être consignés.

6.4.2 Résistance aux liquides y compris l'eau

On doit utiliser la procédure A de la méthode 1 donnée dans l'ISO 2812-1. Sauf spécification contraire la température du liquide d'essai doit être de (23 ± 2) °C et la durée d'immersion doit être de (168 ± 1) h (sept jours). Deux plaques d'acier revêtues conformément à 6.1.1 doivent être vérifiées. L'épaisseur du revêtement de chaque plaque, le type de liquide d'essai et les deux résultats doivent être consignés. Le résultat doit comprendre toutes les modifications concernant l'apparence, le cloquage, le poissage ou d'autres signes de détérioration.

6.4.3 Résistance aux vapeurs de solvants

La résistance aux vapeurs de solvants s'exprime par l'état de l'éprouvette après son exposition aux vapeurs de solvants.

6.4.3.1 Matériel

On doit utiliser le matériel suivant:

– un récipient en verre dont les dimensions sont: hauteur 300 mm × largeur 300 mm × longueur 500 mm avec un bord supérieur rodé et un couvercle constitué d'une partie plate en verre ayant les dimensions adéquates;

– un pot en verre cylindrique d'une hauteur de 40 mm environ et dont la surface de base est d'environ un tiers de celle du récipient;

– un dispositif adéquat pour suspendre les éprouvettes au-dessus du solvant.

6.4.3.2 Solvants d'essai

Sauf spécification contraire, les solvants suivants doivent être utilisés pour l'essai: acétone, xylène, hexane, méthanol et sulfure de carbone.

6.4.3.3 Eprouvettes

Des plaques d'acier revêtues conformément à 6.1.1.

6.4.3.4 Procédure

Le pot en verre cylindrique doit être rempli d'eau à environ la moitié de sa hauteur et doit être placé au fond du pot, qui doit être rempli jusqu'à une hauteur de 20 mm à 25 mm du solvant à essayer.

Si on utilise des solvants d'essai à base d'acétone et de méthanol, le récipient en verre cylindrique doit être rempli avec un mélange d'eau et de solvant dans une proportion égale pour éviter un fort degré de distillation isothermique.

Les éprouvettes doivent être suspendues en position verticale et ses grand axes parallèles à l'horizontale et ses parties inférieures se trouvant à 150 mm au-dessus de la surface du solvant d'essai. Le récipient en verre doit alors être recouvert d'une plaque de verre. Au cours de l'exposition, les liquides ne doivent pas s'évaporer en totalité et, si nécessaire, doivent être recomplétés. La température des solvants d'essai doit être de (23 ± 2) °C et la durée d'exposition doit être de (168 ± 1) h (sept jours). Après avoir retiré les éprouvettes du récipient, elles doivent être examinées pour rechercher toute modification concernant l'aspect, la perte d'adhérence au substrat, le pelage, l'égouttage, le cloquage, le poissage ou d'autres signes de détérioration.

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

6.4.1.4 Result

Two steel panels shall be tested and the two results of tackiness shall be reported.

6.4.2 Resistance to liquids inclusive of water

Procedure A of method 1 given in ISO 2812-1 shall be used. Unless otherwise specified, the temperature of the test liquid shall be (23 ± 2) °C and the immersion time shall be (168 ± 1) h (seven days). Two coated steel panels according to 6.1.1 shall be tested. The thickness of the coating of each panel, the type of test liquid and the two results shall be reported. The result shall include any change of appearance, blistering, tackiness or other signs of deterioration.

6.4.3 Resistance to vapour of solvents

Resistance to vapour of solvents is expressed by the condition of the specimen after exposure to vapour of solvents.

6.4.3.1 Equipment

The following equipment shall be used:

– a glass container with dimensions about 300 mm high × 300 mm wide × 500 mm long with a face-ground top edge and with a cover consisting of a plain piece of glass of adequate size;
– a cylindrical glass jar with a height of about 40 mm and a bottom area of about one-third of the bottom area of the glass container;
– adequate means to suspend specimens above the solvent level.

6.4.3.2 Test solvents

Unless otherwise specified, the following solvents shall be used for testing: acetone, xylene, hexane, methanol and carbon disulphide.

6.4.3.3 Test specimen

Coated steel panels according to 6.1.1.

6.4.3.4 Procedure

The cylindrical glass jar shall be filled up to about half of its height with water and shall be placed on the bottom of the glass container, which shall be filled up to a height of 20 mm to 25 mm with the test solvent.

In the case where acetone and methanol test solvents are used, the cylindrical glass jar shall be filled with a 1:1 mixture of water and the respective solvent in order to avoid a considerable degree of isothermal distillation.

The specimens shall be suspended in a vertical position and with their lengths in parallel with the horizontal line and with their lower edge about 150 mm above the surface of the test solvent. The glass container shall then be covered with the pane of glass. During the exposure time, the liquids shall not evaporate completely and, if necessary, shall be replenished. The temperature of the test solvents shall be (23 ± 2) °C and the exposure time shall be (168 ± 1) h (seven days). After the specimens have been removed from the container, they shall be examined for any change of appearance, loss of adherence to the substrate, peeling, draining, blistering, tackiness, or other signs of deterioration.

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

6.4.3.5 Résultat

On doit essayer deux éprouvettes pour chaque solvant d'essai. L'épaisseur du revêtement de chaque plaque, le type de solvant d'essai et les deux résultats doivent être consignés. Le résultat doit comprendre toute modification concernant l'apparence, la perte d'adhérence au substrat, le pelage, l'égouttage, le cloquage, le poissage et d'autres signes de détérioration.

6.4.4 Résistance aux moisissures

La méthode donnée dans la CEI 60068-2-10 doit être utilisée. On doit essayer trois plaques d'acier revêtues conformes à 6.1.1 et les trois résultats concernant la moisissure doivent être consignés.

6.5 Propriétés électriques

6.5.1 Effet de l'immersion dans l'eau sur la résistivité transversale

La méthode donnée dans la CEI 60093 doit être utilisée. Si la CEI 60093 n'est pas applicable aux matériels sous essai, alors la méthode suivante peut être utilisée.

6.5.1.1 Matériel

On doit utiliser le matériel suivant:

– n'importe quel tera-ohmmètre commercialement disponible et ayant une précision de ±10 %;
– un cylindre métallique à utiliser comme électrode sous tension (électrode supérieure), d'au moins 60 mm de diamètre, dont la masse exerce une pression d'environ 0,015 MPa sur l'éprouvette;
– un des disques en caoutchouc conducteurs, ayant le même diamètre que l'électrode supérieure et de 3 mm à 5 mm d'épaisseur, avec une résistance maximale de 1 000 Ω et avec une dureté de Shore A de 65 à 85;
– un cylindre métallique ayant le même diamètre que l'électrode supérieure et environ 70 mm de hauteur (électrode inférieure).

6.5.1.2 Eprouvette

Plaque d'acier revêtue conformément à 6.1.1.

6.5.1.3 Procédure

La préparation de l'essai doit consister en la mise en place de l'éprouvette entre deux cylindres métalliques munis de disques de séparation en caoutchouc. Voir figure 1 comme exemple de dispositif complet d'essai. La tension d'essai en courant continu doit être réglée pour fournir un champ électrique d'environ 1 000 V/mm. L'éprouvette doit être essayée avant et après immersion dans de l'eau déminéralisée. Sauf spécification contraire, la température de l'eau doit être comprise entre (23 ± 2) °C et le temps d'immersion doit être de (168 ± 1) h (sept jours). La préparation de l'essai doit être réalisée immédiatement après avoir retiré l'éprouvette de l'eau et après l'avoir insérée entre des filtres en papier pour extraire l'excès d'eau. La mesure de la résistance doit être faite à (15 ± 1) min après avoir réalisé la préparation. On doit faire la lecture (60 ± 5) s après le branchement.

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

6.4.3.5 Result

Two specimens shall be tested for each of the test solvents. The thickness of the coating of each panel, the type of test solvent and the two results shall be reported. The result shall contain any change of appearance, loss of adherence to the substrate, peeling, draining, blistering, tackiness, or other signs of deterioration.

6.4.4 Resistance to mould growth

The method given in IEC 60068-2-10 shall be used. Three coated steel panels according to 6.1.1 shall be tested and the three results of resistance to mould growth shall be reported.

6.5 Electrical properties

6.5.1 Effect of water immersion on volume resistivity

The method given in IEC 60093 shall be used. If IEC 60093 is not applicable for the material under test, then the following method may be used.

6.5.1.1 Equipment

The following equipment shall be used:

– any commercially available tera-ohmmeter with an accuracy of ±10 %;
– a metal cylinder to be used as voltage electrode (top electrode) of at least 60 mm in diameter having a mass of about 0,015 MPa to provide a pressure on the specimen;
– one conducting rubber disk having the same diameter as the top electrode and a thickness of 3 mm to 5 mm with a maximum resistance of 1 000 Ω and with a Shore A hardness of 65 to 85;
– a metal cylinder having the same diameter as the top electrode and of about 70 mm in height (bottom electrode).

6.5.1.2 Test specimen

Coated steel panel according to 6.1.1.

6.5.1.3 Procedure

The test set-up shall consist of the specimen placed between the two metal cylinders with the rubber disks as intervening layers. For an example of the complete test arrangement, see figure 1. The d.c. test voltage shall be adjusted to provide an electrical field strength of 1 000 V/mm. The specimen shall be tested before and after immersion in demineralized water. Unless otherwise specified, the temperature of the water shall be (23 ± 2) °C and the time of immersion shall be (168 ± 1) h (seven days). The test set-up shall be made immediately after removing the specimen from the water and blotting it between filter papers to remove excessive water. The resistance measurement shall be taken (15 ± 1) min after the test set-up is made. The reading shall be taken (60 ± 5) s after electrification.

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

Dans le cas où, par exemple, le diamètre de la partie supérieure de l'électrode est de 60 mm, on doit calculer la résistivité avec la formule:

$$\rho = (2{,}83 \times R)/(d_1 + d_2)$$

où

ρ est la résistivité exprimée en ohmmètres (Ωm);

d_1 est l'épaisseur du revêtement en millimètres (mm) sur la partie supérieure de la plaque;

d_2 est l'épaisseur du revêtement en millimètres (mm) sur la partie inférieure de la plaque;

R est la résistance mesurée en ohms (Ω).

Pour des diamètres D différents de l'électrode supérieure, remplacer le facteur 2,83 par

$$2{,}83D^2/3\ 600 \text{ avec } D \text{ exprimé en millimètres (mm)}$$

6.5.1.4 Résultat

On doit essayer trois éprouvettes. L'épaisseur des revêtements sur les deux côtés de chaque plaque, ainsi que le diamètre des électrodes, la tension d'essai utilisée et les trois résultats avant et après immersion dans l'eau doivent être consignés avec la référence aux normes utilisées. Les résultats doivent comprendre la résistance transversale et la résistivité transversale.

6.5.2 Facteur de dissipation diélectrique (tan δ) et permittivité relative (ε_r)

La méthode donnée dans la CEI 60250 doit être utilisée. Si la CEI 60250 n'est pas applicable aux matériaux à l'essai, alors la méthode suivante peut être utilisée.

6.5.2.1 Matériel

On peut utiliser n'importe quelle impédancemètre commercialement disponible ayant une précision de ±10 %.

6.5.2.2 Eprouvette

On doit utiliser une plaque d'acier revêtue conformément à 6.1.1.

6.5.2.3 Procédure

La feuille métallique du panneau revêtu doit être utilisée comme électrode inférieure. L'électrode supérieure doit avoir un diamètre d'au moins 40 mm et peut ou non être entourée par une électrode de garde. L'électrode supérieure doit être placée au centre de et sur l'électrode inférieure avec au moins 10 mm de chaque côté de l'électrode inférieure. Les électrodes peuvent être réalisées en appliquant à la brosse un matériau conducteur tel que le graphite ou l'argent, ou par application d'un film métallique ayant une épaisseur ne dépassant pas 0,005 mm, à l'aide d'une goutte d'huile, ou de tout autre moyen dont la procédure est également adaptée.

Sauf spécification contraire, l'essai doit être réalisé à la température de (23 ± 2) °C avec une tension d'essai sinusoïdale d'une fréquence de 1 kHz. Les connexions avec l'éprouvette doivent être réalisées conformément aux instructions du guide d'utilisation du dispositif 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

Where, for example, the diameter of the top electrode is 60 mm, resistivity shall be calculated as:

$$\rho = (2{,}83 \times R)/(d_1 + d_2)$$

where:

ρ resistivity in ohmmeter (Ωm);

d_1 thickness of the coating, in millimetres (mm), on the top side of the panel;

d_2 thickness of the coating, in millimetres (mm), on the bottom side of the panel;

R measured resistance in ohms (Ω).

For different diameters D of the top electrode, replace the factor 2,83 by

$$2{,}83D^2/3\ 600 \text{ with } D \text{ in millimetres (mm).}$$

6.5.1.4 Result

Three specimens shall be tested. The thicknesses of the coatings on both sides of each panel, the diameter of the electrodes, the test voltage used and the three results before and after immersion in water shall be reported along with reference to the standard applied. The results shall contain volume resistance and volume resistivity.

6.5.2 Dielectric dissipation factor (tan δ) and relative permittivity (ε_r)

The method given in IEC 60250 shall be used. If IEC 60250 is not applicable for the material under test, then the following method may be used.

6.5.2.1 Equipment

Any commercially available impedance-meter with an accuracy of ±10 % may be used.

6.5.2.2 Test specimen

Coated steel panel according to 6.1.1.

6.5.2.3 Procedure

The metal sheet of the coated panel shall be used as the bottom electrode. The top electrode shall have a diameter of at least 40 mm and may or may not be surrounded by a shield electrode. The top electrode shall be placed centrally on the bottom electrode with at least 10 mm from the edges of the bottom electrode. The electrodes may be provided by brushing a conductive dispersion such as graphite or silver or by applying a metal film of a thickness of not more than 0,005 mm by means of a drop of oil, or by any other equally suitable procedure.

Unless otherwise specified, the test shall be carried out at (23 ± 2) °C with a sinusoidal test voltage at a frequency of 1 kHz. The connections to the specimen shall be in accordance with the instruction manual of the testing device.

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

6.5.2.4 Résultat

On doit essayer deux éprouvettes. L'épaisseur du revêtement de chaque plaque, la température d'essai, l'électrode utilisée, la tension et la fréquence d'essai utilisées, ainsi que les deux résultats, doivent être consignés avec la référence aux normes utilisées. Les résultats doivent comprendre le facteur de dissipation diélectrique et la permittivité relative.

6.5.3 Tension de claquage et rigidité diélectrique

La méthode donnée dans la CEI 60243-1 doit être utilisée. Si la CEI 60243-1 n'est pas applicable aux matériaux à l'essai, les articles 4 et 6 peuvent être modifiés comme suit.

6.5.3.1 Electrodes

Le dispositif d'essai doit être constitué d'une électrode sphérique et d'une électrode plane. L'électrode haute tension doit consister en une bille d'acier poli, ayant un rayon de (10 ± 0,0005) mm avec une rugosité de surface de moins de 0,001 mm. Les billes d'acier poli comme celles utilisées dans les roulements à bille (classe III), sont facilement disponibles et ont été considérées comme adaptées à cette utilisation.

La feuille métallique constituant la plaque revêtue doit être utilisée comme électrode de terre et doit être placée sur un plateau qui est également relié à la terre et qui a un diamètre de (75 ± 1) mm avec des bords arrondis ayant un rayon de (3 ± 0,1) mm. Comme exemple de disposition complète de l'essai, voir figure 2.

NOTE La disposition de l'électrode sphère-plan donne, en comparaison avec la disposition plateau-plateau, un champ électrique dépendant légèrement plus fortement du rayon de bille-électrode et de l'épaisseur de l'éprouvette. Par exemple, pour un rayon de 10 mm et une éprouvette d'épaisseur de 0,1 mm, l'augmentation du champ par rapport à celui du dispositif plateau-plateau est d'environ 10 %.

6.5.3.2 Eprouvette

Plaque d'acier revêtue conformément à 6.1.1.

6.5.3.3 Procédure

La tension ne doit pas croître à plus de 200 V/s. Sauf spécification contraire, la température d'essai doit être de (23 ± 2) °C. L'essai doit être réalisé avec l'éprouvette et les électrodes dans un fluide diélectrique circulant et maintenu à la température d'essai spécifiée. Sauf spécification contraire, on doit utiliser une huile isolante minérale neuve, conforme à la CEI 60296 ou une huile ester organique de synthèse neuve, conforme à la CEI 61099.

NOTE Si, pour faciliter le montage d'essai et la circulation du fluide vers l'électrode de terre placée au fond, on utilise un récipient cylindrique en verre de taille suffisante, ce récipient permet de voir le processus quand on applique la tension. Il permet également de se relier à la terre et à l'alimentation en fluide via l'électrode de fond, le trop-plein de fluide se situant au sommet du récipient (voir figure 2).

6.5.3.4 Résultat

On doit essayer cinq éprouvettes. La température d'essai, le type de fluide diélectrique utilisé et les cinq résultats doivent être consignés avec la référence aux normes utilisées. Les résultats doivent comprendre l'épaisseur de l'éprouvette au point de claquage, la tension de claquage et la rigidité diélectrique.

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

6.5.2.4 Result

Two specimens shall be tested. The thickness of the coating of each panel, the test temperature, the electrode employed, the test voltage and frequency used, and the two results, shall be reported along with reference to the standard applied. The results shall contain the dielectric dissipation factor and the relative permittivity.

6.5.3 Breakdown voltage and electric strength

The method given in IEC 60243-1 shall be used. If IEC 60243-1 is not applicable for the material under test, clauses 4 and 6 may be amended as follows.

6.5.3.1 Electrodes

The electrode arrangement shall be the ball-to-plate type. The high-voltage electrode shall consist of a polished steel ball with a radius of (10 ± 0,0005) mm with a surface roughness of less than 0,001 mm. Polished steel balls as used for ball bearings (class III) are easily available and have been found adequate for the purpose.

The metal sheet of the coated panel shall be used as the earth electrode and shall be placed on a plate, which is also connected to earth and which shall have a diameter of (75 ± 1) mm with rounded edges of a radius of (3 ± 0,1) mm. For an example of the complete test arrangement, see figure 2.

NOTE The ball-to-plate electrode arrangement gives, compared to a plate-to-plate set, a slightly increased field strength depending on the radius of the ball electrode and the thickness of the specimen. For example, for a radius of 10 mm and a specimen thickness of 0,1 mm, the increase in field strength compared to that of the plate-to-plate arrangement is about 10 %.

6.5.3.2 Test specimen

Coated steel panel according to 6.1.1.

6.5.3.3 Procedure

The rate of increase of voltage shall be not more than 200 V/s. Unless otherwise specified, the test temperature shall be (23 ± 2) °C. The test shall be carried out with the specimen and the electrodes under a dielectric fluid, which is circulated and maintained at the specified test temperature. Unless otherwise specified, unused mineral insulating oil according to IEC 60296 or unused synthetic organic ester according to IEC 61099 shall be employed.

NOTE If a round cylindrical glass container of sufficient size is used to accommodate the test set and the fluid with the earth electrode at the bottom of it, such a container allows a visual observation of the process when the voltage is applied. In addition, it allows the earth connection and the fluid supply to be provided through the bottom with a fluid overflow at the top (see figure 2).

6.5.3.4 Result

Five specimens shall be tested. The test temperature, the type of dielectric fluid used and the five results shall be reported along with reference to the standards applied. The results shall contain the thickness of the specimen at the point of breakdown, the breakdown voltage and the electric strength.

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

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

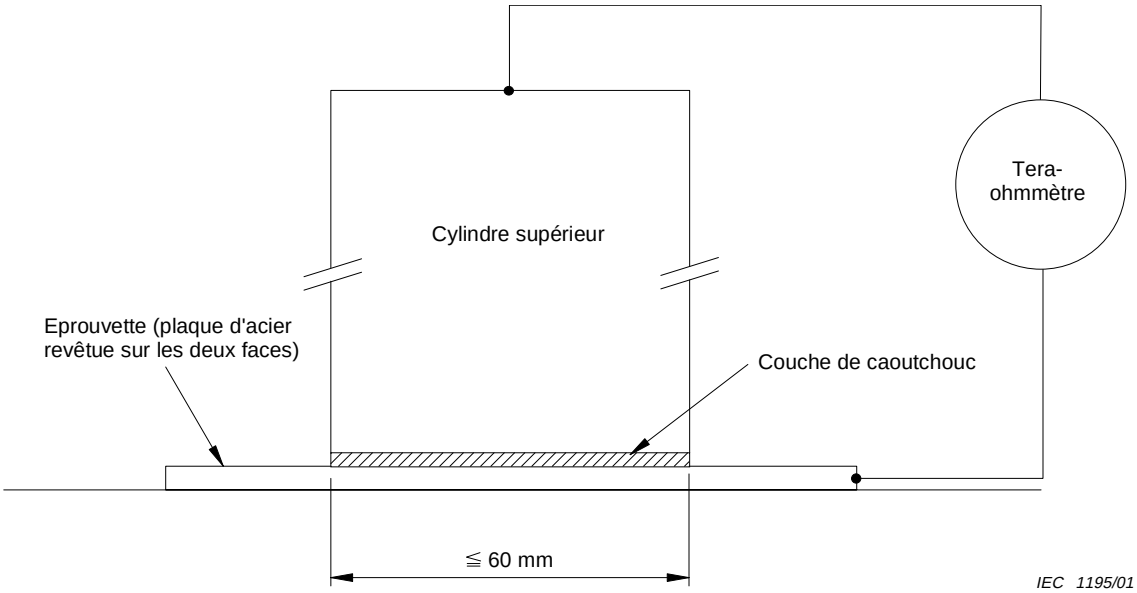


Figure 1 – Dispositif d'essai pour la résistivité transversale

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

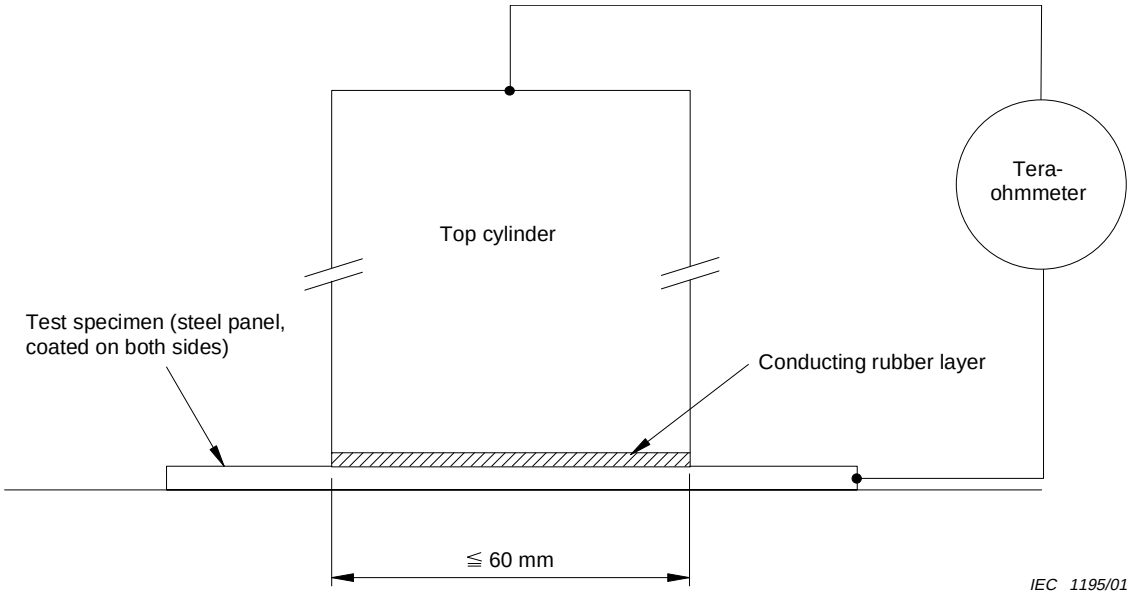


Figure 1 – Test set-up for volume resistivity

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

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

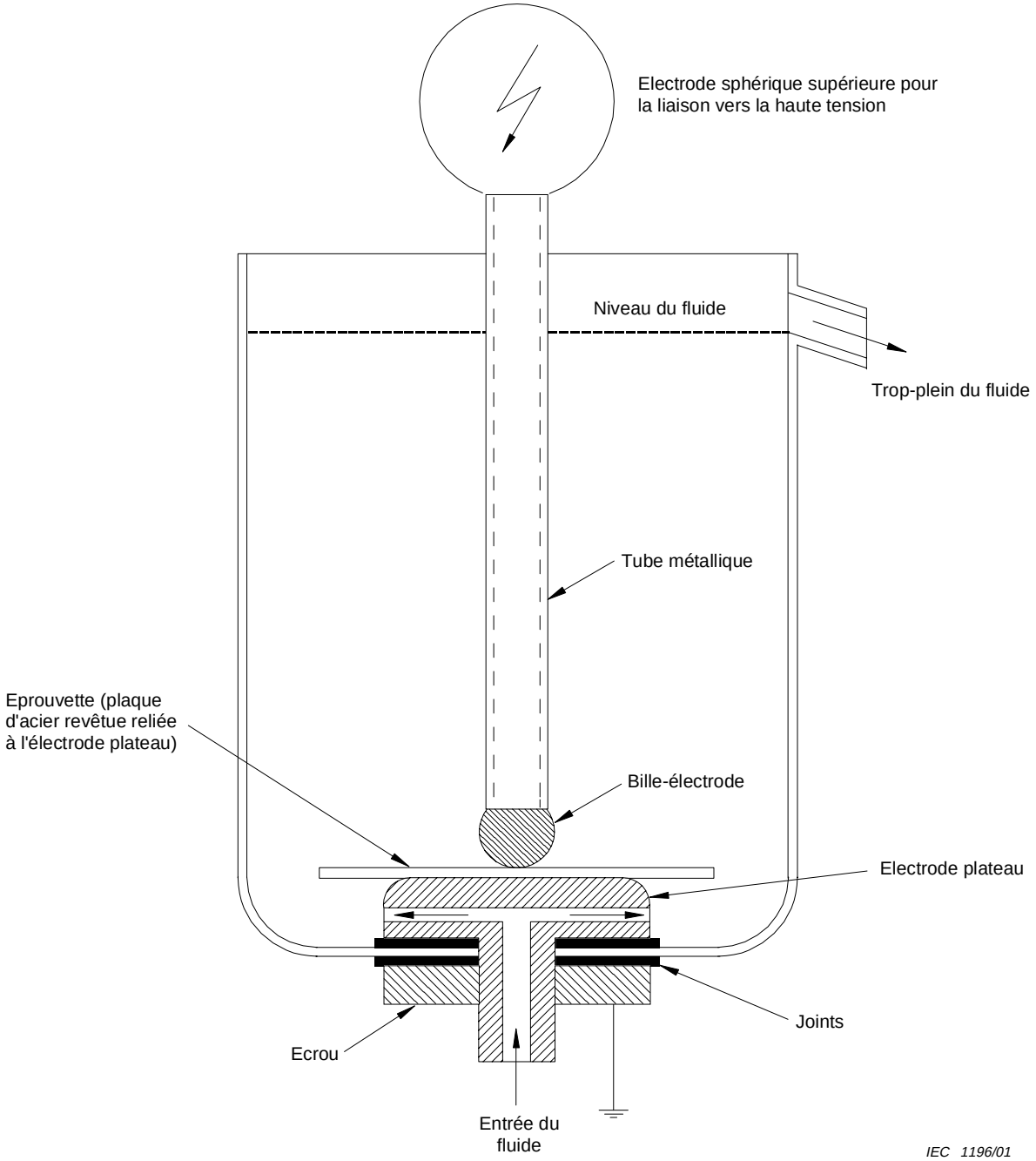


Figure 2 – Exemple pour la disposition des électrodes

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

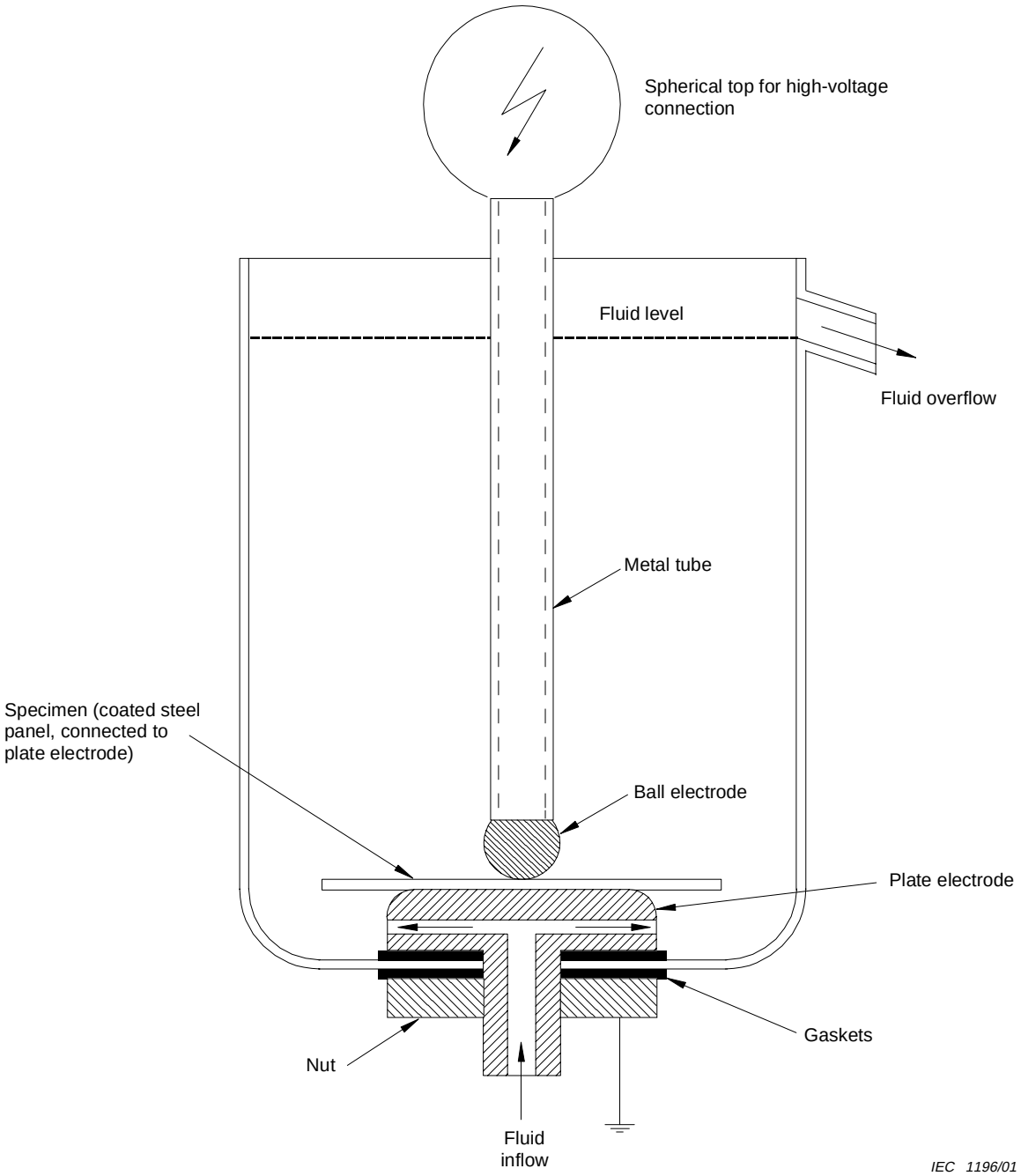


Figure 2 – Example of electrode arrangement

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

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

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

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

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

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:

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

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

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.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

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

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

Not for Resale

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:

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

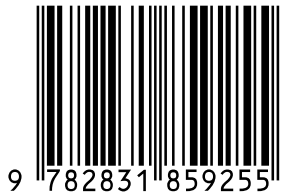
--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Not for Resale

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

ISBN 2-8318-5925-5



ICS 17.220.99, 29.035.01

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