

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC
61916**

Première édition
First edition
1998-09

**Petit appareillage –
Harmonisation des règles générales**

**Electrical accessories –
Harmonization of general rules**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61916/TR:1998

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 3
TECHNICAL
REPORT – TYPE 3**

**CEI
IEC
61916**

Première édition
First edition
1998-09

**Petit appareillage –
Harmonisation des règles générales**

**Electrical accessories –
Harmonization of general rules**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application.....	10
1.2 Documents de référence.....	10
2 Résistance à la chaleur.....	12
2.1 Prescription	12
2.2 Essais	12
3 Vis, parties transportant le courant et connexions (électriques et mécaniques)	18
3.1 Définitions	18
3.1.1 Vis autotaraudeuse par déformation	18
3.1.2 Vis autotaraudeuse à découpe.....	18
3.2 Prescriptions	20
3.3 Essais	24
4 Résistance à une chaleur anormale et au feu.....	26
4.1 Prescriptions	26
4.2 Essais	28
4.2.1 Objet de l'essai	28
4.2.2 Description générale de l'essai	28
4.2.3 Description de l'appareillage.....	28
4.2.4 Degré de sévérité.....	30
4.2.5 Etalonnage du thermocouple	32
4.2.6 Préconditionnement.....	32
4.2.7 Mesures initiales	32
4.2.8 Mode opératoire	32
4.2.9 Observations et mesures.....	34
4.2.10 Evaluation des résultats de l'essai	34
4.2.11 Renseignement que doit fournir la spécification particulière	34
5 Résistance de la matière isolante aux courants de cheminement.....	38
5.1 Définitions	40
5.1.1 Cheminement.....	40
5.1.2 Erosion électrique	40
5.1.3 Indice de résistance au cheminement (IRC).....	40
5.1.4 Indice de tenue au cheminement (ITC)	40
5.2 Prescriptions	40
5.3 Essais	40
5.3.1 Eprouvettes.....	40
5.3.2 Conditionnement	42
5.3.3 Appareillage	42
5.3.4 Procédure	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 General	11
1.1 Scope	11
1.2 Reference documents	11
2 Resistance to heat	13
2.1 Requirements	13
2.2 Tests	13
3 Screws, current carrying parts and connections (electrical and mechanical)	17
3.1 Definitions	19
3.1.1 Tapping for thread-forming screw	19
3.1.2 Tapping for thread-cutting screw	19
3.2 Requirements	21
3.3 Tests	25
4 Resistance to abnormal heat and to fire	27
4.1 Requirements	27
4.2 Tests	29
4.2.1 Object of the test	29
4.2.2 General description of the test	29
4.2.3 Description of test apparatus	29
4.2.4 Degree of severity	31
4.2.5 Calibration of the thermocouple	33
4.2.6 Preconditioning	33
4.2.7 Initial measurements	33
4.2.8 Test procedure	33
4.2.9 Observations and measurements	35
4.2.10 Evaluation of test results	35
4.2.11 Information to be given in the relevant specification	35
5 Resistance of insulating materials to tracking	39
5.1 Definitions	41
5.1.1 Tracking	41
5.1.2 Electrical erosion	41
5.1.3 Comparative tracking index (CTI)	41
5.1.4 Proof tracking index (PTI)	41
5.2 Requirements	41
5.3 Tests	41
5.3.1 Test specimens	41
5.3.2 Conditioning	43
5.3.3 Test apparatus	43
5.3.4 Procedure	45

Articles	Pages
6 Protection contre la rouille	50
6.1 Prescriptions	50
6.2 Essai	50
7 Lisibilité, durabilité indélébilité du marquage.....	50
7.1 Prescriptions	52
7.2 Essai	52
8 Bornes types à vis pour raccordement des conducteurs	52
9 Critères destinés aux essais des appareils normalisés	52
10 Tolérances	54
11 Résistance mécanique – Chute libre	54
11.1 Prescriptions	54
11.2 Essais	54
Figure 2.1 – Appareil pour essai à la bille.....	14
Figure 2.2 – Doigt d'épreuve articulé.....	16
Figure 3.1 – Vis autotaraudeuse par déformation	18
Figure 3.2 – Vis autotaraudeuse à découpe	18
Figure 4.1 – Fil incandescent et position du thermocouple.....	36
Figure 4.2 – Appareillage (exemple).....	38
Figure 5.1 – Electrode	46
Figure 5.2 – Disposition des électrodes.....	46
Figure 5.3 – Exemple d'appareil d'essai.....	46
Figure 5.4 – Exemple de circuit d'essai.....	48
Tableau 1 – Coupe selon le diamètre du filetage	24

Clause	Page
6 Resistance to rusting	51
6.1 Requirements	51
6.2 Test	51
7 Legibility, durability and indelibility of marking	51
7.1 Requirements	53
7.2 Test	53
8 Screw-type terminals for connecting conductors	53
9 Criteria for tests in accessory standards	53
10 Tolerances	55
11 Mechanical strength – Free fall	55
11.1 Requirements	55
11.2 Tests	55
Figure 2.1 – Ball pressure test apparatus	15
Figure 2.2 – Jointed test finger	17
Figure 3.1 – Thread-forming screw	19
Figure 3.2 – Thread-cutting screw	19
Figure 4.1 – Glow-wire and position of the thermocouple	37
Figure 4.2 – Test apparatus (example)	39
Figure 5.1 – Electrode	47
Figure 5.2 – Electrode arrangement	47
Figure 5.3 – Example of test apparatus	47
Figure 5.4 – Example of test circuit	49
Table 1 – Torque per thread diameter	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PETIT APPAREILLAGE – HARMONISATION DES RÈGLES GÉNÉRALES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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, 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de type 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient jugées valables ou utiles.

La CEI 61916, rapport technique de type 3, a été établie par le comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
23/239/CDV	23/245/RVC

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL ACCESSORIES –
HARMONIZATION OF GENERAL RULES****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 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.

The main task of the IEC technical committees is to prepare International standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 standards 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 61916 which is a technical report of type 3 has been prepared by IEC technical committee 23: Electrical accessories.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
23/239/CDV	23/245/RVC

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

INTRODUCTION

Beaucoup de règles sont identiques dans les normes produites par le CE 23 et ses huit sous-comités. Une harmonisation s'impose dans leur principe et leur rédaction.

Pendant la réunion du CE 23 à Stockholm en juin 1980 (voir PV2341/CE23, item VIII), la question des «règles générales» au sein du CE 23 a été discutée. Il a été décidé de créer un Groupe de Coordination, dont l'une des tâches principales serait d'harmoniser au sein du CE 23 ces règles dites «règles générales». Ces travaux ont été réalisés au cours des années ultérieures, sur proposition du Groupe de Coordination, par le CE 23 au cours des réunions de Zurich (26 janv 1984/PV2661/CE23, item V), de Rome (27/29 nov 1985/RM2879/TC23, items VIII et IX), de Bruxelles (9 avr 1987/RM3073/TC23, annexe AI), d'Adélaïde (28 oct 1988/RM3118/TC23 appendix A), de Beijing (26 oct 1990/RM3520/TC23 item VII). Ce document a été modifié par le document 23/239/CDV approuvé après vote (voir 23/245/RVC)

Le but de ce travail est de gagner du temps, d'éviter de répéter des discussions au sein du CE 23 et de ses sous-comités et, enfin, d'avoir des règles harmonisées sur le même sujet dans toutes les normes issues du CE 23 et de ses sous-comités.

Ces recommandations servent de guide. En conséquence, chaque sous-comité peut utiliser tout ou partie de ces documents, qui n'ont aucun caractère obligatoire.

En produisant cet ensemble de recommandations, le CE 23 désire étendre l'information de telle sorte que d'autres comités de la CEI puissent utiliser ces recommandations, si nécessaire.

INTRODUCTION

Many rules in the Standards established by TC 23 and its eight subcommittees are identical. An harmonization is required as far as principle and redaction are concerned.

During the general meeting of TC 23, held in Stockholm in June 1980 (see PV2341/TC23 item VIII), the question of "General Rules" in TC 23 was discussed. It was decided to create a Coordinating Group which would have as main task to harmonize the so-called "General Rules". This work was carried out during the ensuing years by TC 23, following proposals by the Coordinating Group, during the meetings of Zurich (26 Jan, 1984/RM2661/TC23 item V), Rome (27/29 Nov, 1985/RM2879/TC23 items VIII and IX), Brussels (9 Apr, 1987/RM3073/TC23 annex AI), Adelaide (28 Oct, 1988/RM3118/TC23 appendix A), Beijing (26 Oct, 1990/RM3520/TC23 item VII). This document was modified by document 23/239/CDV and approved after voting (see 23/245/RVC)

The purpose of this work is to gain time and avoid repeating discussions within TC 23 and its subcommittees and finally, to have harmonized rules on the same subjects in all the Standards published by TC 23 and its subcommittees.

These recommendations are meant as a guide. Consequently, each subcommittee may use whole or part of the document which is not meant to be compulsory.

In publishing these recommendations, TC 23 wishes to spread the information so that other committees of the IEC may use these recommendations, if necessary.

PETIT APPAREILLAGE – HARMONISATION DES RÈGLES GÉNÉRALES

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Ce rapport technique donne des recommandations et prescriptions d'essai applicables au petit appareillage électrique. Son but est l'harmonisation des règles générales sur l'élaboration des normes internationales dans ce domaine. Il émet dans ce sens des recommandations qui serviront de guide.

1.2 Documents de référence

CEI 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

CEI 60068-2-32:1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai Ed: Chute libre*
Amendement 2 (1990)

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60228:1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 60584-1:1995, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Tables de référence*

CEI 60669-1:1993, *Interrupteur pour installations électriques fixes domestiques et analogues – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60695-1-1/0:1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 0: Méthodes d'essai au fil incandescent – Généralités*

CEI 60695-1-1/1:1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 1: Essai au fil incandescent sur produits finis et guide*

CEI 60898:1995, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

CEI 60998-1:1990, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

CEI 60998-2-1:1990, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées à organes de serrage à vis*

CEI 60999 (toutes les parties), *Dispositifs de connexion – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre*

ISO 1456:1988, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de nickel et de cuivre plus nickel et chrome*

ISO 2081:1986, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de cadmium sur fer ou acier*

ISO 2093:1986, *Dépôts électrolytiques d'étain – Spécifications et méthodes d'essai*

ISO 4046:1978, *Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire*

ELECTRICAL ACCESSORIES – HARMONIZATION OF GENERAL RULES

1 General

1.1 Scope

This technical report provides recommendations and test requirements applicable to electrical accessories. It aims to harmonize general rules for the preparation of international standards in this field. It gives to that effect recommendations which are intended to be used as a guide.

1.2 Reference documents

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60068-2-32:1975, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests. Test Ed: Free fall Amendment 2 (1990)*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60584-1:1995, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

IEC 60669-1:1993, *Switches for household and similar fixed-electrical installations – Part 1: General requirements*

IEC 60695-2-1/0:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 0: Glow-wire test methods – General*

IEC 60695-2-1/1:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 1: Glow-wire end product test and guidance*

IEC 60898:1995, *Electrical accessories – Circuit breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60998-1:1990, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60998-2-1:1990, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screw-type clamping units*

IEC 60999 (all parts), *Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper conductors*

ISO 1456:1988, *Metallic coatings – Electrodeposited coatings of nickel plus chromium and of copper plus nickel plus chromium*

ISO 2081:1986, *Metallic coatings – Electroplated coatings of zinc on iron or steel*

ISO 2093:1986, *Electroplated coatings of tin – Specification and test methods*

ISO 4046:1978, *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary*

2 Résistance à la chaleur

Le document-guide suivant, qui, après étude par le Groupe de Coordination du CE 23 (voir RM2879/TC23, item VIII) a été distribué comme document de secrétariat sous la référence 23(Sec)143 est applicable aux articles concernant les prescriptions et essais visant à déterminer la résistance à la chaleur des appareils électriques. Ces recommandations sont conformes à la CEI 60669-1, 2e éd., 1993.

Le texte comprend deux parties:

- Prescriptions (article 2.1)
- Essais (article 2.2)

Lors de la rédaction, l'ordre et la numérotation peuvent être changés, si besoin est.

2.1 Prescription

Les appareils, y compris les boîtes si elles existent, doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La vérification est effectuée par les essais de l'article 2.2.

2.2 Essais

Vérification de la résistance à la chaleur.

- a) *Pour les appareils à l'exception des parties éventuelles faisant l'objet des paragraphes b) et c) par les essais en 2.2.1, 2.2.2 et 2.2.4.*
- b) *Pour les boîtes, couvercles et plaques de recouvrement séparables par l'essai en 2.2.2. Cet essai n'est pas nécessaire si l'essai de vieillissement a été pratiqué.*
- c) *Pour les appareils ayant une enveloppe en caoutchouc naturel ou synthétique ou un mélange des deux, par l'essai en 2.2.4.*

2.2.1 *Les échantillons sont maintenus pendant 1 h dans une étuve à une température de (100 ± 2) °C.*

Au cours de l'essai, ils ne doivent subir aucune modification qui nuirait à leur emploi ultérieur et la matière de remplissage éventuelle ne doit pas avoir coulé au point que les parties sous tension soient devenues apparentes.

Après l'essai et après que les échantillons sont revenus approximativement à la température ambiante, il ne doit y avoir aucun accès possible aux parties sous tension qui ne sont normalement pas accessibles lorsque les échantillons sont montés comme en usage normal, même si le doigt d'épreuve normalisé (voir figure 2.1) est appliqué avec une force ne dépassant pas 5 N.

Après l'essai, les marquages doivent être encore lisibles.

Un changement de couleur, des boursouflures ou un léger déplacement de la matière de remplissage ne sont pas retenus pourvu que la sécurité ne soit pas affectée.

2.2.2 *Les échantillons sont soumis à un essai qui est identique à celui décrit en 2.2.1, la seule différence étant que les échantillons sont conservés pendant 1 h dans une étuve à une température de (70 ± 2) °C.*

2 Resistance to heat

The following guiding document which, after study by the Co-ordinating Group and TC 23 (see RM2879/TC23 item VIII), was circulated as 23(Sec)143, is applicable to the clauses covering requirements and tests to determine the resistance to heat of accessories. These recommendations are in accordance with IEC 60669-1: *Switches for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*. 2nd ed., 1993.

The text includes two clauses:

- Requirements (clause 2.1)
- Tests (clause 2.2)

For editing purposes the order and the numbers may be altered if necessary

2.1 Requirements

Accessories including enclosures, if any, shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the tests of clause 2.2.

2.2 Tests

Verification of resistance to heat

- a) *for accessories, with the exception of the parts, if any, covered by items b) and c), by the tests of 2.2.1, 2.2.2 and 2.2.4*
- b) *for boxes, separable covers and cover plates, by the test of 2.2.2. This test is unnecessary if there is an ageing test.*
- c) *for accessories having an enclosure made of natural or synthetic rubber or a mixture of both, by the test of 2.2.4*

2.2.1 *The specimens are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of (100 ± 2) °C.*

During the test, they shall not undergo any change impairing their further use, and sealing compound, if any, shall not flow to such an extent that live parts are exposed.

After the test, the specimens are allowed to cool down to approximately room temperature. When the standard finger, as shown in figure 2.1, is applied with a force not exceeding 5 N, there shall be no access to live parts when the accessories are mounted as for normal use.

After the test, marking shall still be legible.

Discolouration, blisters or slight displacements of the sealing compound are disregarded provided that safety is not impaired.

2.2.2 *The specimens are submitted to a test, which is identical to the one described in 2.2.1, the only difference being that the specimens are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of (70 ± 2) °C.*

2.2.3 Les parties en matière isolante nécessaires au maintien des parties transportant le courant et des parties du circuit de mise à la terre sont soumises à un essai de pression à la bille, au moyen de l'appareil décrit à la figure 2.2, sauf que les parties isolantes nécessaires pour maintenir en position les bornes de terre montées dans une boîte doivent être essayées selon les prescriptions en 2.2.4.

NOTE – Lorsqu'il n'est pas possible d'effectuer l'essai sur l'échantillon lui-même, l'essai est à effectuer sur un spécimen d'une épaisseur d'au moins 2 mm découpé dans l'échantillon. Si cela n'est pas possible, on peut utiliser au maximum quatre couches découpées dans l'échantillon, auquel cas il convient que l'épaisseur totale de l'ensemble des couches ne soit pas inférieure à 2,5 mm.

La surface de la partie à essayer est disposée horizontalement et une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appliquée contre cette surface avec une force de 20 N.

La charge d'essai et le support doivent être placés dans une étuve un temps suffisant avant le début de l'essai de façon à s'assurer qu'ils aient atteint la température d'essai stabilisée.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Après 1 h, la bille est retirée de l'échantillon qui est alors refroidi en 10 s approximativement à la température ambiante par immersion dans l'eau froide.

Le diamètre de l'empreinte due à la bille est mesuré et ne doit pas dépasser 2 mm.

2.2.4 Les parties en matériau isolant qui ne sont pas nécessaires pour maintenir en position les parties transportant le courant et les parties du circuit de terre bien qu'elles soient en contact avec celles-ci, sont soumises à un essai de pression à la bille conformément à 1.2.3, mais l'essai est effectué à une température de $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$, ou $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, augmentée de l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai de l'article «Essai d'échauffement», la plus grande des deux valeurs étant retenue.

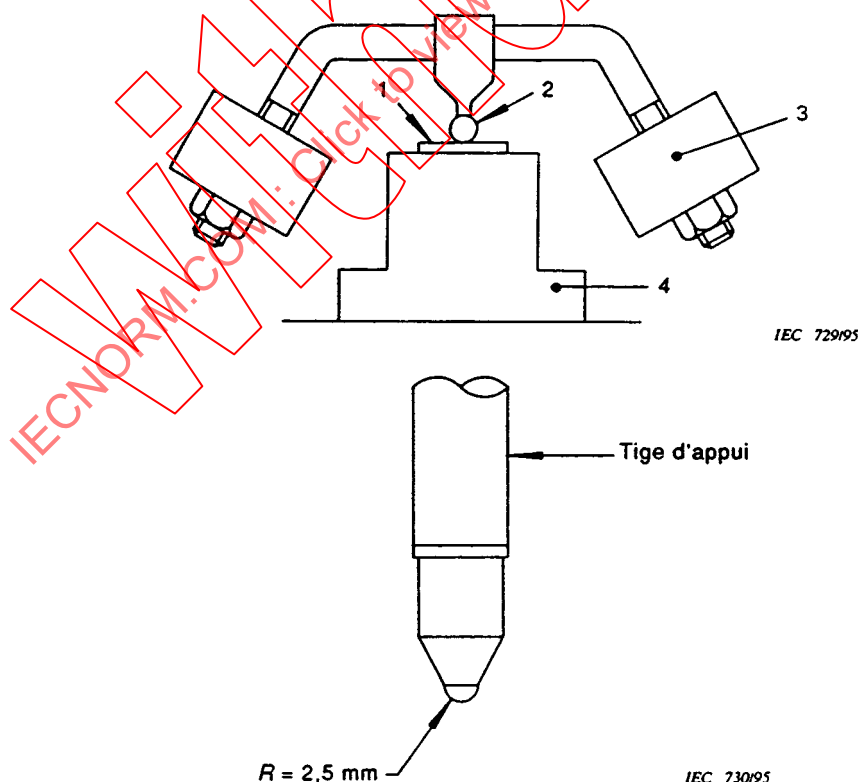


Figure 2.1 – Appareil pour essai à la bille

Cette figure est extraite de la norme CEI 60695-10-2, 1re éd., 1995-08, p. 10.

2.2.3 Parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position are subjected to a ball-pressure test by means of the apparatus shown in figure 2.1, except that insulating parts to retain the earthing terminals on a box shall be tested as specified in 2.2.4.

Before the test is started, the ball and the support on which the specimen shall be placed, are brought to the temperature specified. The part under test shall be placed on a 3 mm thick steel plate in direct contact with it, so as to be supported to withstand the test force.

NOTE – When it is not possible to carry out the test on the specimens, the test should be carried out on a piece at least 2 mm thick which is cut out of the specimen. If this is not possible, up to and including four layers, each cut out of the same specimen, may be used, in which case the total thickness of the layers should be not less than 2,5 mm.

The surface of the part to be tested is placed in the horizontal position and a steel ball of 5 mm diameter is pressed against the surface with a force of 20 N.

The test lead and the supporting means shall be placed within the heating cabinet for a sufficient time to ensure that they have attained the stabilized testing temperature before the test commences.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

After 1 h, the ball is removed from the specimen which is then cooled down within 10 s to approximately room temperature by immersion in cold water.

The diameter of the impression caused by the ball is measured and shall not exceed 2 mm.

2.2.4 Parts of insulating materials not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, even though they are in contact with them, are subjected to a ball-pressure test in accordance with 1.2.3, but the test is made at a temperature of $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$, or $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the highest temperature rises determined for the relevant part during the test of clause "Temperature rise test", whichever is the higher.

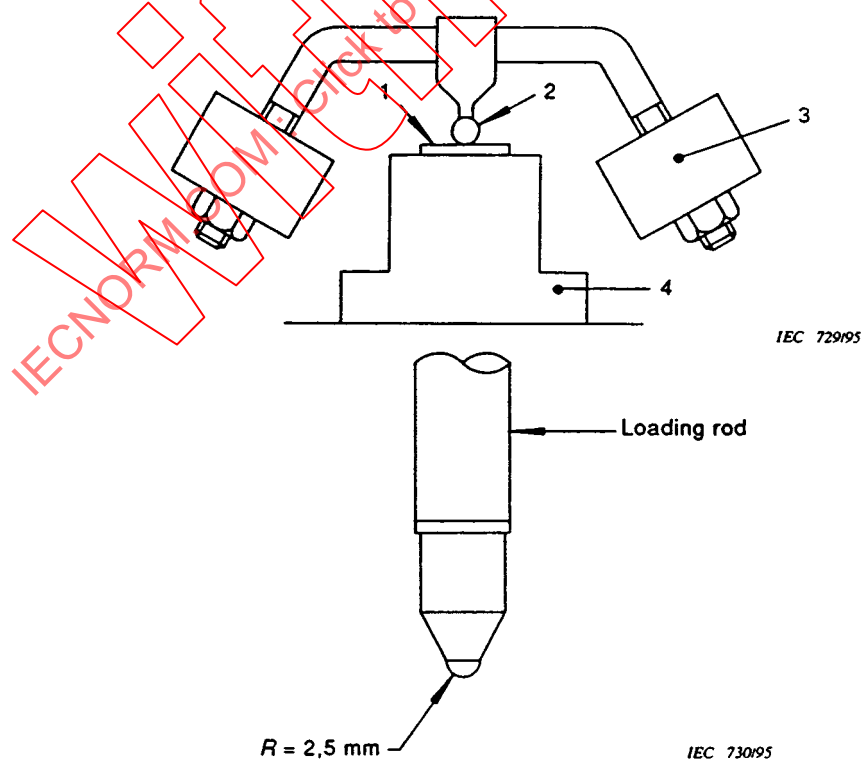
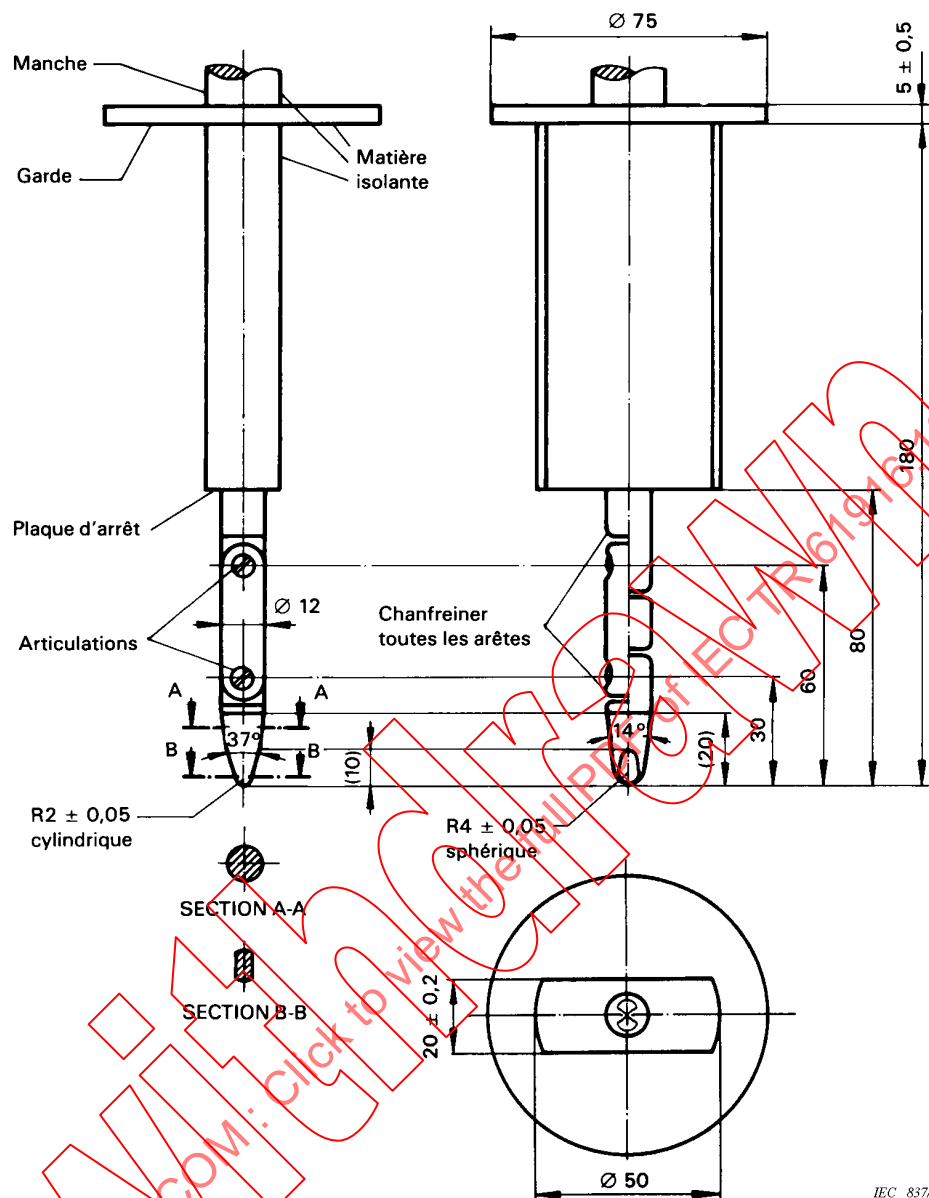


Figure 2.1 – Ball-pressure test apparatus



Matière: métal sauf spécification contraire

Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance:

sur les angles $_{-10}^1$,

sur les dimensions linéaires: jusqu'à 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$

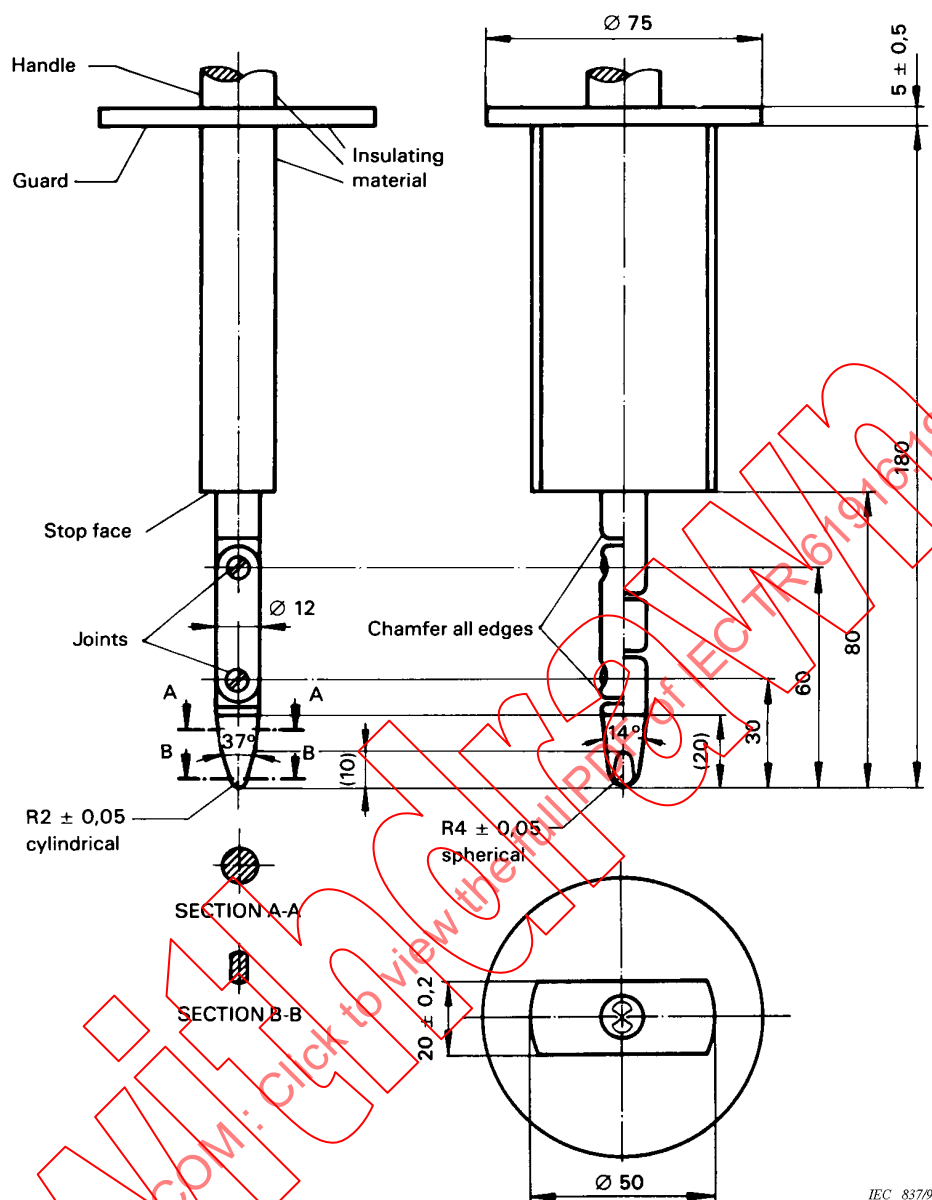
au-dessus de 25 mm: $\pm 0,2$

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de 90° avec une tolérance de 0° à +10°

Dimensions en millimètres

Figure 2.2 – Doigt d’épreuve articulé

Cette figure est extraite de la CEI 60529, 2e édition 1989-11, page 58.



Material: metal, except where otherwise specified

Linear dimensions in millimetres

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

on angles $\begin{matrix} 1 \\ -10 \end{matrix}$

on linear dimensions: up to 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$

over 25 mm: $\pm 0,2$

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a 0° to +10° tolerance.

Dimensions in millimetres

Figure 2.2 – Jointed test finger

This figure is extracted from IEC 60529, 2nd ed., 1989-11, p. 58.

3 Vis, parties transportant le courant et connexions (électriques et mécaniques)

Le document-guide suivant, qui, après étude par le Groupe de Coordination et le CE 23 (voir RM2879/TC23 item VIII), a été distribué comme document de secrétariat sous la référence 23(Sec)144 est applicable aux articles visant les prescriptions et essais relatifs aux vis, parties transportant le courant et connexions (électriques et mécaniques) des appareils. Les recommandations sont conformes à la CEI 60669-1: *Interrupteurs pour installations électriques fixes domestiques et analogues – Partie 1: Prescriptions générales*, 3e éd., 1998, ainsi qu'à la CEI 60898: *Disjoncteurs pour installations domestiques et analogues*, 2e éd. 1995.

Le texte comprend trois parties:

- Définitions (article 3.1)
- Prescriptions (article 3.2)
- Essais (article 23)

Lors de la rédaction, l'ordre et la numérotation peuvent être changés, si besoin est.

3.1 Définitions

3.1.1 Vis autotaraudeuse par déformation

Vis autotaraudeuse ayant un filet ininterrompu qui, par vissage, forme le filetage par déformation de la cavité.

Un exemple de vis autotaraudeuse par déformation est donné en figure 3.1.

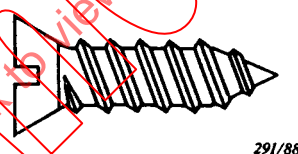


Figure 3.1 – Vis autotaraudeuse par déformation

3.1.2 Vis autotaraudeuse à découpe

Vis autotaraudeuse ayant un filet non continu qui, par vissage, forme le filetage en enlevant du matériau de la cavité.

Un exemple de vis autotaraudeuse à découpe est donné en figure 3.2.

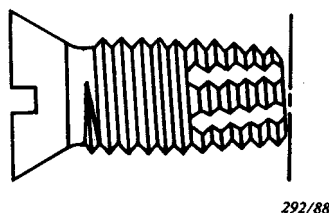


Figure 3.2 – Vis autotaraudeuse à découpe

3 Screws, current carrying parts and connections (electrical and mechanical)

The following guiding document, which after study by the Coordinating Group and TC 23 (see RM2879/TC23 item VIII), was circulated as 23(Sec)144, is applicable to the clauses covering the requirements and tests of screws, current carrying part and connections (electrical and mechanical) of accessories. These recommendations are in accordance with IEC 60669-1: *Switches for household and similar fixed-electrical installations – Part 1: General requirements*, and IEC 60898: *Circuit breakers for overcurrent protection of household and similar installations*, 2nd ed. 1995.

The text includes three clauses as follows:

- Definitions (clause 3.1)
- Requirements (clause 3.2)
- Tests (clause 3.3)

For editing purposes, the order and numbers may be altered, if necessary.

3.1 Definitions

3.1.1 Tapping for thread-forming screw

A tapping screw having an uninterrupted thread which by screwing-in forms a thread by displacing material in the cavity.

An example of a thread-forming screw is shown in figure 3.1.



Figure 3.1 – Thread-forming screw

3.1.2 Tapping for thread-cutting screw

A screw having an interrupted thread which, by screwing-in, makes a thread by removing material from the cavity.

An example of thread-cutting screw is shown in figure 3.2.

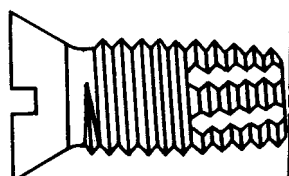


Figure 3.2 – Thread-cutting screw

3.2 Prescriptions

3.2.1 Les connexions, tant électriques que mécaniques, doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en service normal.

Les vis et les écrous qui transmettent une pression de contact et sont destinés à connecter ou monter un appareil lors de son installation et/ou susceptible d'être utilisés pendant la vie de celui-ci, doivent être insérés dans un filetage métallique.

Les vis destinées à connecter des conducteurs extérieurs ne doivent pas être des vis autotaraudeuses.

Les vis et écrous destinés au montage de l'appareil lors de son installation et/ou susceptibles d'être utilisés pendant la vie de celui-ci, ne devront pas être du type autotaraudeur à découpe.

NOTE – Les vis ou écrous destinés à être utilisés pour le montage d'un appareil et/ou susceptibles d'être utilisés durant la vie de celui-ci, comprennent les vis de fixation des couvercles ou plaques de recouvrement, etc., mais ne comprennent pas les moyen de connexion aux conduits vissés et les vis destinées à la fixation des bases de l'appareil.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de l'article 3.3.

NOTE – Il convient d'attirer l'attention sur le fait que les connexions vissées doivent aussi satisfaire aux spécifications applicables aux appareils.

3.2.2 Pour les vis destinées à être insérées dans un taraudage en matériau isolant, et les vis en matériau isolant utilisées pour l'installation de l'appareil et/ou susceptible d'être utilisées pendant la vie de celui-ci, il doit être prévu une introduction correcte de la vis dans la cavité ou dans l'écrou.

Les vis en matériau isolant ne devront pas être utilisées si leur remplacement par des vis en métal pourrait mettre en danger l'isolation de l'appareil.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

NOTE – La prescription concernant l'introduction correcte est remplie s'il est impossible d'introduire la vis de biais, par exemple en guidant la vis au moyen d'une partie fixe, par un renforcement dans la partie femelle du filetage ou par l'utilisation d'une vis dont le début du filetage a été enlevé.

3.2.3 Des vis et des rivets servant de connexion électrique ou mécanique devront être protégés contre le desserrage ou la rotation.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

NOTE – L'utilisation de rondelles élastiques peut être considérée comme une solution satisfaisante contre le desserrage. Une tige non circulaire ou une encoche appropriée peuvent être considérées comme une solution satisfaisante en ce qui concerne les rivets. Une matière de remplissage qui se ramollit sous l'influence de la chaleur peut être considérée comme satisfaisante pour éviter le desserrage, uniquement pour les vis non soumises à la torsion en usage normal.

3.2.4 Les connexions électriques doivent être conçues de telle façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants autres que céramique, mica pur ou autres matières présentant des caractéristiques au moins équivalentes, sauf si un retrait ou fléchissement éventuel de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE – Le caractère approprié de la matière est estimé par rapport à la stabilité des dimensions.

3.2 Requirements

3.2.1 Connections, electrical or mechanical, using screws and nuts, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screws and nuts which transmit contact pressure and which are operated when connecting and mounting an accessory during installation, and/or which are likely to be operated during the life of the accessory, shall be in engagement with a metal thread.

Screws for connecting external conductors shall not be tapping screws.

Screws and nuts operated when mounting the accessory during installation, and/or which are likely to be operated during the life of the accessory, shall not be of the thread cutting type.

NOTE – Screws and nuts which are operated when mounting the accessory include screws for fixing cover of cover plates, etc., but not connecting means for screwed conduits and screws for fixing the base of the accessory.

Compliance is checked by inspection and by the test of clause 3.3.

NOTE – Attention is drawn to the fact that screwed connections also have to comply with the requirements applicable to the accessory.

3.2.2 For screws in engagement with a thread of insulating material and screws of insulating material, which are used for the installation of the accessory and/or which are likely to be operated during the life of the accessory, correct introduction of the screw into the screw hole or nut shall be ensured.

Screws of insulating materials shall not be used in cases when the replacement with metal screws could impair the insulation of the accessory.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

NOTE – The requirements with regard to correct introduction are met if introduction of the screw in a slanting manner is prevented, for example by guiding the screw by the part to be fixed, by a recess in the female thread or by the use of a screw with the leading thread removed.

3.2.3 Screws and rivets, which serve as electrical as well as mechanical connections, shall be locked against loosening or turning.

Compliance is checked by inspection and manual test.

NOTE – Spring washers may provide satisfactory locking. For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient. Sealing compound which softens on heating provides satisfactory locking only for screw connections not subjected to torsion in normal use.

3.2.4 Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic, pure mica or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

NOTE – The suitability of the material is considered as regards the stability of the dimensions.

3.2.5 Les pièces transportant le courant, y compris celles des bornes de terre, doivent être en métal ayant, dans les conditions se produisant dans l'appareil, une résistance mécanique, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion convenables en fonction de l'usage auquel elles sont destinées.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par analyse chimique.

Des exemples de métaux convenables, lorsqu'ils sont utilisés dans les limites permises de température et dans des conditions normales de pollution chimique sont:

- le cuivre;
- un alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces travaillées à froid ou au moins 50 % pour les autres pièces;
- l'acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome et pas plus de 0,09 % de carbone;
- l'acier recouvert d'un revêtement électrolytique de zinc conformément à la norme ISO 2081, le revêtement ayant une épaisseur d'au moins:
 - 5 μ (ISO condition de service 1) pour le matériel ordinaire
 - 8 μ (ISO condition de service 2) pour le matériel protégé contre les chutes et projections d'eau
 - 12 μ (ISO condition de service 3) pour les matériels étanches à la lance et à l'eau;
- l'acier recouvert d'un revêtement électrolytique de nickel et de chrome, conformément à la norme ISO 1456, le revêtement ayant une épaisseur au moins égale à celle spécifiée:
 - 10 μ m (ISO condition de service 1) pour matériel ordinaire
 - 20 μ m (ISO condition de service 2) pour le matériel protégé contre les chutes et projections d'eau
 - 30 μ m (ISO condition de service 3) pour les matériels étanches à la lance et à l'eau;
- l'acier recouvert d'un revêtement électrolytique d'étain conformément à la norme ISO 2093, le revêtement ayant une épaisseur égale à celle spécifiée:
 - 12 μ (ISO condition de service 1) pour matériel ordinaire
 - 20 μ (ISO condition de service 2) pour le matériel protégé contre les chute et projections d'eau
 - 30 μ (ISO condition de service 3) pour les matériels étanches à la lance et à l'eau.

Les pièces qui peuvent être soumises à l'usure mécanique, ne doivent pas être faites en acier recouvert de revêtement électrolytique;

- l'acier recouvert d'un revêtement électrolytique de zinc est permis pour les pièces primaires transportant le courant si aucune connexion fixe n'est destinée à y être faite. Pour les connexions, les revêtements électrolytiques de zinc doivent être seulement admis sur les pièces qui ne participent pas directement à la transmission du courant, telles que les vis ou les rondelles utilisées dans certains types de bornes qui transmettent seulement la pression de contact.

NOTE 1 – Cette prescription n'est pas destinée à être appliquée aux contacts, circuits magnétiques, éléments chauffants, éléments bimétalliques, shunts, parties de dispositifs électroniques, etc.

NOTE 2 – Les écrous, vis, rondelles plaques de serrage et parties similaires des bornes ne sont pas considérés comme parties transportant le courant.

NOTE 3 – De nouvelles prescriptions, à vérifier par essai, pour déterminer la résistance à la corrosion, sont à l'étude. Ces prescriptions devraient permettre l'emploi d'autres matériaux, convenablement revêtus.

Dans des conditions humides, les métaux présentant de grandes différences de potentiel électrochimique, l'un par rapport à l'autre, ne doivent pas être utilisés en contact mutuel.

La conformité est vérifiée par examen.

3.2.5 Current-carrying parts, including those of terminals (also earthing terminals), shall be of a metal having, under the conditions occurring in the equipment, mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate for their intended use.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

Examples of suitable metals, when used within a permissible temperature range and under normal conditions of chemical pollution are:

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for part that are worked cold or at least 50 % copper for other parts;
- stainless steel containing at least 13 % chromium and not more than 0,09 % carbon;
- steel provided with an electroplated coating of zinc according to ISO 2081, the coating having a thickness of at least:
 - 5 μ (ISO service condition 1) for ordinary equipment
 - 8 μ (ISO service condition 2) for drip-proof and splash-proof equipment
 - 12 μ (ISO service condition 3) for jet-proof and watertight equipment;
- steel provided with an electroplated coating of nickel and chromium according to ISO 1456, the coating having a thickness of at least:
 - 10 μ m (ISO service condition 1) for ordinary equipment
 - 20 μ m (ISO service condition 2) for drip-proof and splash-proof equipment
 - 30 μ m (ISO service condition 3) for jet-proof and watertight equipment;
- steel provided with an electroplated coating of tin, according to ISO 2093, the coating having a thickness equal to at least that specified for:
 - 12 μ (ISO service condition 1) for ordinary equipment
 - 20 μ (ISO service condition 2) for drip-proof and splash-proof equipment
 - 30 μ (ISO service condition 3) for jet-proof and watertight equipment

Parts which may be subjected to mechanical wear, shall not be made of steel provided with an electroplated coating:

- steel provided with an electroplated coating of zinc is only permitted for prime current-carrying parts if no fixed connection is intended to be made. For connection, an electroplated coating of zinc is permissible only on parts which do not participate directly in current transmission, such as screws or washers used for certain types of terminals in which they transmit only the contact pressure.

NOTE 1 – This requirement is not intended to apply to contacts, magnetic circuits, heating elements, bimetallic components, shunts, parts of electronic devices, etc.

NOTE 2 – Screws, nuts, washers, clamping plates and similar parts of terminals are not regarded as current-carrying parts.

NOTE 3 – New requirements to be verified by a test for determining the resistance to corrosion are under consideration. These requirements should permit other materials to be used if suitably coated.

Under moist conditions, metals having a great difference of electrochemical potential with respect to each other, shall not be used in contact with each other.

Compliance is checked by inspection.

3.2.6 Les vis autotaraudeuses par déformation de la matière et les vis autotaraudeuses à découpe ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant. Les vis autotaraudeuses par déformation et les vis autotaraudeuses à découpe peuvent être utilisées pour assurer la continuité de la mise à terre, pourvu qu'il ne soit pas nécessaire en usage normal d'interrompre la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE – L'utilisation des vis autotaraudeuses sans déformation de matière qui sont manoeuvrées lors du montage de l'interrupteur pendant l'installation est à l'étude.

3.3 Essais

La conformité avec les prescriptions en 3.2.1 est vérifiée par examen et par l'essai suivant.

Les vis ou les écrous sont serrés et desserrés:

- 10 fois pour les vis avec engagement dans un filetage en matière isolante ainsi que pour les écrous en matière isolante;
- 5 fois dans les autres cas.

Les vis ou écrous avec engagement dans un filetage isolant sont complètement retirés et réinsérés chaque fois.

L'essai est effectué au moyen d'un tournevis d'essai ou d'une clé appropriée, en appliquant le couple indiqué dans le tableau 1.

NOTE – La forme de la lame du tournevis d'essai doit être adaptée à la tête de la vis à essayer, pour les vis et écrous qui sont manoeuvrés lors du montage et celles destinées à la connexion de l'appareil.

Les vis et écrous ne doivent pas être serrés par à-coups. Dans le cas d'essai sur des bornes, le conducteur est déplacé chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Tableau 1 – Couple selon le diamètre du filetage

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm				
	I	II	III	IV	V
Inférieur ou égal à 2,8	0,2	–	0,4	0,4	–
au-dessus de 2,8 à 3,0 inclus	0,25	–	0,5	0,5	–
au-dessus de 3,0 à 3,2 inclus	0,3	–	0,6	0,6	–
au-dessus de 3,2 à 3,6 inclus	0,4	–	0,8	0,8	–
au-dessus de 3,6 à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2	1,2	1,2
au-dessus de 4,1 à 4,7 inclus	0,8	1,2	1,8	1,8	1,8
au-dessus de 4,7 à 5,3 inclus	0,8	1,4	2,0	2,0	2,0
au-dessus de 5,3 à 6,0 inclus	1,2	1,8	2,5	3,0	3,0
au-dessus de 6,0 à 8,0 inclus	2,5	2,5	3,5	6,0	4,0
au-dessus de 8,0 à 10,0 inclus	–	3,5	4,0	10,0	6,0
au-dessus de 10,0 à 12,0 inclus	–	4,0	–	–	8,0
au-dessus de 12,0 à 15,0 inclus	–	5,0	–	–	10,0

3.2.6 Thread-forming screws and thread-cutting screws shall not be used for the connection of current-carrying parts. Thread-forming screws and thread cutting screws may be used to provide earthing continuity, provided that it is not necessary to disturb the connection in normal use and at least two screws are used for each connection.

Compliance is checked by inspection.

NOTE – The use of thread-forming screws without displacing of material which are operated when mounting the switch are under consideration.

3.3 Tests

Compliance with the requirements of 3.2.1 is checked by inspection and by the following test.

The screws and nuts are tightened and loosened:

- 10 times for metal screws in engagement with a thread of insulating material and for screws of insulating material;
- 5 times in all other cases.

Screws or nuts in engagement with a thread of insulating material and screw of insulating material are completely removed and re-inserted each time.

The test is made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in table 1.

NOTE – The shape of the blade of the test screwdriver shall suit the head of the screw for screws and nuts which are operated when mounting and connecting up the device by the following test.

The screws and nuts shall be tightened smoothly. In the case of a test on terminals, the conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Table 1 – Torque per thread diameter

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm				
	I	II	III	IV	V
Up to and including 2,8	0,2	–	0,4	0,4	–
over 2,8 up to and including 3,0	0,25	–	0,5	0,5	–
over 3,0 up to and including 3,2	0,3	–	0,6	0,6	–
over 3,2 up to and including 3,6	0,4	–	0,8	0,8	–
over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2	1,2	1,2
over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,2	1,8	1,8	1,8
over 4,7 up to and including 5,3	0,8	1,4	2,0	2,0	2,0
over 5,3 up to and including 6,0	1,2	1,8	2,5	3,0	3,0
over 6,0 up to and including 8,0	2,5	2,5	3,5	6,0	4,0
over 8,0 up to and including 10,0	–	3,5	4,0	10,0	6,0
over 10,0 up to and including 12,0	–	4,0	–	–	8,0
over 12,0 up to and including 15,0	–	5,0	–	–	10,0

La colonne I s'applique aux vis sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou au moment du serrage et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées à l'aide d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis.

La colonne II s'applique aux capots taraudés serrés à l'aide d'un tournevis.

La colonne III s'applique aux autres vis serrées à l'aide d'un tournevis.

La colonne IV s'applique aux vis et écrous autre que les capots taraudés, serrés par d'autres moyens qu'un tournevis.

La colonne V s'applique aux écrous des capots taraudés qui sont serrés par d'autres moyens qu'un tournevis.

NOTE – Pour les capots taraudés, le diamètre nominal est celui du goujon fendu.

Pour les vis ayant un diamètre nominal supérieur à 5,3 mm et ayant une tête hexagonale fendue, l'essai est exécuté deux fois, une première fois en appliquant à la tête hexagonale le couple indiqué dans la colonne IV, et la deuxième fois sur une autre série d'échantillons en appliquant le couple indiqué dans la colonne III au moyen d'un tournevis.

Pour les vis plus petites ayant une tête hexagonale fendue, seul est exécuté l'essai au moyen d'un tournevis.

Pendant l'essai, les connexions ne doivent pas prendre de jeu et on ne doit constater aucun dommage, tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête, du filetage, des rondelles ou des étriers, qui nuirait à l'usage ultérieur de l'appareil.

4 Résistance à une chaleur anormale et au feu

Le document-guide suivant, qui, après étude par le Groupe de Coordination et le CE 23 (voir RM2879/TC23 item VIII), a été distribué comme document de secrétariat sous la référence 23(Sec)145 est d'application aux articles visant les prescriptions et essais relatifs à une chaleur anormale et au feu. Ces recommandations sont basées sur la CEI 60695-2-1/0 et la CEI 60695-2-1/1 (*Essai au fil incandescent*) – Publications fondamentales de sécurité, 1994.

Les textes des articles 3 et 4 comprennent deux variantes. Par exemple, pour certains appareils (par exemple les interrupteurs, les prises ou autres) les spécifications s'appliquent à toutes les parties en matière isolante, tandis que pour d'autres appareils (par exemple les disjoncteurs) qui sont soumis à des essais sévères de résistance au feu des matériaux isolants, les spécifications ne s'appliquent qu'aux parties externes en matière isolante.

Le texte comprend deux parties:

- Prescriptions (article 4.1)
- Essais (article 4.2)

Lors de la rédaction, l'ordre et la numérotation peuvent être changés, si besoin est.

4.1 Prescriptions

Les parties d'un matériel électrotechnique qui peuvent être exposées à une contrainte thermique excessive due à des effets électriques et dont la détérioration peut nuire à la sécurité du matériel ne doivent pas être affectées d'une manière anormale par la chaleur et par le feu engendrés à l'intérieur du matériel.

Column I applies to screws without head if the screw when tightened does not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

Column II applies to nuts of mantle terminals which are tightened by means of a screwdriver.

Column III applies to other screw which are tightened by means of a screwdriver.

Column IV applies to screws and nuts other than nuts of mantle terminals which are tightened by means other than a screwdriver

Column V applies to nuts of mantle terminals which are tightened by means other than a screwdriver.

NOTE – For mantle screws, the specific nominal diameter is that of the slotted stud.

For screw with a nominal diameter over 5,3 mm and having a head with a slot, the test is made twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column IV, and then on another set of specimens applying the torque specified in column III by means of a screwdriver.

For smaller screws having a hexagonal head with a slot, only the test with the screwdriver is made.

During the test, the screwed connection shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, that will impair the further use of the accessory.

4 Resistance to abnormal heat and to fire

The following guiding document, which after study by the Coordinating Group and TC 23 (see RM2879/TC23 item VIII), was circulated as 23(Sec)145, is applicable to the clauses covering requirements and tests to determine the resistance to abnormal heat and to fire of the insulating parts of accessories. These recommendations are based on IEC 60695-2-1/0 and IEC 60695-2-1/1 (*Glow-wire tests*) – Basic safety publications, 1994.

The texts of clauses 3 and 4 include two variations. For instance, for certain accessories (e.g. switches, plugs, or others) the requirements apply to all parts of the insulating material, whereas for other accessories (e.g. circuit breakers), which are submitted to severe tests of insulating material resistance to fire, the requirements apply only to the external parts of the insulating material.

The text comprises two clauses:

- Requirements (clause 4.1)
- Tests (clause 4.2)

For editing purposes, the order and the numbers may be altered, if necessary.

4.1 Requirements

Parts of electrotechnical equipment which might be exposed to excessive thermal stress due to electric effects and the deterioration of which might impair the safety of the equipment shall not be unduly affected by heat and by fire generated within the equipment.

Des parties de matériau isolant ou autre matériau solide combustible susceptibles de propager des flammes à l'intérieur du matériel peuvent être enflammées par des fils ou éléments incandescents. Sous certaines conditions, par exemple un courant de défaut passant dans un fil, une surcharge d'un composant, ou de mauvais contacts, certains éléments pourront atteindre une température telle qu'ils pourraient enflammer des parties situées dans leur voisinage.

La vérification est effectuée par l'essai au fil incandescent selon l'article 4.2.

NOTE – Dans certains sous-comités seules les parties extérieures sont prises en considération.

4.2 Essais

4.2.1 Objet de l'essai

L'essai au fil incandescent est destiné à s'assurer qu'un fil chauffé électriquement dans des conditions déterminées ne provoque pas d'inflammation de parties en matière isolante et que des parties en matière isolante pouvant être enflammées sous certaines conditions, brûlent pendant un temps limité seulement, et cela sans répandre le feu par flamme, soit en brûlant certaines parties, soit par la chute de gouttes enflammées tombant de l'échantillon essayé.

4.2.2 Description générale de l'essai

Si possible, il convient que le spécimen soit un matériel, un sous-ensemble ou un composant complet. Le spécimen doit être choisi afin que les conditions de l'essai ne soient pas sensiblement différentes des conditions normales d'emploi en ce qui concerne la forme, la ventilation, l'effet de contraintes thermiques et, éventuellement, de flammes susceptibles de se produire ou de particules enflammées ou incandescentes tombant dans le voisinage du spécimen.

Si l'essai ne peut pas être effectué sur le matériel complet, le sous-ensemble ou le composant, il est acceptable:

- a) d'en découper une pièce contenant la partie à essayer, ou
- b) de découper une ouverture dans le matériel complet, le sous-ensemble ou le composant pour permettre l'accès du fil incandescent, ou
- c) d'enlever entièrement la partie à examiner et de l'essayer séparément.

Il est recommandé que les comités d'études définissent dans leurs spécifications particulières ce qui peut être enlevé pour permettre l'accès. Une petite ouverture peut influencer les résultats de l'essai en produisant l'allumage des parties environnantes, en réduisant la température du fil incandescent ou en réduisant la disponibilité en oxygène. A l'inverse, une ouverture trop grande peut permettre de disposer de plus d'oxygène que ce qui serait normalement disponible.

4.2.3 Description de l'appareillage

Le fil incandescent est constitué par une boucle spécifiée d'un fil de nickel/chrome (80/20) de 4 mm de diamètre; en formant la boucle, il convient de prendre soin d'éviter des craquelures fines à l'extrémité du fil.

Un thermocouple de fil fin gainé est utilisé pour mesurer la température du fil incandescent: son diamètre extérieur nominal est de 0,5 mm, les fils sont constitués de NiCr et NiAl (type K) par exemple, et appropriés pour fonctionner en continu jusqu'à une température de 960 °C avec la soudure chaude disposée à l'intérieur de la gaine. La gaine est constituée d'un métal résistant à une température d'au moins 1 050 °C.

Le fil incandescent, avec son thermocouple, est représenté en figure 4.1

Part of insulating material or of other solid combustible material which are liable to propagate flames inside the equipment may be ignited by glowing wires or glowing elements. Under certain conditions, for example a fault current flowing through a wire, overloading of components, and bad connections, certain elements may attain a temperature such that they will ignite parts in their vicinity.

Compliance is checked by the glow-wire test according to clause 4.2.

NOTE – In some subcommittees, only external parts are taken into account.

4.2 Tests

4.2.1 Object of the test

The glow-wire test is applied to ensure that an electrically heated test wire under defined test conditions does not cause ignition of insulating parts or to ensure that a part made of insulating material, which might be ignited by the heated test wire under defined conditions, burns for a limited time only and that, without spreading fire by flame, or burning parts, or by drops falling down from the part under test.

4.2.2 General description of the test

If possible, the specimen should be a complete equipment, subassembly or component. The specimen shall be chosen so that the conditions of the test will not be significantly different from those occurring in normal use with regard to shape, ventilation, effect of thermal stresses and, possibly, of flames occurring in, or of burning or glowing particles falling in the vicinity of the specimen.

If the test cannot be made on the complete equipment, subassembly or component, it is acceptable to:

- a) cut a piece containing the part under examination from it, or
- b) cut an aperture in the complete specimen, subassembly or component to allow access to the glow-wire, or
- c) remove the part under examination in its entirety and test it separately.

Technical committees should define in their relevant specifications what may be removed to achieve access. A small aperture may affect the results by leading to the ignition of the surroundings, by reducing the temperature of the glow-wire or by restricting the availability of oxygen whereas too large an aperture may permit more oxygen than would normally be available.

4.2.3 Description of test apparatus

The glow-wire consists of a specified loop of a nickel/chromium (80/20) wire 4 mm in diameter; when forming the loop, care must be taken to avoid fine cracking at the tip.

A sheathed fine-wire thermocouple, having an overall nominal diameter of 0,5 mm and wires of, for example, NiCr and NiAl (type K) suitable for continuous operation at temperatures up to 960 °C with the welded point located inside the sheath, is used for measuring the temperature of the glow-wire. The sheath consists of a metal resistant to a temperature of at least 1 050 °C.

The glow-wire, with the thermocouple, is shown in figure 4.1.

Le thermocouple est disposé dans un puits, foré dans l'extrémité du fil incandescent, conformément au détail Z en figure 4.1. Un bon contact thermique entre le sommet du thermocouple, et le fond et les parois du puits doit être maintenu. Il faut veiller à ce que le thermocouple puisse accompagner le mouvement de l'extrémité du fil incandescent causé par la dilatation thermique. Les forces électromotrices du thermocouple doivent être conformes à la CEI 60584-1; les caractéristiques données dans cette norme sont pratiquement linéaires. La soudure froide doit être maintenue dans de la glace fondante, à moins qu'une température de référence sûre ne soit obtenue par d'autres moyens, par exemple par un boîtier de compensation.

On doit utiliser, pour la force électromotrice du thermocouple, un appareil de précision 1 % (par exemple classe 0,5 selon la CEI 60051).

Le fil incandescent est chauffé électriquement; le courant nécessaire pour porter l'extrémité à une température de 960 °C se situe entre 120 A et 150 A.

L'appareillage d'essai doit être conçu de telle façon que le fil incandescent soit maintenu dans un plan horizontal et qu'il exerce une force de 0,8 N à 1,2 N sur le spécimen, cette force étant maintenue à cette valeur quand le fil incandescent ou le spécimen sont déplacés horizontalement, l'un vers l'autre, sur une distance d'au moins 7 mm.

Des exemples typiques d'appareillage sont représentés en figure 4.2.

Pour évaluer la possibilité de propagation du feu, par exemple par des particules enflammées ou incandescentes tombant du spécimen, une sous-couche spécifiée est disposée sous le spécimen.

Lorsque la spécification particulière ne spécifie pas de sous-couche, la sous-couche suivante doit être utilisée: une planche lisse en bois de pin blanc, d'une épaisseur d'environ 10 mm en contact étroit avec une couche unique de papier mousseline, est disposée à une distance de (200 ± 5) mm sous l'endroit où le fil incandescent est appliqué contre le spécimen.

La planche en bois de pin blanc ou le papier mousseline peuvent être remplacés par d'autres matériaux s'il a été vérifié qu'ils étaient appropriés à cet effet.

NOTE – Le papier mousseline est défini conformément à 6.86 de l'ISO 4046: papier d'emballage mince, souple et résistant, de grammage compris généralement entre 12 g/m² et 30 g/m². Il est essentiellement destiné à l'emballage, à la protection ou à la présentation des objets fragiles et des objets cadeaux.

L'appareillage doit être placé dans une enceinte exempte de courant d'air, qui permette l'observation du spécimen. Le volume de cette enceinte doit être tel que l'appauvrissement en oxygène durant l'essai n'affecte pas de façon significative le résultat d'essai. Le spécimen doit être monté au moins à 100 mm de toute surface de l'enceinte. Après chaque essai, l'enceinte doit être ventilée pour évacuer en toute sécurité l'air contenant des produits de dégradation.

4.2.4 Degré de sévérité

Les températures d'essais choisies parmi les températures normales d'essai sont celles spécifiées ci-dessous:

650 °C pour les pièces en matière isolante non nécessaires pour maintenir en place les pièces transportant le courant et la partie du circuit de mise à la terre même si elles sont en contact avec ces dernières;

750 °C pour les pièces en matière isolante nécessaires pour maintenir en place les pièces transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre des appareils mobiles;

The thermocouple is arranged in a pocket hole drilled in the tip of the glow-wire, as shown in detail Z of figure 4.1. The thermal contact between the tip of the thermocouple and the end and the sides of the bored hole shall be maintained. Care should be taken to ensure that the thermocouple can follow the movement of the tip of the glow-wire caused by thermal elongation. The thermovoltages shall comply with IEC 60584-1; the characteristics given in the standard are practically linear. The cold connection shall be kept in melting ice unless a reliable reference temperature is obtained by other means, for example by a compensation box.

The instrument for measuring the thermovoltage shall be accurate to 1 % (for example Class 0,5 according to IEC 60051).

The glow-wire is electrically heated; the current necessary for heating the tip to a temperature of 960 °C is between 120 A and 150 A.

The test apparatus shall be so designed that the glow-wire is kept in a horizontal plane and that it applies a force of 0,8 N to 1,2 N to the specimen, the force being maintained at this value when the glow-wire or the specimen is moved horizontally one towards the other over a distance of at least 7 mm.

Some typical examples of the test apparatus are shown in figure 4.2.

To evaluate the possibility of spread of fire, for example by burning or glowing particles falling from the specimen, a specified layer is placed underneath the specimen.

In case the relevant specification does not specify a layer, the following layer shall be used: a piece of flat smooth white pinewood board, approximately 10 mm thick and in close contact with a single layer of wrapping tissue, is positioned at a distance of (200 ± 5) mm below the place where the glow-wire is applied to the specimen.

The white pinewood board or wrapping tissue may be replaced by other materials if they have been verified as equally suitable for the purpose.

NOTE – Wrapping tissue as specified in clause 6.86 of ISO 4046: a soft and strong, lightweight wrapping paper of grammage generally between 12 g/m² and 30 g/m². It is primarily intended for protective packaging of delicate articles and for gift wrapping.

The apparatus shall be operated in a draught-free chamber which permits observation of the specimen. The volume of the chamber shall be such that oxygen depletion during the test does not significantly affect the test result. The specimen shall be mounted at least 100 mm from any surface of the chamber. After each test, the chamber shall be vented to remove safely air containing degradation products.

4.2.4 Degree of severity

The following test temperatures, selected from the preferred test temperatures specified here under:

650 °C for parts made of insulating material not intended to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, even though they are in contact with them;

750 °C for parts made of insulating material intended to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, for some portable accessories;

850 °C pour les parties en matière isolante nécessaires pour maintenir en place les parties transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre;

960 °C pour les parties de matière Isolante nécessaires pour maintenir en place les parties transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre dans les appareils ayant une importance particulière en ce qui concerne la sécurité (par exemple les disjoncteurs à courant de défaut).

4.2.5 Etalonnage du thermocouple

Le thermocouple est étalonné à titre de méthode normale, à une température de 960 °C, en disposant un clinquant d'argent, de pureté 99,8 %, ayant la forme d'un carré de 2 mm de côté et de 0,06 mm d'épaisseur, sur la face supérieure du nez du fil incandescent et la température de 960 °C est atteinte quand le clinquant d'argent fond.

NOTE – L'étalonnage doit être recommencé au bout d'un certain temps pour tenir compte de l'altération du thermocouple et des connexions.

Il faut veiller que le thermocouple puisse accompagner le mouvement du nez du fil incandescent dû à la dilatation.

4.2.6 Préconditionnement

Sauf spécification particulière contraire, l'échantillon est maintenu pendant 24 h dans une atmosphère ayant une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative comprise entre 45 % et 75 % avant de commencer l'essai.

4.2.7 Mesures initiales

Le spécimen est examiné visuellement et, si la spécification particulière le prescrit, les paramètres physiques et électriques sont mesurés.

4.2.8 Mode opératoire

Avertissement

Des précautions doivent être prises pour protéger le personnel pratiquant les essais contre:

- les risques d'explosion ou de feu;
- les inhalations de fumées et/ou de produits toxiques;
- les résidus toxiques.

4.2.8.1 Le spécimen est fixé de telle façon que les pertes de chaleur par le support et le dispositif de fixation soient négligeables.

Le spécimen est disposé de telle sorte que:

- la surface en contact avec l'extrémité du fil incandescent soit verticale;
- l'extrémité du fil incandescent soit appliquée contre la partie de la surface qui est susceptible d'être soumise aux contraintes thermiques en service normal.

4.2.8.2 Le fil incandescent est porté électriquement à la température spécifiée (voir article 4.2.4), qui est mesurée au moyen du thermocouple étalonné. Il faut veiller que cette température et le courant de chauffage soient constants pendant une durée d'au moins 60 s avant le début de l'essai, et que le spécimen ne subisse aucun rayonnement thermique pendant cette durée ou pendant l'étalonnage, par exemple en l'éloignant suffisamment ou en le protégeant par un écran approprié.

850 °C for part made of insulating material intended to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position;

960 °C for parts made of insulating material and intended to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, in accessories which are of particular importance for safety (e.g. residual current circuit breakers).

4.2.5 Calibration of the thermocouple

The calibration of the thermocouple shall be carried out at the temperature 960 °C using as standard method a foil of silver, 99,8 % pure, 2 mm square and 0,06 mm thick, placed on the upper face of the tip of the glow-wire. The glow-wire is heated and a temperature of 960 °C is reached when the silver foil melts.

NOTE – Calibration must be repeated to compensate for alterations in the thermocouple and in the connections.

Care should be taken to ensure that the thermocouple can follow the movement of the tip of the glow-wire caused by thermal elongation.

4.2.6 Preconditioning

If not otherwise specified in the relevant specification, the specimen is stored for 24 h in an atmosphere having a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 45 % and 75 %.

4.2.7 Initial measurements

The specimen shall be examined visually and, when specified in the relevant specification, the physical/electrical parameters measured.

4.2.8 Test procedure

Warning note

Precautions must be taken to safeguard the health of personnel conducting tests against:

- the risks of explosion or fire;
- the inhalation of smoke and/or toxic products;
- the toxic residues.

4.2.8.1 The specimen is fixed so that heat losses due to the supporting or fixing means are insignificant.

The specimen is so arranged that:

- the surface in contact with the tip of the glow-wire is vertical;
- the tip of the glow-wire applied to part of the surface of the specimen which is likely to be subjected to thermal stresses in normal use.

4.2.8.2 The glow-wire is electrically heated to the temperature specified (see clause 4.2.4), which is measured by means of the calibrated thermocouple. Care must be taken to ensure that, before starting the test, this temperature and the heating current are constant for a period of at least 60 s and that heat radiation does not influence the specimen during this period or during the calibration, for example by providing an adequate distance or by using an appropriate screen.

4.2.8.3 L'extrémité du fil est alors amenée en contact avec le spécimen pendant (30 ± 1) s (voir article 4.2.4). Le courant de chauffage est maintenu constant pendant cette durée. Au bout de ce temps, le fil incandescent et le spécimen sont séparés lentement en évitant de continuer à chauffer le spécimen et en évitant des déplacements d'air susceptibles d'affecter les résultats de l'essai.

Le déplacement de l'extrémité du fil incandescent à travers le spécimen, lorsqu'il est appliqué contre ce dernier, doit être limité mécaniquement à 7 mm.

4.2.8.4 A moins d'indication contraire, l'essai est effectué sur un échantillon. En cas de doute sur les résultats de l'essai, celui-ci est répété sur deux autres échantillons.

Si un spécimen passe l'essai parce que le fil incandescent entraîne avec lui la plupart du matériau enflammé, ceci doit être noté dans le procès-verbal d'essai.

Il est nécessaire de débarrasser avant chaque essai, par exemple au moyen d'une brosse, le nez du fil incandescent des résidus de matériau déjà essayé.

4.2.9 Observations et mesures

Pendant l'application du fil incandescent, et pendant une durée supplémentaire de 30 s, observer le spécimen, les parties qui entourent le spécimen et la couche disposée sous ce dernier et noter:

- a) la durée (t_i) depuis la période de l'application du nez jusqu'à l'instant où le spécimen ou la couche disposée en dessous prend feu;
- b) la durée (t_e) depuis la période de début de l'application du nez jusqu'à l'instant où les flammes s'éteignent, pendant ou après la durée d'application;
- c) la hauteur maximale de n'importe quelle flamme sans toutefois prendre en considération le début de l'inflammation, qui peut produire une flamme haute durant environ 1 s.

NOTE – La hauteur de flamme est la distance verticale mesurée entre le bord supérieur du fil incandescent, lorsqu'il est appliqué au spécimen, et le sommet visible de la flamme observée en lumière tamisée.

- d) le degré de pénétration de l'extrémité du fil incandescent ou de déformation du spécimen;
- e) tout roussissement de la planche de bois de pin, si elle est utilisée.

Les caractéristiques mécaniques et électriques doivent être mesurées, si spécifié comme indiqué dans la spécification particulière.

4.2.10 Evaluation des résultats de l'essai

Sauf spécification particulière contraire, le spécimen est considéré comme ayant subi avec succès l'essai au fil incandescent si l'une des deux situations suivantes s'applique:

- a) il n'y a pas de flamme ni d'incandescence soutenue;
- b) les flammes ou l'incandescence du spécimen, de son environnement et de la couche sous-jacente s'éteignent en moins de 30 s après le retrait du fil incandescent, c'est-à-dire si $t_e < t_a + 30$ s, et les parties environnantes et la couche n'ont pas complètement brûlé.

Lorsqu'on utilise une couche de papier mousseline, ce papier ne doit pas s'être enflammé et la planche en bois de pin blanc ne doit pas être roussie.

4.2.11 Renseignement que doit fournir la spécification particulière

La spécification particulière doit préciser les points suivants:

- a) tout préconditionnement, si besoin est;
- b) le nombre de spécimens, s'il y en a plus d'un;

4.2.8.3 The tip of the glow-wire is then brought into contact with the specimen for (30 ± 1) s (see clause 4.2.4). The heating current is maintained during this period. After this period, the glow-wire and specimen are slowly separated, avoiding any further heating of the specimen and any movement of air which might affect the result of the test.

The movement of the tip of the glow-wire into the specimen when pressed to it shall be mechanically limited to 7 mm.

4.2.8.4 If not otherwise specified by the relevant specification, the test is made on one specimen. In the case of doubt with regard to the results of the test, the test is repeated on two further specimens.

If a specimen passes the test by virtue of most of the flaming material of the specimen being withdrawn with the glow-wire, then this shall be reported in the test report.

Before each test, it is necessary to clean the tip of the glow-wire of any residue of previously tested material, for example by means of a brush.

4.2.9 Observations and measurements

During application of the glow-wire, and during a further period of 30 s, the specimen, the parts surrounding the specimen and the layer placed below it shall be observed and the following noted:

- a) the duration (t_i) from the beginning of tip application up to the time at which the specimen or the layer placed below it ignites;
- b) the duration (t_e) from the beginning of tip application up to the time when the flames are extinguished, during or after the period of application;
- c) the maximum height of any flame but disregarding the start of the ignition, which may produce a high flame for a period of approximately 1 s.

The height of the flame is the vertical distance measured between the upper edge of the glow-wire, when applied to the specimen, and the visible tip of the flame.

NOTE – The height of the flame is the vertical distance measured between the upper edge of the glow-wire, when applied to the specimen, and the visible tip of the flame, when viewed in subdued light.

- d) the degree of tip penetration or test item distortion;
- e) any scorching of the pinewood board, if used.

4.2.10 Evaluation of test results

Unless otherwise specified in the relevant specification, the specimen is considered to have withstood the glow-wire test if one of the following two situations applies:

- a) if there is no flame and no glowing;
- b) if flames or glowing of the specimen, of the surroundings and of the layer below extinguish within 30 s after removal of the glow-wire, i.e. $t_e < t_a + 30$ s, and the surrounding parts and the layer below have not burned away completely.

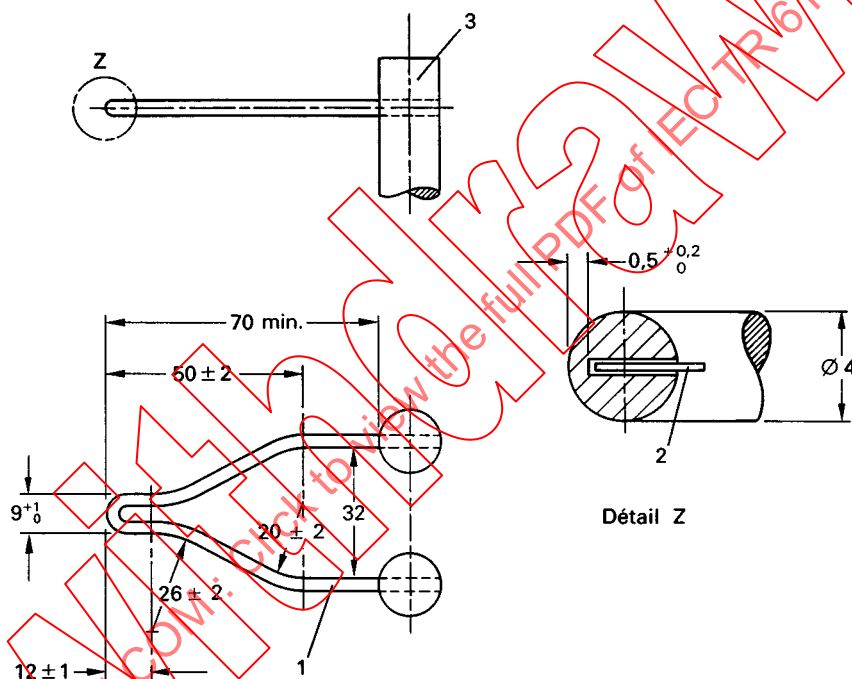
When a layer of tissue paper is used, there shall be no ignition of the tissue paper or scorching of the pinewood board.

4.2.11 Information to be given in the relevant specification

The relevant specification shall specify the following details:

- a) any preconditioning, if required;
- b) the number of test specimens, if more than one;

- c) la surface à essayer et le point d'application;
- d) la couche sous-jacente à utiliser pour évaluer l'effet des particules enflammées;
- e) le degré de sévérité:
 - la température d'essai,
 - la durée d'application (t_a) si ce n'est pas 30 s;
- f) si les essais doivent être effectués en plus d'un point du même spécimen, auquel cas on doit s'assurer qu'une détérioration causée par des essais précédents n'affectera pas le résultat de l'essai à effectuer;
- g) si les critères spécifiés au 4.2.10 sont suffisants pour vérifier que les exigences de sécurité sont remplies, ou si des critères supplémentaires – par exemple sur t_i , t_e , hauteur de flamme – doivent être introduits;
- h) la détérioration admissible des caractéristiques mécaniques et électriques.



IEC 781/91

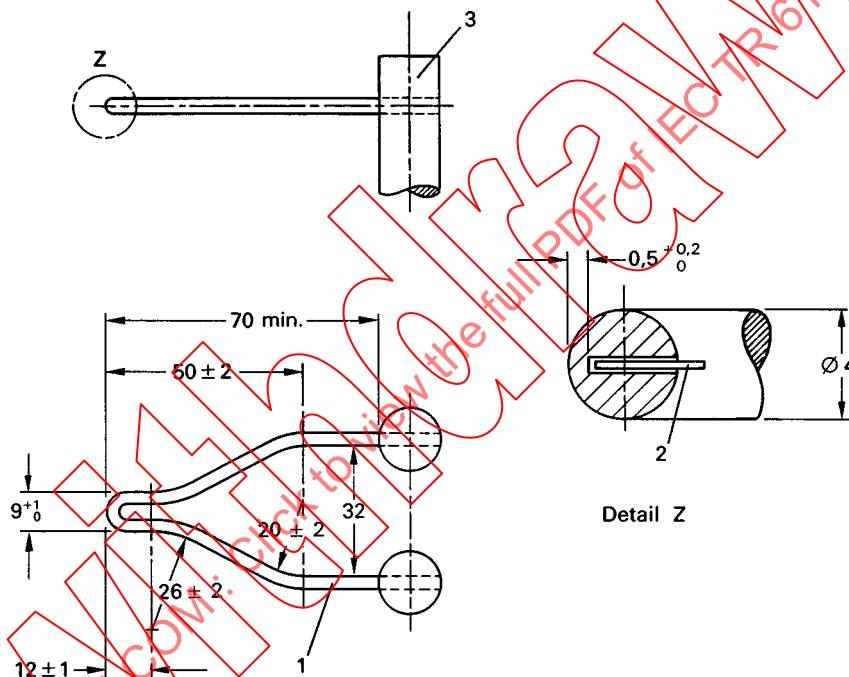
Dimensions en millimètres

- 1 fil incandescent brasé à 3
- 2 thermocouple – noter l'ajustement serré
- 3 cheville

Figure 4.1 – Fil incandescent et position du thermocouple

Cette figure est extraite de la CEI 60695-2-1/0, 1ère éd., 1994-03, p. 20.

- c) the surface to be tested and the point of application;
- d) the underlying layer to be used to evaluate the effect of flaming drops;
- e) the level of severity:
 - the test temperature,
 - the duration of application (t_a), if not 30 s;
- f) whether the tests shall be made at more than one point on the same specimen, in which case care must be taken to ensure that any deterioration caused by previous tests will not affect the result of the test to be made;
- g) whether the criteria specified in 4.2.10 are sufficient to check compliance with the safety requirements, or whether other criteria – e.g. on t_i , t_e , height of flame – should be introduced;
- h) any deterioration of mechanical/electrical properties allowed.



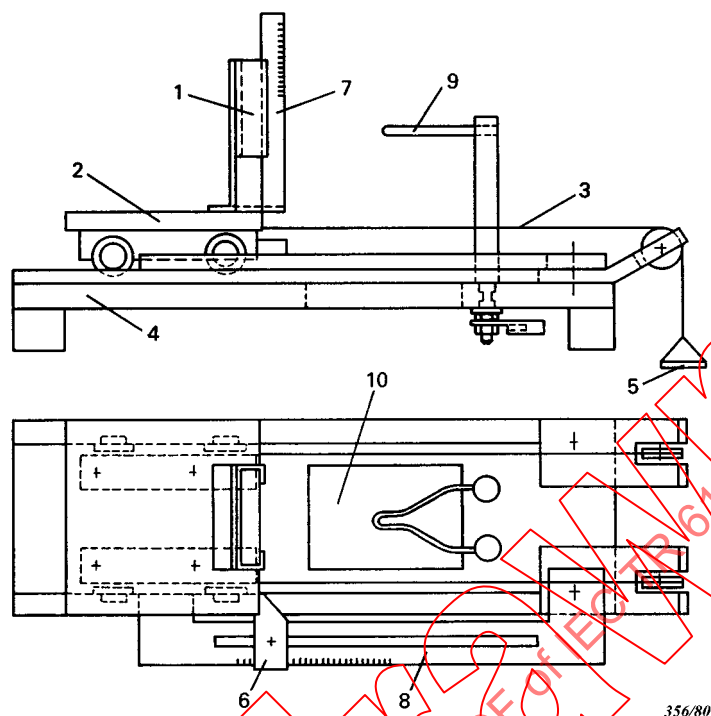
IEC 781/91

Dimensions in millimetres

- 1 glow-wire hard soldered at 3
- 2 thermocouple – note close fitting
- 3 stud

Figure 4.1 – Glow-wire and position of the thermocouple

This figure is extracted from IEC 60695-2-1/0, 2nd ed. 1994-03, p. 20.



- | | |
|-----------------------|--|
| 1 support du spécimen | 6 butée réglable |
| 2 chariot | 7 échelle de mesure de flamme |
| 3 corde de tension | 8 échelle de mesure de pénétration |
| 4 bâti | 9 fil incandescent (figure 3.1) |
| 5 poids | 10 percement en bâti pour des particules tombant du spécimen |

Figure 4.2 – Appareillage (exemple)

Cette figure est extraite de la CEI 60695-2-1/0, 1ère éd. 1994-03, p. 22.

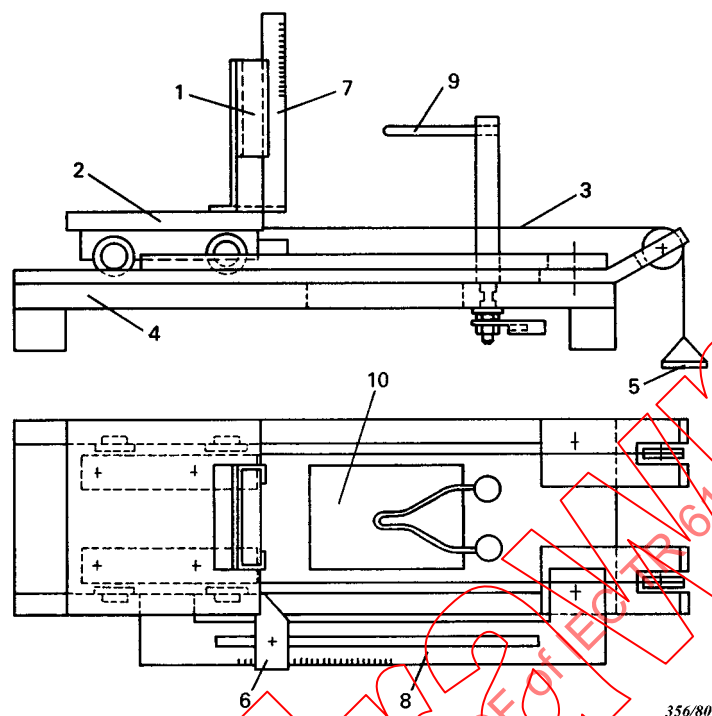
5 Résistance de la matière isolante aux courants de cheminement

Le document-guide suivant qui, après étude par le Groupe de Coordination et le CE 23 (voir RM2879/TC23 item VIII), a été distribué comme document secrétariat sous la référence 23(Sec)146 est applicable aux articles visant les prescriptions et essais déterminant la résistance des matériaux isolants aux courants de cheminement. Ces informations sont basées sur la CEI 60112: *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue du cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*, 3e éd., 1979.

Le texte comprend trois parties:

- Définitions (article 5.1)
- Prescriptions (article 5.2)
- Essais (article 5.3)

Lors de la rédaction l'ordre et la numérotation peuvent être changés, si besoin est.



- | | |
|---------------------|--|
| 1 positioning clamp | 6 stop |
| 2 carriage | 7 scale for measure of flame |
| 3 tensioning cord | 8 scale for penetration |
| 4 base plate | 9 glow-wire (figure 3.1) |
| 5 weight | 10 break-through in base plate for particles falling from the specimen |

Figure 4.2 – Test apparatus (example)

This figure is extracted from IEC 60695-2-1/0, 1st ed. 1994-03, p. 22.

5 Resistance of insulating materials to tracking

The following guiding document, which, after study by the Coordinating Group and TC 23 (see RM2879/TC23 item VIII), was circulated as 23(Sec)146, is applicable to the clauses covering requirements and tests to determine the resistance of insulating material to tracking. These recommendations are based on IEC 60112: *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*, 3rd ed., 1979.

The text comprises three clauses:

- Definitions (clause 5.1)
- Requirements (clause 5.2)
- Tests (clause 5.3)

For editing purposes, the order and the numbers may be altered, if necessary.

5.1 Définitions

5.1.1 Cheminement

Formation progressive de chemins conducteurs produits à la surface d'un isolant solide sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytique de cette surface.

5.1.2 Erosion électrique

Disparition partielle du matériau isolant sous l'action de décharges électriques.

5.1.3 Indice de résistance au cheminement (IRC)

Valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminement le dépôt de 50 gouttes.

NOTE – La valeur de chaque tension d'essai et de l'indice de résistance au cheminement doit être divisible par 25.

5.1.4 Indice de tenue au cheminement (ITC)

Valeur numérique de la tension de tenue, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminement le dépôt de 50 gouttes.

5.2 Prescriptions

Pour les appareils autres qu'ordinaire (généralement supérieur IPX0) pour lesquels des courants de cheminement peuvent prendre naissance le long du matériau isolant, celui-ci doit être résistant au cheminement. Pour les matériaux autres que céramique, la vérification est effectuée par les essais de l'article 5.3.

5.3 Essais

5.3.1 Éprouvettes

Les échantillons sont prélevés sur l'appareil à essayer.

On peut utiliser toute région plane de l'éprouvette présentant une surface suffisamment étendue pour que le liquide ne puisse pas se répandre sur le bord de cette éprouvette durant l'essai. Il est recommandé d'utiliser des surfaces planes de dimensions au moins égales à 15 mm × 15 mm. L'épaisseur de l'éprouvette doit être égale ou supérieure à 3 mm; cette valeur doit être consignée.

NOTE 1 – Dans des cas particuliers, des opérations de meulage peuvent être effectuées afin d'obtenir des surfaces planes; ceci doit alors être mentionné dans le rapport d'essai.

NOTE 2 – Les valeurs de l'indice de résistance au cheminement obtenues sur des éprouvettes ayant des épaisseurs inférieures à 3 mm ne peuvent pas être comparées entre elles; par exemple, si des éprouvettes minces sont placées sur un support de métal ou de verre, le support peut évacuer rapidement la chaleur et modifier l'indice de résistance au cheminement. C'est pourquoi, si l'épaisseur de l'éprouvette est inférieure à 3 mm, deux ou plusieurs éprouvettes devront être empilées.

NOTE 3 – Si la direction relative des électrodes et de certains paramètres de structure propres au matériau peut avoir une importance, cette direction sera indiquée dans le rapport. La direction donnant le plus faible indice de résistance au cheminement doit être retenue.

NOTE 4 – Il convient d'effectuer l'essai en des endroits exempts de rayures. En cas d'impossibilité, les résultats obtenus dans la région rayée doivent figurer au rapport accompagné d'une description de la surface de l'éprouvette. Les rayures existant à la surface de l'éprouvette augmentent la dispersion des résultats d'essai. Si le courant de cheminement suit les rayures, le défaut peut se produire pour une tension plus faible (ou pour un nombre de gouttes plus réduit) que lorsque ce courant suit un trajet perpendiculaire aux rayures.

5.1 Definitions

5.1.1 Tracking

The progressive formation of conducting paths, which are produced on the surface of a solid insulating material, due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination on this surface.

5.1.2 Electrical erosion

The wearing away of insulating material by action of electrical discharges.

5.1.3 Comparative tracking index (CTI)

The numerical value of the maximum voltage in volts at which a material withstands 50 drops without tracking.

NOTE – The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25.

5.1.4 Proof tracking index (PTI)

The numerical value of the proof voltage in volts at which a material withstands 50 drops without tracking.

5.2 Requirements

For accessories other than ordinary ones (generally higher than IPX0) where tracking paths can be formed across insulating material, this material shall be resistant to tracking. For materials other than ceramics, compliance is checked by the test of clause 5.3.

5.3 Tests

5.3.1 Test specimens

The test specimens are taken from the apparatus to be tested.

Any flat surface may be used, provided that the area is sufficient to ensure that during the test no liquid flows over the edges of the specimen. Flat surfaces of not less than 15 mm × 15 mm are recommended. The thickness of the specimen should be 3 mm or more and should be reported.

NOTE 1 – In special cases, in order to obtain a flat surface, grinding can be applied; this fact should, however, be mentioned in the test report.

NOTE 2 – The values of the CTI obtained on specimen of thicknesses below about 3 mm may not be comparable; for example, if thin specimens are mounted on a metal or glass supporting plate, this may remove heat quickly and so alter the CTI. Therefore, if the thickness of the specimen is less than 3 mm, two, or if necessary more, specimens should be stacked.

NOTE 3 – Where the direction of the electrodes relative to any feature of the material is significant, the direction should be reported. The direction giving the lowest CTI should be used.

NOTE 4 – The test should be carried out on areas which are free from scratches. If this is impossible, the results obtained on the scratched area should be reported together with a statement describing the surface of the specimen. Scratches on the surface of the test specimen will add to the dispersion of the test results. If the tracking current follows the scratches, failure may occur at a lower voltage (or a lower number of drops) than when the tracking current passes across the scratches.

5.3.2 Conditionnement

La surface de l'éprouvette d'essai doit être propre et exempte de saletés, de poussière, d'empreintes digitales, de graisse, d'huile, de résidus de moulage ou d'autres contaminants qui risquent d'influencer les résultats d'essai. Il faut prendre soin d'éviter, au cours du nettoyage, de provoquer le gonflement, le ramollissement ou une abrasion substantielle du matériau ou d'autres dommages similaires. Les procédures de nettoyage et de conditionnement doivent figurer dans le rapport d'essai.

5.3.3 Appareillage

5.3.3.1 Electrodes

Les deux électrodes de platine ont une section rectangulaire de 5 mm x 2 mm, l'une de leurs extrémités étant biseautée avec un angle de 30° (figure 5.1). Le tranchant du biseau est légèrement adouci.

Les électrodes sont disposées sur une surface plane et horizontale de l'éprouvette, de façon symétrique, dans un plan vertical, en faisant entre elles un angle de 60°, les faces verticales étant en vis-à-vis et écartées de $(4,0 \pm 0,1)$ mm (figure 5.2). La force exercée par chaque électrode sur la surface doit être de $(1 \pm 0,05)$ N. Un dispositif permettant d'appliquer les électrodes sur l'éprouvette est représenté en figure 5.3.

NOTE – Si un métal autre que le platine est employé dans le but de reproduire des conditions rencontrées dans la pratique, sa nature doit être consignée dans le rapport d'essai. Les résultats ne peuvent pas être alors désignés comme indices de résistance ou de tenue au cheminement.

5.3.3.2 Circuit d'essai

Les électrodes sont alimentées sous une tension pratiquement sinusoïdale variable entre 100 V et 600 V, de fréquences comprises entre 48 Hz et 60 Hz. La puissance de la source ne doit pas être inférieure à 0,5 kVA. Le schéma de principe du circuit est représenté en figure 5.4.

La résistance variable doit permettre de régler à $(1,0 \pm 0,1)$ A le courant entre électrodes court-circuitées et la tension indiquée par le voltmètre ne doit pas baisser de plus de 10 % quand ce courant est établi.

Un relais de surintensité placé dans le circuit d'essai doit se déclencher quand un courant de 0,5 A ou plus persiste plus de 2 s.

5.3.3.3 Dispositif pour la production des gouttes

La partie de l'éprouvette comprise entre les deux électrodes doit être mouillée avec des gouttes de la solution d'essai tombant à intervalles de (30 ± 5) s. Les gouttes doivent tomber au centre de la surface comprise entre les électrodes et d'une hauteur de 30 mm à 40 mm. Le volume des gouttes doit être de 20^{+3}_0 mm³. Avant chaque essai, l'aiguille ou tout autre orifice délivrant les gouttes est nettoyé et on laisse tomber un nombre de gouttes suffisant pour être sûr d'employer la solution à la concentration voulue.

NOTE 1 – Quand la solution d'essai demeure dans l'aiguille entre les essais, l'évaporation accroît sa concentration. En laissant s'écouler environ 5 à 20 gouttes, suivant l'intervalle séparant les essais, on supprime normalement la fraction de liquide qui peut être trop concentrée.

NOTE 2 – Pour déterminer le volume des gouttes, il faut vérifier que 1 cm³ de liquide s'écoule en un minimum de 44 gouttes et un maximum de 50 gouttes. Le volume des gouttes doit être contrôlé périodiquement.

NOTE 3 – Une aiguille hypodermique dont le diamètre extérieur est compris entre 0,9 mm et 1,1 mm et dont la pointe est coupée en équerre convient comme dispositif de production des gouttes.

NOTE 4 – Dans certains cas particuliers, la tolérance de ± 5 s pour l'intervalle entre deux gouttes peut être trop grande et influencer les résultats. Dans ce cas, une tolérance de ± 1 s sera appliquée.

5.3.2 Conditioning

The surface of the test specimen shall be clean and free of dust, dirt, fingerprints, grease, oil, mould release or other contaminants which can influence the test results. Care should be taken in cleaning to avoid swelling, softening, substantial abrasion or other damage to the material. The conditioning and cleaning procedure should be stated in the test report.

5.3.3 Test apparatus

5.3.3.1 Electrodes

The two platinum electrodes shall have a rectangular cross-section of 5 mm × 2 mm, with one end chisel-edged with an angle of 30° (figure 5.1). The chisel-edge shall be slightly rounded.

The electrodes shall be symmetrically arranged in a vertical plane, the total angle between them being 60°, and with opposing electrode faces vertical and (4.0 ± 0.1) mm apart on a flat horizontal surface of the specimen (figure 5.2). The force exerted by each electrode on the surface shall be (1 ± 0.05) N. An arrangement for applying the electrodes to the specimen is shown in figure 5.3.

NOTE – Where any metal other than platinum is used to simulate practical conditions, the metal should be stated in the test report. The results shall not be designated as CTI or PTI.

5.3.3.2 Test circuit

The electrodes shall be supplied with a substantially sinusoidal voltage, variable between 100 V and 600 V at a frequency of 48 Hz to 60 Hz. The power of the source should not be less than 0,5 kVA. The basic circuit is shown in figure 5.4.

The variable resistor shall be capable of adjusting the current between the short-circuited electrodes to $(1,0 \pm 0,1)$ A and the voltage indicated by the voltmeter shall not fall by more than 10 % when this current flows.

An over-current relay in the test circuit shall trip when 0,5 A or more has persisted for 2 s.

5.3.3.3 Dropping device

The surface between the electrodes shall be wetted with drops of the test solution at intervals of (30 ± 5) s. The drops shall fall centrally between the electrodes from a height of 30 mm to 40 mm. The size of the drops shall be 20^{+3}_0 mm³. Prior to each test, the needle or other outlet for the drops shall be cleaned and sufficient drops let out to ensure that the correct concentration of the test solution is used.

NOTE 1 – When the test solution is left in the needle between tests, evaporation will increase its concentration. Letting out about 5 to 20 drops depending upon the delay between tests, will normally remove any liquid with too high a concentration.

NOTE 2 – To determine the drop size, check that 1 cm³ of liquid is delivered by not less than 44 drops and not more than 50 drops. The drop size shall be checked periodically.

NOTE 3 – A hypodermic needle, having an outer diameter of 0,9 mm to 1,1 mm with the tip cut off square, is suitable for a dropping device.

NOTE 4 – In some special cases, the ± 5 s deviation of the intervals may be too broad and may influence the results. Then a deviation of ± 1 s should be arranged.

5.3.3.4 Solution d'essai:

Solution A: $(0,1 \pm 0,002)$ % en masse de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) dans de l'eau distillée ou désionisée. A $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$, la résistivité de la solution est de $(395 \pm 5) \Omega\cdot\text{cm}$.

NOTE – Le phénomène de cheminement est accéléré en diminuant la résistivité de la solution d'essai.

5.3.4 Procédure

5.3.4.1 Conditions générales

L'essai doit être effectué en mettant l'éprouvette à l'abri des courants d'air et à une température ambiante de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. La contamination des électrodes peut avoir une influence sur les résultats. Les électrodes doivent être nettoyées avant chaque essai.

L'éprouvette qui doit subir l'essai est placée sur un support de verre ou de métal de manière que la surface à essayer soit horizontale et que les bords biseautés des deux électrodes soient appuyés sur l'éprouvette avec la force spécifiée.

La distance entre les électrodes doit être vérifiée; un bon contact doit être assuré entre les électrodes et l'éprouvette. Si les bords des électrodes se sont corrodés, ils doivent être réaffûtés. La tension est réglée à une valeur convenable, divisible par 25, et la résistance du circuit est ajustée pour régler le courant de court-circuit dans les limites de la tolérance voulue. On fait ensuite tomber l'électrolyte goutte à goutte sur la surface à essayer jusqu'à ce qu'un défaut se produise sous la forme d'un cheminement ou que 50 gouttes soient tombées.

On considère qu'il s'est produit un défaut lorsqu'un courant égal ou supérieur à 0,5 A circule, pendant une durée d'au moins 2 s, le long d'un chemin conducteur formé à la surface de l'éprouvette, entre les électrodes, et fait fonctionner le relais de surintensité; ou encore si l'éprouvette brûle sans que le relais ait fonctionné.

NOTE 1 – Si plusieurs essais sont effectués sur la même éprouvette, il faut prendre soin d'espacer suffisamment les points d'essai les uns des autres afin que les éclaboussures provenant d'un point en essai ne contaminent pas les autres zones à essayer.

NOTE 2 – Si le support de l'éprouvette est métallique, il peut être raccordé au circuit d'essai pour indiquer quand le percement de l'éprouvette se produit par suite d'érosion.

NOTE 3 – Comme l'essai peut produire des gaz toxiques ou nocifs, il est souhaitable de prendre des mesures de sécurité de façon à les évacuer ou à les enfermer.

5.3.4.2 Essai de tenue au cheminement

Quand une norme de la CEI donnant des spécifications pour les matériaux ou pour des matériels électriques, ou toute autre norme, ne prescrit qu'un essai de tenue, les essais doivent être effectués conformément à 5.3.4.1, mais sous la seule tension spécifiée. Le nombre d'éprouvettes exigé devra supporter 50 gouttes sans qu'il se produise de défaut.

Le nombre d'éprouvettes recommandé est de cinq; dans des cas spéciaux, un nombre inférieur peut être spécifié.

NOTE – Dans la plupart des normes établies par le CE 23 et ses sous-comités, la valeur de 175 V est requise pour les appareils ayant un degré de protection supérieur à IPX0.

5.3.3.4 Test solutions

Solution A: (0,1 ± 0,002) % by mass ammonium chloride (NH₄Cl) in distilled or deionized water.

The resistivity at (23 ± 1) °C is (395 ± 5) Ω·cm.

NOTE – Tracking will be accelerated by decreasing the solution resistivity and will be influenced by the chemical nature of the test solution.

5.3.4 Procedure

5.3.4.1 General

The test shall be carried out with the specimen screened from draughts and at an ambient temperature of (23 ± 5) °C. Contamination of the electrodes may have an influence on the test results. The electrodes shall be cleaned before every test.

The specimen to be tested shall be placed, with the test surface horizontal, on a metal or glass support so that the chisel edges of both electrodes are pressed against the specimen with the specified force.

The distance between the electrodes shall be checked and they shall make good contact with the specimen. If the electrode edges have become eroded, the edges shall be reshaped. The voltage is set at some suitable value, divisible by 25, and the circuit resistance is adjusted so that the short-circuit current is within the given tolerance. The drops of electrolyte are then allowed to fall on the test surface until failure by tracking occurs or 50 drops fall.

A failure has occurred if a current of 0.5 A or more flows for at least 2 s in a conducting path between the electrodes on the surface of the specimen, thus operating the overcurrent relay; or if the specimen burns without releasing the overcurrent relay.

NOTE 1 – If several tests are carried out on the same test specimen, care must be taken that the testing points are sufficiently far from each other so that splashes from the testing point will not contaminate the other areas to be tested.

NOTE 2 – If the support is of metal, it can be connected into the test circuit to indicate when erosion of a specimen causes puncture.

NOTE 3 – Since the test may produce poisonous or noxious gases, it is advisable to provide means for their safe removal or containment.

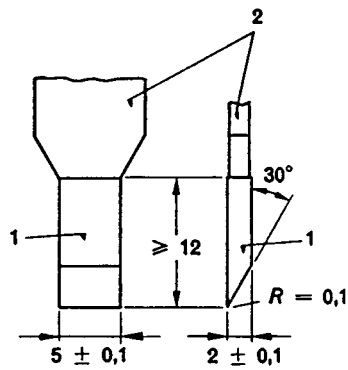
5.3.4.2 Proof tracking test

Where, in IEC standards for material specification or for electrical equipment or in other standards, a proof test only is required, tests shall be made in accordance with 4.3.4.1 but at the single specified voltage. The required number of specimens shall withstand 50 drops without failure.

The recommended number of specimens is five; less may be specified in special circumstances.

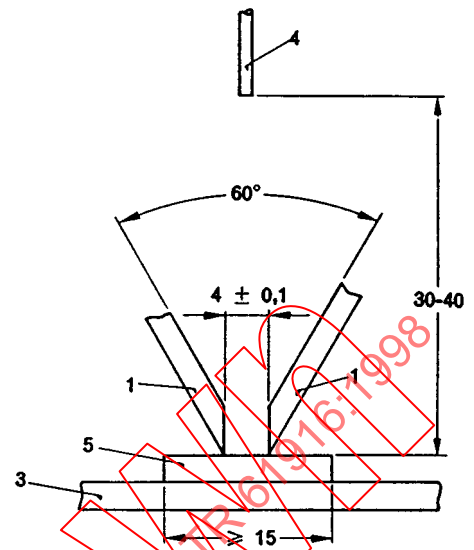
NOTE – In most of the standards issued by TC 23 and its subcommittees, the value of 175 V is required for accessories having a degree of protection higher than IPX0.

Dimensions en millimètres



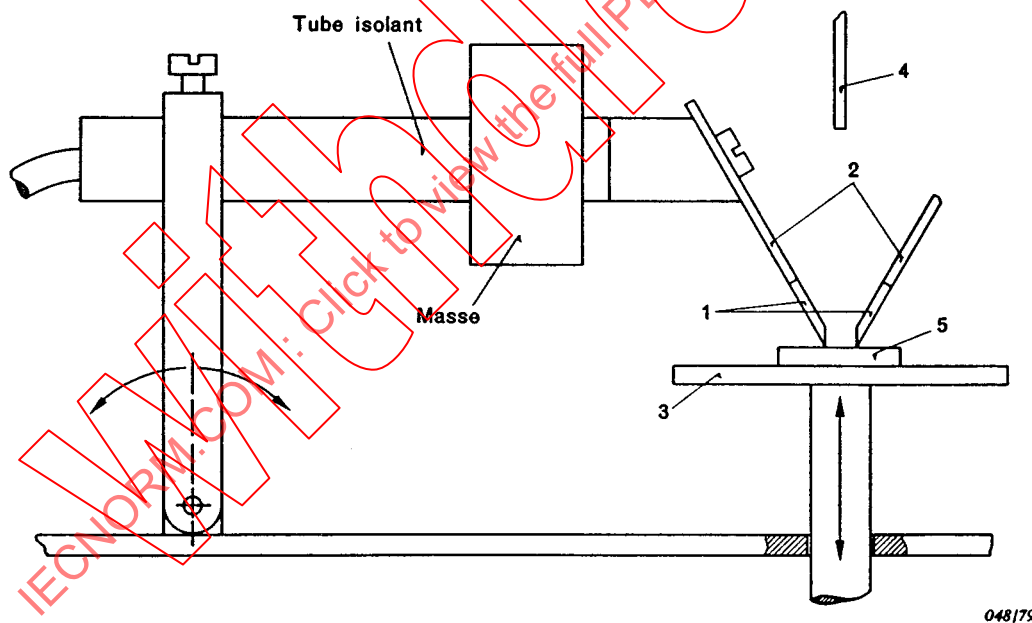
046/79

Figure 5.1 – Electrode



047/79

Figure 5.2 – Disposition des électrodes



048/79

- 1 électrode de platine
- 2 rallonge laiton
- 3 support
- 4 pointe du dispositif de production de gouttes
- 5 éprouvette

Figure 5.3 – Exemple d'appareil d'essai

Cette figure est extraite de la CEI 60112, 3e éd. 1979, p. 16.