

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60851-5**

Edition 3.1
1997-12

Edition 3:1996 consolidée par l'amendement 1:1997
Edition 3:1996 consolidated with Amendment 1:1997

Fils de bobinage – Méthodes d'essai –

**Partie 5:
Propriétés électriques**

Winding wires – Test methods –

**Part 5:
Electrical properties**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60851-5:1996+A.1:1997

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC Publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60851-5**

**Edition 3.1
1997-12**

Edition 3:1996 consolidée par l'amendement 1:1997
Edition 3:1996 consolidated with Amendment 1:1997

Fils de bobinage – Méthodes d'essai –

**Partie 5:
Propriétés électriques**

Winding wires – Test methods –

**Part 5:
Electrical properties**

© IEC 1997 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

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site [http: //www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Référence normative	8
3 Essai 5: Résistance électrique	8
4 Essai 13: Tension de claquage	10
5 Essai 14: Continuité de l'isolant	16
6 Essai 19: Facteur de dissipation diélectrique	20
Figures	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative reference	9
3 Test 5: Electrical resistance	9
4 Test 13: Breakdown voltage	11
5 Test 14: Continuity of insulation	17
6 Test 19: Dielectric dissipation factor	21
Figures	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 5: Propriétés électriques

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, sans 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 Norme internationale CEI 60851-5 a été établie par le comité d'études 55 de la CEI: Fils de bobinage.

La présente version consolidée de la CEI 60851-5 est issue de la troisième édition (1996) [documents 55/474A/FDIS et 55/515/RVD] et de son amendement 1 (1997) [documents 55/542/FDIS et 55/572/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 3.1.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 5: Electrical properties

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 cooperation 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 of such patent rights.

International Standard IEC 60851-5 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This consolidated version of IEC 60851-5 is based on the third edition (1996) [documents 55/474A/FDIS and 55/515/RVD] and its amendment 1 (1997) [documents 55/542/FDIS and 55/572/RVD].

It bears the edition number 3.1.

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60851 constitue un élément d'une série de normes traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série comporte trois groupes définissant respectivement:

- a) les méthodes d'essai (CEI 60851);
- b) les spécifications (CEI 60317);
- c) le conditionnement (CEI 60264).

IECNORM.COM / Click to view the full PDF of IEC 60851-5:1996+AMD1:1997 CSV

Withdrawn

INTRODUCTION

This part of IEC 60851 forms an element of a series of standards which deals with insulated wires used for windings in electrical equipment. The series has three groups describing:

- a) methods of test (IEC 60851);
- b) specifications (IEC 60317);
- c) packaging (IEC 60264).

IECNORM.COM / Click to view the full PDF of IEC 60851-5:1996+AMD1:1997 CSV

Withdrawn

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 5: Propriétés électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60851 donne les méthodes d'essai suivantes:

- Essai 5: Résistance électrique;
- Essai 13: Tension de claquage;
- Essai 14: Continuité de l'isolant;
- Essai 19: Facteur de dissipation diélectrique.

Pour les définitions, les généralités concernant les méthodes d'essai et les séries complètes des méthodes d'essai des fils de bobinage, voir la CEI 60851-1.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60851. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60851 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60851-1:1996, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 1: Généralités*

3 Essai 5: Résistance électrique

La résistance électrique est la résistance en courant continu à 20 °C de 1 m de fil.

La méthode utilisée doit donner une précision de 0,5 %.

Pour les fils toronnés, une longueur pouvant atteindre 10 m doit être utilisée et les extrémités doivent être brasées avant de réaliser la mesure. Quand la mesure de la résistance est utilisée pour contrôler si un nombre excessif de brins est rompu, une longueur de 10 m de fil toronné doit être utilisée.

Si la résistance R_t est mesurée à une température t différente de 20 °C, la résistance R_{20} à 20 °C doit être calculée par la formule:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha (t - 20)}$$

où

t est la température réelle en degrés Celsius pendant la mesure;

α est le coefficient de température.

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 5: Electrical properties

1 Scope

This part of IEC 60851 specifies the following tests:

- Test 5 : Electrical resistance;
- Test 13: Breakdown voltage;
- Test 14: Continuity of insulation;
- Test 19: Dielectric dissipation factor.

For definitions, general notes on methods of test and the complete series of methods of test for winding wires, see IEC 60851-1.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60851. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60851 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of the IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60851-1:1996, *Winding wires – Test methods – Part 1: General*

3 Test 5: Electrical resistance

Electrical resistance is the d.c. resistance at 20 °C of 1 m of wire.

The method used shall provide a precision of 0,5 %.

For bunched wires a length of up to 10 m shall be used and the ends shall be soldered before the measurement. When measuring the resistance to check for an excessive number of broken wires, a length of 10 m of bunched wire shall be used.

If the resistance R_t is measured at a temperature t other than 20 °C, the resistance R_{20} at 20 °C shall be calculated by means of the formula:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha (t - 20)}$$

where

t is the actual temperature in Celsius degrees during the measurement;

α is the temperature coefficient.

Pour les températures allant de 15 °C à 25 °C, le coefficient de température à utiliser doit être le suivant:

- cuivre: $\alpha_{20\text{ °C}} = 3,96 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$;
- aluminium: $\alpha_{20\text{ °C}} = 4,07 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Un essai doit être réalisé. La résistance électrique doit être notée.

4 Essai 13: Tension de claquage

4.1 Principe

La tension d'essai doit être une tension alternative de fréquence nominale 50 Hz ou 60 Hz. La tension d'essai doit être appliquée à partir de zéro et augmentée à une vitesse uniforme conforme au tableau 1.

Tableau 1 - Vitesse de l'augmentation de tension

Tension de claquage V		Vitesse de l'augmentation
Supérieure à	Jusqu'à et y compris	V/s
–	500	20
500	2 500	100
2 500	–	500

4.2 Equipement

L'équipement suivant doit être utilisé:

- un transformateur d'essai d'une puissance assignée d'au moins 500 VA fournissant une tension alternative de forme sinusoïdale non déformée dans les conditions d'essai, avec un facteur de pointe compris dans les limites de $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1,34 à 1,48) et qui peut fournir un courant de 5 mA avec une chute de tension maximale de 2 %;
- un circuit pour la détection des défauts qui fonctionne pour un courant de 5 mA ou plus;
- un dispositif qui fait croître la tension d'essai à la vitesse constante spécifiée;
- une étuve à circulation d'air forcée;
- un cylindre métallique poli de 25 mm de diamètre monté à axe horizontal (voir figure 1) relié électriquement à une borne de la source de la tension d'essai;
- un dispositif pour faire des torsades, conforme à la figure 2; il permet de torsader deux longueurs de fil sur une distance de 125 mm;
- des bandes métalliques de 6 mm de large et du ruban adhésif par pression de 12 mm de large;
- un récipient contenant de la grenaille métallique d'acier inoxydable ou de fer nickelé. Le diamètre de la grenaille ne doit pas être supérieur à 2 mm. La grenaille doit être nettoyée périodiquement à l'aide de moyens appropriés.

In the temperature range from 15 °C to 25 °C, the temperature coefficient to be used shall be:

- for copper: $\alpha_{20\text{ °C}} = 3,96 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$;
- for aluminium: $\alpha_{20\text{ °C}} = 4,07 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

One test shall be made. The electrical resistance shall be reported.

4 Test 13: Breakdown voltage

4.1 Principle

The test voltage shall be an a.c. voltage of 50 Hz or 60 Hz nominal frequency. The test voltage shall be applied at zero and increased at a uniform rate according to table 1.

Table 1 - Rates of test voltage increase

Breakdown voltage V		Rate of increase V/s
Over	Up to and including	
–	500	20
500	2 500	100
2 500	–	500

4.2 Equipment

The following equipment shall be used:

- test transformer with a rated power of at least 500 VA providing an a.c. voltage of an undistorted sine waveform under test conditions, with a peak factor being within the limits of $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1,34 to 1,48) and with a capacity to supply a current of 5 mA with a maximum voltage drop of 2 %;
- fault detection circuit, which operates at a current of 5 mA or more;
- arrangement to provide a uniform rise of the test voltage at the specified rate;
- oven with forced air circulation;
- polished metal cylinder, 25 mm in diameter, mounted with its axis horizontal (see figure 1) and electrically connected to one terminal of the test voltage supply;
- twisting device according to figure 2, that allows to twist two pieces of wire for a length of 125 mm;
- strips of metal foil, 6 mm in width and pressure sensitive tape, 12 mm in width;
- container with metal shot of stainless steel or nickel-plated iron. The diameter of the shot shall not exceed 2 mm. The shot shall be cleaned periodically by suitable means.

4.3 Fil de section circulaire émaillé de diamètre nominal du conducteur jusqu'à 0,100 mm inclus

Une longueur droite de fil dont l'isolant a été retiré à une extrémité doit être reliée à la borne supérieure comme montré à la figure 1 et enroulée une fois autour du cylindre. Une charge comme spécifiée dans le tableau 2 doit être appliquée à l'extrémité inférieure du fil pour maintenir l'éprouvette en contact serré avec le cylindre.

La tension d'essai conforme à 4.1 doit être appliquée entre le conducteur du fil et le cylindre. L'essai doit être exécuté à température ambiante.

Cinq éprouvettes doivent être contrôlées. Les cinq valeurs individuelles doivent être notées.

Tableau 2 - Charges appliquées au fil

Diamètre nominal du conducteur mm		Charge N
Supérieur à	Jusqu'à et y compris	
–	0,018	0,013
0,018	0,020	0,015
0,020	0,022	0,020
0,022	0,025	0,025
0,025	0,028	0,030
0,028	0,032	0,040
0,032	0,036	0,050
0,036	0,040	0,060
0,040	0,045	0,080
0,045	0,050	0,100
0,050	0,056	0,120
0,056	0,063	0,150
0,063	0,071	0,200
0,071	0,080	0,250
0,080	0,090	0,300
0,090	0,100	0,400

4.4 Fil de section circulaire émaillé de diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,100 mm jusqu'à 2,500 mm inclus

4.4.1 Essai à température ambiante

Une longueur droite de fil de 400 mm environ, dont l'isolant a été retiré aux deux extrémités doit être torsadée sur elle-même sur une distance de (125 ± 5) mm en utilisant le dispositif décrit à la figure 2. La charge et le nombre de tours appliqués à la torsade sont donnés dans le tableau 3. La boucle située à l'extrémité de la partie torsadée doit être coupée en deux points de façon à fournir la distance maximale entre les extrémités coupées. On doit éviter une courbure aiguë des fils et de les endommager pour assurer une distance suffisante entre les extrémités.

La tension d'essai conforme à 4.1 doit être appliquée entre les conducteurs des deux fils.

Cinq éprouvettes doivent être contrôlées. Les cinq valeurs individuelles doivent être notées.

4.3 Enamelled round wire with a nominal conductor diameter up to and including 0,100 mm

A straight piece of wire with the insulation removed at one end shall be connected to the upper terminal as shown in figure 1 and wound once around the cylinder. A load as specified in table 2 shall be applied to the lower end of the wire to keep the specimen in close contact with the cylinder.

The test voltage shall be applied according to 4.1 between the conductor of the wire and the cylinder. The test shall be carried out at room temperature.

Five specimens shall be tested. The five single values shall be reported.

Table 2 - Loads applied to the wire

Nominal conductor diameter mm		Load N
Over	Up to and including	
-	0,018	0,013
0,018	0,020	0,015
0,020	0,022	0,020
0,022	0,025	0,025
0,025	0,028	0,030
0,028	0,032	0,040
0,032	0,036	0,050
0,036	0,040	0,060
0,040	0,045	0,080
0,045	0,050	0,100
0,050	0,056	0,120
0,056	0,063	0,150
0,063	0,071	0,200
0,071	0,080	0,250
0,080	0,090	0,300
0,090	0,100	0,400

4.4 Enamelled round wire with a nominal conductor diameter over 0,100 mm up to and including 2,500 mm

4.4.1 Test at room temperature

A straight piece of wire, approximately 400 mm in length, with the insulation removed at both ends, shall be twisted back on itself for a distance of (125 ± 5) mm on the twisting device as shown in figure 2 with a load applied to the wire pair, and with the number of twists, as given in table 3. The loop at the end of the twisted section shall be cut at two places to provide a maximum spacing between the cut ends. Any bending to ensure adequate separation between the two wire ends shall avoid sharp bends or damage to the coating.

The test voltage shall be applied according to 4.1 between the conductors of the wires.

Five specimens shall be tested. The five single values shall be reported.

Tableau 3 - Charges et nombre de tours appliqués à la paire de fils

Diamètre nominal du conducteur mm		Charge N	Nombre de tours de la torsade
Supérieur à	Jusqu'à et y compris		
0,100	0,250	0,85	33
0,250	0,355	1,70	23
0,355	0,500	3,40	16
0,500	0,710	7,00	12
0,710	1,060	13,50	8
1,060	1,400	27,00	6
1,400	2,000	54,00	4
2,000	2,500	108,00	3

4.4.2 Essai à température élevée

Une éprouvette préparée conformément à 4.4.1 doit être placée dans une étuve préalablement chauffée à la température d'essai spécifiée ± 3 °C. La tension d'essai doit être appliquée selon 4.1 entre les conducteurs des deux fils au moins 15 min après introduction de l'éprouvette dans l'étuve. L'essai ne doit pas durer plus de 30 min.

Cinq éprouvettes doivent être contrôlées. Les cinq valeurs individuelles doivent être notées.

4.5 Fil de section circulaire avec diamètre nominal du conducteur supérieur à 2,500 mm

4.5.1 Essai à température ambiante

Une éprouvette de fil redressé de 350 mm de long, dont on a retiré l'isolant à une extrémité, est recourbée sur un mandrin, comme indiqué à la figure 3.

Le diamètre du mandrin doit être de 50 mm.

L'éprouvette est placée dans un récipient de façon qu'elle soit recouverte par 5 mm de grenaille au moins. Les extrémités de l'éprouvette doivent être assez longues pour éviter les contournements.

Le récipient est rempli doucement de grenaille jusqu'à ce que l'éprouvette soit entourée d'au moins 5 mm de grenaille. La grenaille métallique ne doit pas avoir plus de 2 mm de diamètre; des billes en acier inoxydable, en nickel ou en acier-nickelé conviennent. La grenaille est nettoyée périodiquement à l'aide d'un solvant approprié (par exemple le 1,1,1-trichloroéthane).

La tension d'essai est appliquée entre la grenaille et le conducteur conformément aux prescriptions de 4.1.

NOTE - Après accord entre acheteur et fournisseur, l'essai peut être réalisé en plaçant l'éprouvette dans l'huile.

Cinq éprouvettes sont essayées. Les cinq valeurs individuelles sont notées.

Table 3 - Loads applied to the wire pairs and number of twists

Nominal conductor diameter mm		Load N	Number of twists
Over	Up to and including		
0,100	0,250	0,85	33
0,250	0,355	1,70	23
0,355	0,500	3,40	16
0,500	0,710	7,00	12
0,710	1,060	13,50	8
1,060	1,400	27,00	6
1,400	2,000	54,00	4
2,000	2,500	108,00	3

4.4.2 Test at elevated temperature

A specimen prepared according to 4.4.1 shall be placed in the oven preheated to the specified test temperature ± 3 °C. The test voltage shall be applied according to 4.1 between the conductors of the wires in not less than 15 min after placing the specimen in the oven. The test shall be completed within 30 min.

Five specimens shall be tested. The five single values shall be reported.

4.5 Round wire with a nominal conductor diameter over 2,500 mm**4.5.1 Test at room temperature**

A straight piece of wire approximately 350 mm in length, with the insulation removed at one end shall be bent around a mandrel as shown in figure 3.

The diameter of the mandrel shall be 50 mm.

The specimen shall be placed in a container and shall be surrounded by at least 5 mm of shot. The ends of the specimen shall be sufficiently long to avoid flashover.

The shot shall be poured gently into a container until the specimen is covered by at least 5 mm of shot. The metal shot shall be not more than 2 mm in diameter; balls of stainless steel, nickel or nickel-plated iron have been found suitable. The shot shall be cleaned periodically with a suitable solvent (for example, 1,1,1-trichloroethane).

The test voltage shall be applied according to 4.1, between the conductor and the shot.

NOTE - By agreement between the purchaser and the supplier, the test may be carried out with the specimen under oil.

Five specimens shall be tested. The five single values shall be reported.

4.5.2 Essai à température élevée

Une éprouvette préparée conformément à 4.5.1 est placée dans une étuve qui a été préalablement chauffée à la température spécifiée ± 3 °C. La tension d'essai conforme à 4.1 est appliquée entre le conducteur et la grenaille au moins 15 min après introduction de l'éprouvette dans l'étuve. L'essai ne doit pas durer plus de 30 min.

Cinq éprouvettes sont essayées.

Les cinq valeurs individuelles sont notées.

4.6 Fil de section rectangulaire

4.6.1 Essai à température ambiante

Une longueur droite de fil de 350 mm environ dont on a retiré l'isolant à une extrémité doit être courbée sur plat autour d'un mandrin comme il est montré à la figure 3. Le diamètre du mandrin doit être de:

- 25 mm pour les épaisseurs nominales jusqu'à et y compris 2,500 mm;
- 50 mm pour les épaisseurs nominales supérieures à 2,500 mm.

L'éprouvette doit être placée dans un récipient et recouverte d'au moins 5 mm de grenaille. Les extrémités de l'éprouvette doivent être suffisamment longues pour éviter des amorçages.

La tension d'essai conforme à 4.1 doit être appliquée entre le conducteur du fil et la grenaille.

NOTE - Après accord entre client et fournisseur, l'essai peut être réalisé avec l'éprouvette recouverte d'huile.

Cinq éprouvettes doivent être contrôlées. Les cinq valeurs individuelles doivent être notées.

4.6.2 Essai à température élevée

Une éprouvette préparée conformément à 4.6.1 doit être placée dans une étuve préalablement chauffée à la température spécifiée ± 3 °C. La tension d'essai conforme à 4.1 doit être appliquée entre le conducteur du fil et la grenaille au moins 15 min après introduction de l'éprouvette dans l'étuve. L'essai ne doit pas durer plus de 30 min.

Cinq éprouvettes doivent être contrôlées. Les cinq valeurs individuelles doivent être notées.

5 Essai 14: Continuité de l'isolant (applicable au fil de section circulaire émaillé et au fil de section circulaire rubané)

La continuité de l'isolant est exprimée par le nombre de défauts qui est détecté par un circuit de contrôle électrique sur une longueur de fil.

4.5.2 Test at elevated temperature

A specimen prepared according to 4.5.1 shall be placed in the oven preheated to the specified test temperature ± 3 °C. The test voltage shall be applied according to 4.1 between the conductor and the shot in not less than 15 min after placing the specimen in the oven. The test shall be completed within 30 min.

Five specimens shall be tested.

The five single values shall be reported.

4.6 Rectangular wire

4.6.1 Test at room temperature

A straight piece of wire approximately 350 mm in length with the insulation removed at one end shall be bent on the flat around a mandrel as shown in figure 3. The diameter of the mandrel shall be:

- 25 mm for nominal thicknesses up to and including 2,500 mm,
- 50 mm for nominal thicknesses over 2,500 mm.

The specimen shall be placed in a container and shall be surrounded by at least 5 mm of shot. The ends of the specimen shall be sufficiently long to avoid flashover.

The test voltage shall be applied according to 4.1 between the conductor of the wire and the shot.

NOTE - By agreement between purchaser and supplier, the test may be carried out with the specimen under oil.

Five specimens shall be tested. The five single values shall be reported.

4.6.2 Test at elevated temperature

A specimen prepared according to 4.6.1 shall be placed in the oven preheated to the specified test temperature ± 3 °C. The test voltage shall be applied according to 4.1 between the conductor and the shot in not less than 15 min after placing the specimen in the oven. The test shall be completed within 30 min.

Five specimens shall be tested. The five single values shall be reported.

5 Test 14: Continuity of insulation (applicable to enamelled round and tape wrapped round wire)

Continuity of insulation is expressed by the number of faults per length of wire detected by means of an electrical test circuit.

5.1 Continuité sous basse tension (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,050 mm)

Une longueur de fil doit être tirée à la vitesse de (275 ± 25) mm/s entre deux tampons de feutre qui doivent être immergés dans une solution électrolytique de sulfate de sodium dans l'eau (30 g/l). Le conducteur du fil et la solution électrolytique sont reliés à un circuit électrique en courant continu de (50 ± 3) V en circuit ouvert (voir figure 4). La force appliquée au fil ne doit pas être supérieure à 0,03 N. Les défauts doivent être détectés à l'aide d'un relais approprié associé à un compteur. Le compteur doit fonctionner quand le revêtement du fil a une résistance inférieure à 10 k Ω pendant 0,04 s. Le compteur ne doit pas fonctionner quand la résistance est égale à 15 k Ω ou plus. Le compteur ne doit pas indiquer plus de 10 défauts par seconde. Un défaut continu doit être indiqué par un voyant lumineux.

Un essai doit être réalisé. Le nombre de défauts pour une longueur de 30 m de fil doit être noté.

5.2 Continuité sous haute tension (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,050 mm jusqu'à et y compris 1,600 mm)

5.2.1 Principe

Une longueur de fil dont le conducteur est relié à la terre est tirée sur une électrode ayant une gorge en forme de «V» (poulie) à vitesse constante. Une tension d'essai en courant continu est appliquée entre l'électrode et la terre. Les défauts de l'isolant du fil sont détectés et enregistrés par un compteur. Le résultat est le nombre de défauts pour 30 m.

5.2.2 Equipement

L'équipement suivant doit être utilisé:

- une alimentation haute tension fournissant une tension continue à filtrage lissé dont la tension est réglable entre 350 V et 2 000 V en circuit ouvert. Le courant de court-circuit est de (25 ± 5) μ A quelle que soit la tension et la chute de tension ne doit pas être supérieure à 75 % pour un défaut de résistance de 50 M Ω ;
- un circuit de détection de défauts, qui fonctionne quand le courant du défaut a la valeur donnée dans le tableau 4 pour un temps de réponse de (5 ± 1) ms avec un compteur qui donne (500 ± 25) impulsions par minute quand un fil nu est contrôlé;
- un système de deux poulies électrode haute tension en acier inoxydable conforme à la figure 5, qui donne une longueur de contact de $25^{+0}_{-2,5}$ mm sur chaque poulie;
- une poulie électrode haute tension en acier inoxydable conforme à la figure 6, qui donne une longueur de contact de 25 mm à 30 mm;
- des poulies de guidage reliées à la terre conformes aux figures 5 et 6 de mêmes dimensions que les poulies électrode et disposées comme indiqué dans les figures respectives;
- une résistance d'amortissement de $4,7 \text{ M}\Omega \pm 10 \%$ placée dans le circuit haute tension.

NOTE - Pour l'électrode haute tension, il convient que l'isolant avec la terre soit un matériau de résistivité élevée, non hygroscopique, ne conduisant pas le courant en surface, facile à nettoyer et permettant de maintenir une tension continue de 3 000 V. Il convient de n'utiliser aucune protection sur le câble d'alimentation haute tension parce qu'une capacité minimale avec la terre est exigée au moment du défaut et du comptage. Il convient que le moteur qui assure le tirage du fil soit du type «sans balais» et possède une puissance suffisante pour maintenir la vitesse requise pour un fil de 1,600 mm.

5.1 Low-voltage continuity (nominal conductor diameter up to and including 0,050 mm)

A wire sample shall be pulled with a speed of (275 ± 25) mm/s between two felt pads, which shall be immersed in an electrolytic solution of sodium sulphate in water (30 g/l) with the conductor of the wire and the solution connected to an electrical circuit with an open-circuit d.c. test voltage of (50 ± 3) V (see figure 4). The force applied to the wire shall not exceed 0,03 N. Faults shall be detected by means of a suitable relay along with a counter. The counter shall operate when the wire coating has a resistance of less than 10 k Ω for a period of 0,04 s. The counter shall not operate when the resistance is 15 k Ω or more. The counter shall not indicate more than 10 faults per second. A continuous fault shall be indicated by a pilot lamp.

One test shall be made. The number of faults per 30 m of wire length shall be reported.

5.2 High-voltage continuity (nominal conductor diameter over 0,050 mm up to and including 1,600 mm)

5.2.1 Principle

A wire sample with the conductor earthed is pulled over a "V" grooved electrode (pulley) at a constant speed. A d.c. test voltage is applied between the electrode and earth. Any faults in the insulation of the wire are detected and recorded on a counter. The result is listed in faults per 30 m.

5.2.2 Equipment

The following equipment shall be used:

- high-voltage power supply providing a smooth filtered d.c. voltage with an open-circuit test voltage adjustable from 350 V to 2 000 V with a short-circuit current of (25 ± 5) μ A at any test voltage and with not more than 75 % drop in voltage in the case of a 50 M Ω fault resistance;
- fault detection circuit, which operates at a fault current as shown in table 4 with a speed of response of (5 ± 1) ms and with a fault counter repeating at a rate of (500 ± 25) counts per minute when a bare wire is tested;
- dual high-voltage electrode pulleys according to figure 5 made of stainless steel and providing a wire contact length of 25_{2,5} mm on each pulley;
- high-voltage electrode pulley according to figure 6 made of stainless steel and providing a wire contact length of 25 mm to 30 mm;
- earthed guide pulleys according to figure 5 and figure 6 of the same dimensions as the electrode pulleys and spaced as indicated in the respective figures;
- surge damping resistor of 4,7 M $\Omega \pm 10$ % installed in the high-voltage line.

NOTE - The earth insulation for the high-voltage electrode should be a high-resistivity material, non-hygroscopic, non-tracking and easily cleaned, having a clearance for maintaining a continuous voltage of 3 000 V. No shielding should be used on the high-voltage lead since a minimum capacitance to ground is required during switching and counting events. The drive motor should be the brushless type and should have sufficient power to maintain the required speed to pull 1,600 mm wire.

Tableau 4 - Courant de défaut

Tension d'essai continu V	Courant de défaut μA
2 000	12
1 500	10
1 000	8
750	7
500	6
350	5

5.2.3 Procédure

Une longueur de fil doit être tirée à la vitesse de (275 ± 25) mm/s sur la poulie électrode haute tension. Le conducteur du fil et l'électrode sont reliés au circuit électrique dont la tension d'essai continue en circuit ouvert est réglée conformément au tableau 5 avec une tolérance de ± 5 %. Le conducteur du fil relié à la terre possède la polarité positive.

Tableau 5 - Tension d'essai

Type de conducteur	Diamètre nominal du conducteur mm		Tension (courant continu) V		
	Supérieur à	Jusqu'à et y compris	Grade 1	Grade 2	Grade 3
Cuivre	0,050	0,125	350	500	750
	0,125	0,250	500	750	1 000
	0,250	0,500	750	1 000	1 500
	0,500	1,600	1 000	1 500	2 000
Aluminium	0,400	1,600	500	1 500	–

5.2.4 Résultats

Un essai doit être réalisé. Le nombre de défauts pour une longueur de 30 m de fil doit être noté.

6 Essai 19: Facteur de dissipation diélectrique (applicable au fil émaillé et au fil toronné)

6.1 Principe

Une longueur de fil est considérée comme une capacité dont l'isolant est le diélectrique, dont le conducteur est une électrode et dont un milieu conducteur est la seconde électrode. Cette capacité est reliée à un circuit qui fonctionne à la fréquence requise et qui permet de mesurer la capacité et la résistance des composants qui permettent de calculer le facteur de pertes diélectriques.

Table 4 - Fault currents

Test voltage (d.c.) V	Fault current μA
2 000	12
1 500	10
1 000	8
750	7
500	6
350	5

5.2.3 Procedure

A piece of wire shall be pulled with a speed of (275 ± 25) mm/s over the high-voltage electrode pulley with the conductor of the wire and the electrode connected to the electrical circuit, with the open-circuit d.c. test voltage adjusted according to table 5 with a tolerance of $\pm 5\%$ and with a positive polarity with respect to the earthed conductor of the wire.

Table 5 - Test voltages

Type of conductor	Nominal conductor diameter mm		Voltage (d.c.) V		
	Over	Up to and including	Grade 1	Grade 2	Grade 3
Copper	0,050	0,125	350	500	750
	0,125	0,250	500	750	1 000
	0,250	0,500	750	1 000	1 500
	0,500	1,600	1 000	1 500	2 000
Aluminium	0,400	1,600	500	1 500	–

5.2.4 Result

One test shall be made. The number of faults per 30 m of wire length shall be reported.

6 Test 19: Dielectric dissipation factor (applicable to enamelled wire and bunched wire)

6.1 Principle

A piece of wire is treated as a capacitor whose coating forms the dielectric and whose conductor acts as one and a conducting medium as the second electrode. This capacitor is connected into a circuit, which operates at the required frequency and which is suitable for measurement of the capacitive and resistive components from which the dielectric dissipation factor is obtained.

6.2 Equipement

L'équipement suivant doit être utilisé:

- un appareil de mesure de l'impédance qui doit fonctionner à la fréquence spécifiée dans la norme concernée. Il doit posséder une précision de ± 1 % basé sur la capacité pour la gamme de capacité demandée par l'éprouvette à cette fréquence;
- un générateur de fréquence qui doit avoir une tension de sortie sinusoïdale à la fréquence spécifiée dans la norme appropriée;
- un bain métallique conforme à la figure 7 qui doit contenir un métal liquide approprié (alliage) et qui doit être équipé d'un système de chauffage qui régule la température à ± 1 °C;
- une suspension conductrice;
- deux blocs métalliques qui doivent être équipés d'un système de chauffage qui régule la température à ± 1 °C.

6.3 Epreuve

6.3.1 Epreuve pour l'électrode constituée d'un bain métallique

Une longueur de fil droit doit être courbée en forme de U et abaissée dans le bain métallique conformément à la figure 7.

6.3.2 Epreuve pour l'électrode recouverte d'une suspension conductrice

6.3.2.1 Fil de section circulaire émaillé de diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,100 mm

Une longueur droite de fil de (100 ± 5) mm doit être enroulée autour d'un fil de cuivre nu de diamètre 1 mm à 2 mm puis revêtue de la suspension conductrice, par exemple en badigeonnant l'éprouvette par une dispersion aqueuse de graphite. L'éprouvette doit être séchée, par exemple pendant 30 min à 100 °C dans une étuve à circulation d'air forcée.

6.3.2.2 Fil de section circulaire émaillé de diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,100 mm et fil de section rectangulaire émaillé

Une longueur de fil droit d'environ 150 mm doit être revêtue de la suspension conductrice, par exemple en badigeonnant le fil par une dispersion aqueuse de graphite. La longueur de la couche doit être de (100 ± 5) mm. L'éprouvette doit être séchée, par exemple pendant 30 min à 100 °C dans une étuve à circulation d'air forcée.

6.4 Procédure

L'éprouvette conforme à 6.3.1 doit être abaissée dans le bain métallique selon la figure 7. L'éprouvette conforme à 6.3.2 doit être placée entre les deux blocs métalliques. L'éprouvette doit être reliée à l'appareil de mesure de l'impédance et doit être portée à la température d'essai spécifiée. Le facteur de perte diélectrique doit être ensuite lu directement sur l'appareil de mesure.

6.5 Résultats

Un essai doit être réalisé. Le facteur de perte diélectrique, la fréquence et la température de l'essai doivent être notés.

6.2 Equipment

The following equipment shall be used:

- impedance meter, which shall operate at the frequency specified in the relevant standard and which shall provide a precision of ± 1 % based on capacitance through the capacitance range required by the specimen at this frequency;
- frequency generator, which shall have a sinusoidal voltage output with a frequency specified in the relevant standard;
- metal bath according to figure 7, which shall contain any suitable liquid metal (alloy) and which shall have a heating system that controls the temperature to ± 1 °C;
- conductive suspension;
- two metal blocks, which shall have a heating system that controls the temperature to ± 1 °C.

6.3 Specimen

6.3.1 Specimen for a metal bath electrode

A straight piece of wire shall be bent into a U-shape to be lowered into the metal bath according to figure 7.

6.3.2 Specimen for a conductive suspension electrode

6.3.2.1 Enamelled round wire with a nominal conductor diameter up to and including 0,100 mm

A straight piece of wire (100 ± 5) mm in length shall be wound around a straight piece of bare copper wire of 1 mm to 2 mm diameter and subsequently coated with a conductive suspension, for example by brushing a layer of an aqueous graphite dispersion on the specimen, which shall then be dried, for example, for 30 min at 100 °C in an oven with forced air circulation.

6.3.2.2 Enamelled round wire with a nominal conductor diameter over 0,100 mm and enamelled rectangular wire

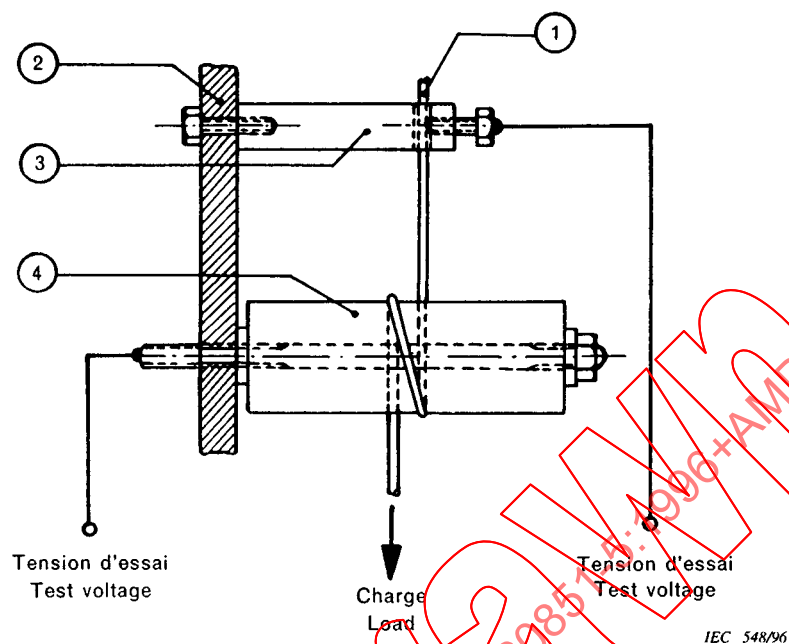
A straight piece of wire about 150 mm in length shall be coated with a conductive suspension, for example, by brushing a layer of an aqueous graphite dispersion on the wire. The length of this layer shall be (100 ± 5) mm. The specimen shall be dried, for example, for 30 min at 100 °C in an oven with forced air circulation.

6.4 Procedure

The specimen according to 6.3.1 shall be lowered into the metal bath according to figure 7. The specimen according to 6.3.2 shall be placed between the two metal blocks. The specimen shall be connected to the impedance meter and shall be allowed to reach the specified test temperature. Thereafter, the dielectric dissipation factor shall be read directly from the impedance meter.

6.5 Result

One specimen shall be tested. The dielectric dissipation factor, the test frequency and the test temperature shall be reported.



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 = épreuve specimen | 3 = borne supérieure upper terminal |
| 2 = matériau isolant insulating material | 4 = cylindre cylinder |

Figure 1 – Disposition comprenant le cylindre et l'éprouvette de fil pour l'essai de tension de claquage
Arrangement of cylinder and specimen for the breakdown voltage test

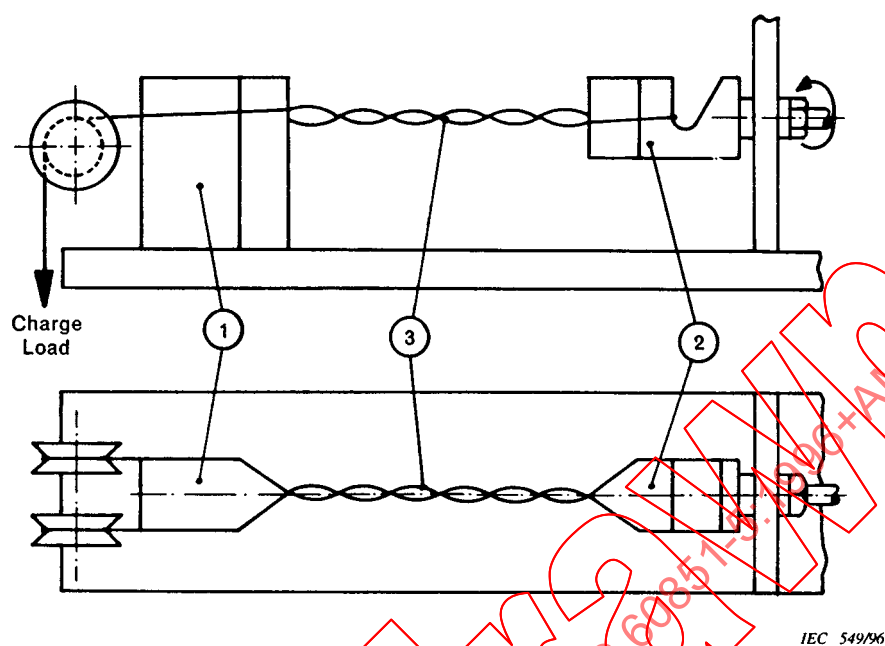
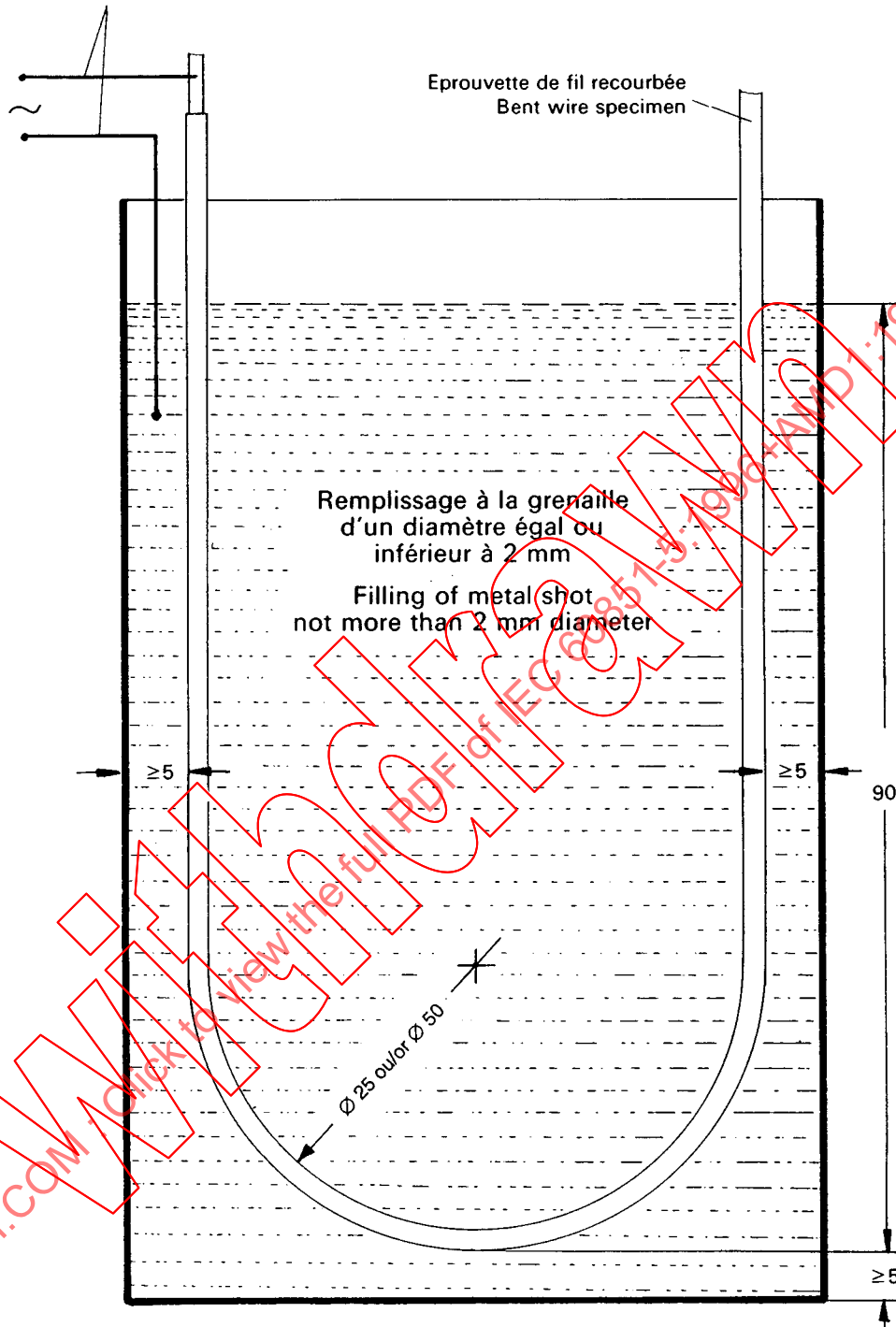


Figure 2 – Appareil pour torsader l'éprouvette destinée à la mesure de la tension de claquage
Device for twisting the specimen for breakdown voltage test

Electrodes de tension d'essai
Test voltage electrodes

Eprouvette de fil recourbée
Bent wire specimen



IEC 550/96

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure 3 – Epreuve pour essai de tension de claquage
(cas où l'éprouvette est placée dans la grenaille)
Specimen for the breakdown voltage test
(specimen placed in shot bath)

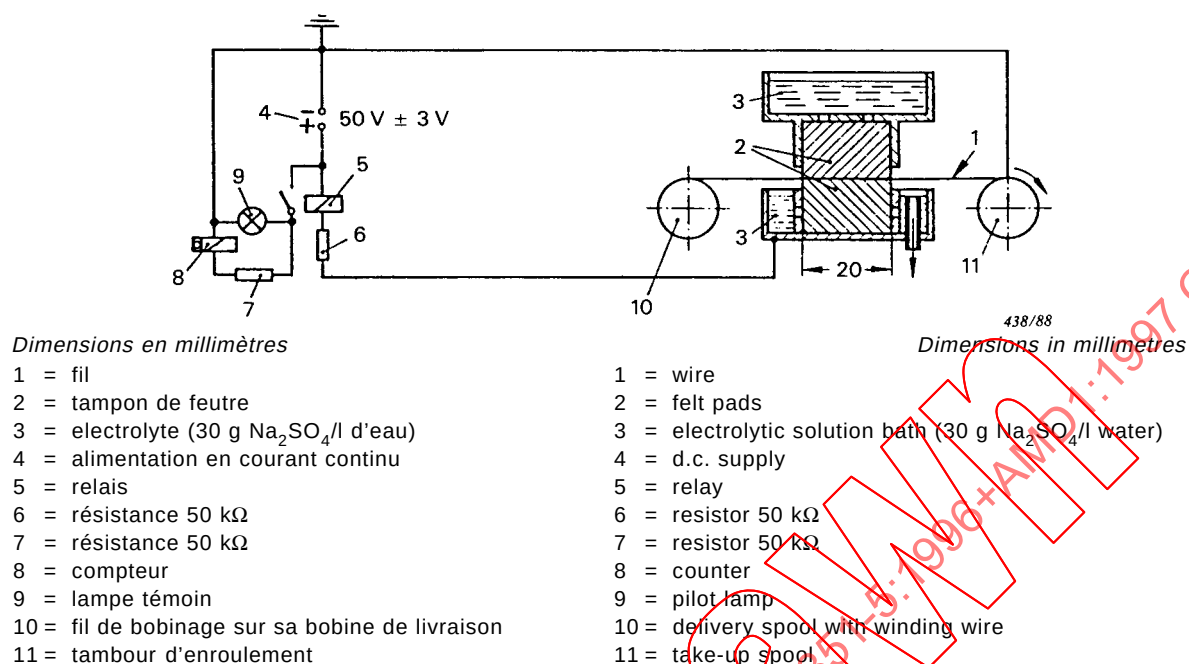


Figure 4 – Appareil pour l'essai de continuité du revêtement sous basse tension
Apparatus for testing the low-voltage continuity of covering

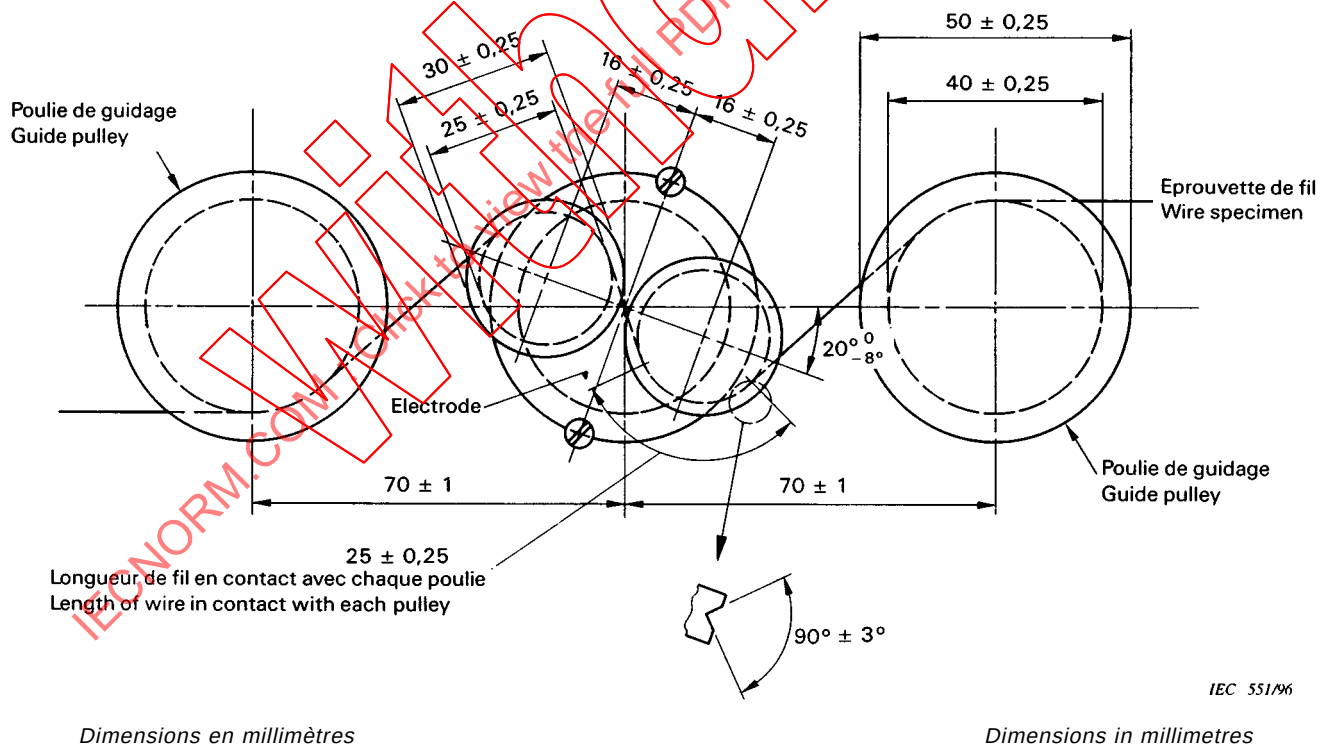


Figure 5 – Continuité haute tension en courant continu
Poulies pour diamètres de fil de 0,050 mm à 0,250 mm
High-voltage d.c. continuity
Pulleys for wire size 0,050 mm to 0,250 mm

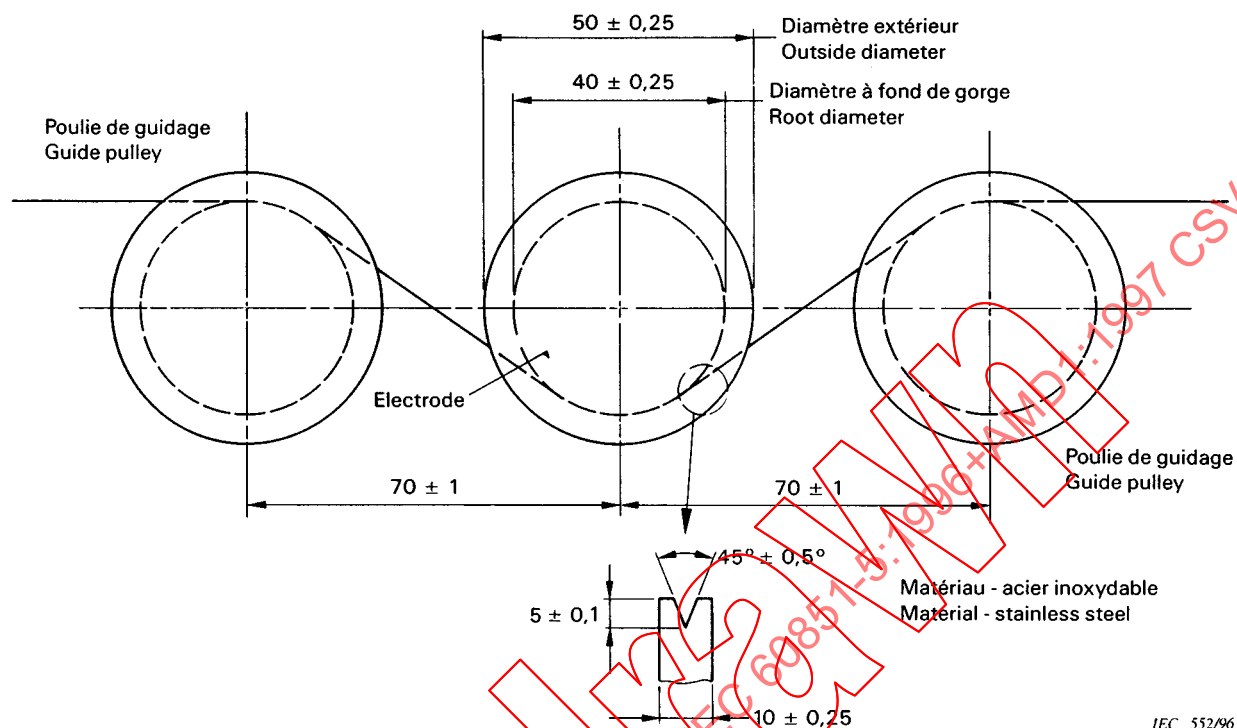
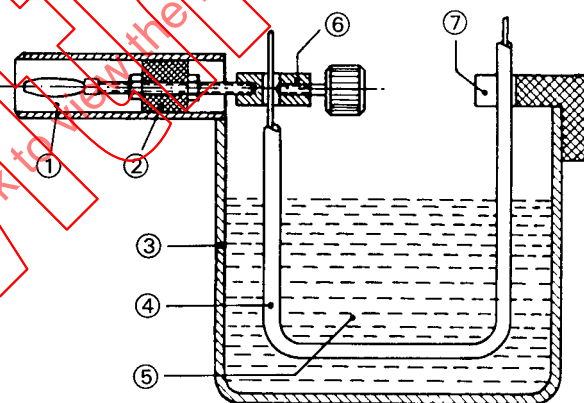


Figure 6 – Dimensions des poulies à gorge et écartement pour diamètres de fil 0,250 mm à 1,600 mm
Pulley dimensions and spacing for wire size 0,250 mm to 1,600 mm



246/90

- 1 = Fiche
- 2 = Matériau isolant
- 3 = Conteneur métallique
- 4 = Eprouvette
- 5 = Electrode
- 6 = Borne
- 7 = Attache isolée

- 1 = Plug
- 2 = Insulating material
- 3 = Metallic container
- 4 = Specimen
- 5 = Electrode
- 6 = Terminal
- 7 = Insulated clamp

Figure 7 – Dispositions d'électrode convenant à l'essai de facteur de perte diélectrique
Suitable electrode arrangements for testing the dielectric dissipation factor



Standards Survey

We at the IEC want to know how our standards are used once they are published.

The answers to this survey will help us to improve IEC standards and standard related information to meet your future needs

Would you please take a minute to answer the survey on the other side and mail or fax to:

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

Case postale 131

1211 Geneva 20

Switzerland

or

Fax to: CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

Case postale 131

1211 GENEVA 20

Switzerland

1. No. of IEC standard: 	7. Please rate the standard in the following areas as (1) bad, (2) below average, (3) average, (4) above average, (5) exceptional, (0) not applicable: ☐ clearly written ☐ logically arranged ☐ information given by tables ☐ illustrations ☐ technical information	13. If you said yes to 12 then how many volumes:
2. Tell us why you have the standard. (check as many as apply). I am: ☐ the buyer ☐ the user ☐ a librarian ☐ a researcher ☐ an engineer ☐ a safety expert ☐ involved in testing ☐ with a government agency ☐ in industry ☐ other.....	8. I would like to know how I can legally reproduce this standard for: ☐ internal use ☐ sales information ☐ product demonstration ☐ other.....	14. Which standards organizations published the standards in your library (e.g. ISO, DIN, ANSI, BSI, etc.):
3. This standard was purchased from? 	9. In what medium of standard does your organization maintain most of its standards (check one): ☐ paper ☐ microfilm/microfiche ☐ mag tapes ☐ CD-ROM ☐ floppy disk ☐ on line	15. My organization supports the standards-making process (check as many as apply): ☐ buying standards ☐ using standards ☐ membership in standards organization ☐ serving on standards development committee ☐ other.....
4. This standard will be used (check as many as apply): ☐ for reference ☐ in a standards library ☐ to develop a new product ☐ to write specifications ☐ to use in a tender ☐ for educational purposes ☐ for a lawsuit ☐ for quality assessment ☐ for certification ☐ for general information ☐ for design purposes ☐ for testing ☐ other.....	9A. If your organization currently maintains part or all of its standards collection in electronic media, please indicate the format(s): ☐ raster image ☐ full text 10. In what medium does your organization intend to maintain its standards collection in the future (check all that apply): ☐ paper ☐ microfilm/microfiche ☐ mag tape ☐ CD-ROM ☐ floppy disk ☐ on line	16. My organization uses (check one) ☐ French text only ☐ English text only ☐ Both English/French text
5. This standard will be used in conjunction with (check as many as apply): ☐ IEC ☐ ISO ☐ corporate ☐ other (published by.....) ☐ other (published by.....) ☐ other (published by.....)	10A. For electronic media which format will be chosen (check one) ☐ raster image ☐ full text	17. Other comments:
6. This standard meets my needs (check one) ☐ not at all ☐ almost ☐ fairly well ☐ exactly	11. My organization is in the following sector (e.g. engineering, manufacturing) 12. Does your organization have a standards library: ☐ yes ☐ no	18. Please give us information about you and your company name: job title:..... company: address:..... No. employees at your location:..... turnover/sales:.....