



IEC 60851-5

Edition 4.0 2008-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Winding wires – Test methods –
Part 5: Electrical properties**

**Fils de bobinage – Méthodes d'essai –
Partie 5: Propriétés électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 29.060.10

ISBN 2-8318-9937-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Test 5: Electrical resistance.....	7
4 Test 13: Breakdown voltage.....	8
4.1 Principle.....	8
4.2 Equipment.....	8
4.3 Enamelled round wire with a nominal conductor diameter up to and including 0,100 mm.....	9
4.4 Enamelled round wire with a nominal conductor diameter over 0,100 mm up to and including 2,500 mm.....	10
4.4.1 Test at room temperature.....	10
4.4.2 Test at elevated temperature.....	11
4.5 Round wire with a nominal conductor diameter over 2,500 mm.....	12
4.5.1 Test at room temperature.....	12
4.5.2 Test at elevated temperature.....	14
4.6 Fibre wound round wire.....	14
4.6.1 Test at room temperature.....	14
4.6.2 Test at elevated temperature.....	16
4.7 Rectangular wire.....	16
4.7.1 Test at room temperature.....	16
4.7.2 Test at elevated temperature.....	16
5 Test 14: Continuity of insulation (applicable to enamelled round and tape wrapped round wire).....	17
5.1 General.....	17
5.2 Low-voltage continuity (nominal conductor diameter up to and including 0,050 mm).....	17
5.3 High-voltage continuity (nominal conductor diameter over 0,050 mm up to and including 1,600 mm).....	17
5.3.1 Principle.....	17
5.3.2 Equipment.....	18
5.3.3 Procedure.....	21
5.3.4 Result.....	22
6 Test 19: Dielectric dissipation factor (applicable to enamelled wire and bunched wire).....	22
6.1 Principle.....	22
6.2 Equipment.....	22
6.3 Specimen.....	23
6.3.1 Specimen for a metal bath electrode.....	23
6.3.2 Specimen for a conductive suspension electrode.....	23
6.4 Procedure.....	24
6.5 Result.....	24
7 Test 23: Pin hole test.....	24
Annex A (informative) Dissipation factor methods.....	25
Figure 1 – Arrangement of cylinder and specimen for the breakdown voltage test.....	10

Figure 2 – Device for twisting the specimen for breakdown voltage test.....	11
Figure 3 – U-bend specimen for the breakdown voltage test (specimen placed in shot bath).....	13
Figure 4 – Coil-wound specimen for the breakdown voltage test	15
Figure 5 – Apparatus for testing the low-voltage continuity of covering	17
Figure 6 – High-voltage d.c. continuity – Pulleys for wire size 0,050 mm to 0,250 mm	19
Figure 7 – Pulley dimensions and spacing for wire size 0,250 mm to 1,600 mm	19
Figure 8a – Graphite fibre single brush electrode assembly	20
Figure 8b – Graphite fibre dual brush electrode assembly.....	21
Figure 8 – Graphite fibre single or dual brush electrode assembly.....	21
Figure 9 – Suitable electrode arrangement for testing the dielectric dissipation factor.....	23
Figure A.1 – Example of linear method for sole coating.....	27
Figure A.2 – Example of logarithmic method for sole coating	27
Table 1 – Rates of test voltage increase	8
Table 2 – Loads applied to the wire	9
Table 3 – Loads applied to the wire and number of twists	11
Table 4 – Fault currents	18
Table 5 – Test voltages.....	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 5: Electrical properties

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This fourth edition cancels and replaces the third edition (1996) and its amendments 1 (1997) and 2 (2004). It constitutes a technical revision.

Significant revisions to the previous edition include the following points:

- in Subclause 5.3, the addition of the use of carbon brush electrodes for the counting discontinuities during the high voltage continuity test, as an alternative to the V-groove pulley electrode;
- clarifications in the breakdown voltage test for round wires larger than 2,500 mm and for fibrous covered wires.

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

FDIS	Report on voting
55/1069/FDIS	55/1078/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 60851 series, under the general title *Winding wires – Test methods*, can be found on the website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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) winding wires – Test methods (IEC 60851);
- b) specifications for particular types of winding wires (IEC 60317);
- c) packaging of winding wires (IEC 60264).

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;
- Test 23: Pin hole.

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 references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives.....	33
3 Essai 5: Résistance électrique.....	33
4 Essai 13: Tension de claquage	34
4.1 Principe.....	34
4.2 Equipement.....	34
4.3 Fil de section circulaire émaillé de diamètre nominal du conducteur jusqu'à 0,100 mm inclus	35
4.4 Fil de section circulaire émaillé de diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,100 mm jusqu'à 2,500 mm inclus.....	36
4.4.1 Essai à température ambiante	36
4.4.2 Essai à température élevée	37
4.5 Fil de section circulaire avec diamètre nominal du conducteur supérieur à 2,500 mm	38
4.5.1 Essai à température ambiante	38
4.5.2 Essai à température élevée	40
4.6 Fil rond guipé de fibre	40
4.6.1 Essai à température ambiante	40
4.6.2 Essai à température élevée	42
4.7 Fil de section rectangulaire	42
4.7.1 Essai à température ambiante	42
4.7.2 Essai à température élevée	42
5 Essai 14: Continuité de l'isolant (applicable au fil de section circulaire émaillé et au fil de section circulaire rubané).....	43
5.1 Généralités.....	43
5.2 Continuité sous basse tension (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,050 mm).....	43
5.3 Continuité sous haute tension (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,050 mm jusqu'à et y compris 1,600 mm).....	43
5.3.1 Principe.....	43
5.3.2 Equipement.....	44
5.3.3 Procédures.....	48
5.3.4 Résultats	48
6 Essai 19: Facteur de dissipation diélectrique (applicable au fil émaillé et au fil toronné)	48
6.1 Principe.....	48
6.2 Equipement	48
6.3 Eprouvette.....	49
6.3.1 Eprouvette pour l'électrode constituée d'un bain métallique	49
6.3.2 Eprouvette pour l'électrode recouverte d'une suspension conductrice.....	49
6.4 Procédure	50
6.5 Résultats.....	50
7 Essai 23: Détection des microfissures en immersion	50
Annexe A (informatif) Méthodes de calcul du facteur de dissipation	51

Figure 1 – Disposition comprenant le cylindre et l'éprouvette de fil pour l'essai de tension de claquage.....	36
Figure 2 – Appareil pour torsader l'éprouvette destinée à la mesure de la tension de claquage.....	37
Figure 3 – Epreuve en forme de U pour essai de tension de claquage (l'éprouvette est placée dans la grenaille)	39
Figure 4 – Epreuve en spirale pour essai de tension de claquage	41
Figure 5 – Appareil pour l'essai de continuité du revêtement sous basse tension	43
Figure 6 – Continuité haute tension en courant continu – Poulies pour diamètres de fil de 0,050 mm à 0,250 mm	45
Figure 7 – Dimensions des poulies à gorge et écartement pour diamètres de fil 0,250 mm à 1,600 mm	45
Figure 8a – Ensemble électrode à balai unique en fibre de graphite.....	46
Figure 8b – Ensemble électrode à deux balais en fibre de graphite.....	47
Figure 8 – Ensemble électrode à balai unique ou à deux balais en fibre de graphite	47
Figure 9 – Dispositions d'électrode convenant à l'essai de facteur de perte diélectrique	49
Figure A.1 – Exemple de la méthode linéaire pour revêtement unique	53
Figure A.2 – Exemple de la méthode logarithmique pour revêtement unique	53
Tableau 1 – Vitesse de l'augmentation de tension.....	34
Tableau 2 – Charges appliquées au fil	35
Tableau 3 – Charges et nombre de tours appliqués à la paire de fils (aux deux extrémités à la fois)	37
Tableau 4 – Courants de défaut.....	44
Tableau 5 – Tensions d'essai.....	48

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 5: Propriétés électriques

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités techniques – tous les comités nationaux de la CEI qui sont intéressés par le sujet traité peuvent participer à ces travaux d'élaboration. Des organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales peuvent également participer à ces travaux en liaison avec la CEI. 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 Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI 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 ou 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.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (1996) et ses amendements 1 (1997) et 2 (2004). Elle constitue une révision technique.

Les modifications significatives par rapport à l'édition précédente comprennent les points suivants:

- au Paragraphe 5.3, l'ajout de l'utilisation des électrodes balais en carbone pour le comptage des discontinuités pendant l'essai de continuité sous haute tension, comme alternative à l'électrode poulie ayant une gorge en forme de "V";
- des clarifications apportées à l'essai de la tension de claquage pour les fils de section circulaire avec diamètre nominal du conducteur supérieur à 2,500 mm et pour les fils gupés de fibre.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
55/1069/FDIS	55/1078/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60851, sous le titre général *Fils de bobinage – Méthodes d'essai*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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. La série comporte trois groupes définissant respectivement

- a) les fils de bobinage – Méthodes d'essai (CEI 60851);
- b) les spécifications pour types particuliers de fils de bobinage (CEI 60317);
- c) le conditionnement des fils de bobinage (CEI 60264).

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 5: Propriétés électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60851 spécifie les essais suivants:

- Essai 5: Résistance électrique;
- Essai 13: Tension de claquage;
- Essai 14: Continuité de l'isolant;
- Essai 19: Facteur de dissipation diélectrique;
- Essai 23: Détection des micro-fissures en immersion.

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 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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