

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Winding wires – Test methods –
Part 2: Determination of dimensions**

**Fils de bobinage – Méthodes d'essai –
Partie 2: Détermination des dimensions**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.



IEC 60851-2

Edition 3.2 2019-05
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Winding wires – Test methods –
Part 2: Determination of dimensions**

**Fils de bobinage – Méthodes d'essai –
Partie 2: Détermination des dimensions**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.10

ISBN 978-2-8322-7004-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Winding wires – Test methods –
Part 2: Determination of dimensions**

**Fils de bobinage – Méthodes d'essai –
Partie 2: Détermination des dimensions**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Test 4: Dimensions.....	6
3.1 Equipment.....	6
3.1.1 Round and rectangular wire.....	6
3.1.2 Bunched wire.....	7
3.2 Procedure	7
3.2.1 Conductor dimension.....	7
3.2.2 Out-of-roundness of the conductor	8
3.2.3 Rounding of corners of rectangular wire	8
3.2.4 Increase in dimension due to the insulation	8
3.2.5 Overall dimension.....	9
3.2.6 Increase in diameter due to the bonding layer of enamelled round wire	10
3.2.7 Increase in dimensions due to the bonding layer of enamelled rectangular wire.....	10
Annex A (informative)	11
Figure 1 – Conical mandrel.....	10
Table 1 – Types of winding wires.....	6
Table 1a – Enamelled round wire.....	6
Table 1b – All the types of winding wires except enamelled round wire.....	7
Table 1c – Paper covered wire.....	7
Table 2 – Determination of the conductor diameter	9
Table A.1 – Relationship between force, pressure, anvil diameter and rectangular wire surface	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 2: Determination of dimensions

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendments has been prepared for user convenience.

IEC 60851-2 edition 3.2 contains the third edition (2009-09) [documents 55/1144/FDIS and 55/1163/RVD], its amendment 1 (2015-05) [documents 55/1520/FDIS and 55/1526/RVD] and its amendment 2 (2019-05) [documents 55/1681/CDV and 55/1737/RVC].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60851-2 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This third edition constitutes a technical revision.

Technical revisions of note include recognition of the use of optical micrometers in determining the dimensions of round and rectangular enamelled wire.

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 IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

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 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 2: Determination of dimensions

1 Scope

This part of IEC 60851 specifies the following method of test:

- Test 4: Dimensions.

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*

IEC 60851-5:2008, *Winding wires – Test methods – Part 5: Electrical properties*

3 Test 4: Dimensions

3.1 Equipment

3.1.1 Round and rectangular wire

The equipment used shall have a resolution of 2 μm or less for wires over 0,200 mm and for wires up to and including 0,200 mm, a resolution of 1 μm or less. Both mechanical contact and optical non-contact micrometers may be used. If mechanical contact micrometers are used, the ratio of measuring force and anvil diameter shall be in accordance with the range as given in Table 1a and Table 1b. The diameter range of the spindle and anvil is also given in Table 1a and Table 1b. If optical micrometers are used, the average of the readings shall be recorded as the diameter of the conductor. If a specific measuring equipment must be used, it shall be agreed upon between the customer and the supplier.

Table 1 – Types of winding wires

Table 1a – Enamelled round wire

Type of winding wire	Nominal conductor diameter mm	Anvil diameter mm	Measuring force(N)/anvil diameter(mm) = $P(\text{N/mm})$
Enamelled round wire	$\leq 0,100$	2 to 8	$0,01 \leq P \leq 0,16$
	$0,100 < d \leq 0,45$	5 to 8	$0,16 < P \leq 0,32$
	$> 0,45$	5 to 8	$0,32 < P \leq 0,80$

Table 1b – All the types of winding wires except enamelled round wire

Type of winding wire	Nominal conductor diameter mm	Anvil diameter mm	Measuring force N
Enamelled rectangular and tape wrapped rectangular wire	-	5 to 8	4 to 10 2 to 4
Film tape wrapped round wire	≥ 0,100	5 to 8	1 to 8 2 to 4
Film tape wrapped rectangular wire	-	5 to 8	2 to 4
Fibrous covered wire	-	5 to 8	4 to 10 2 to 4
Paper covered wire	-	5 to 8	8 to 14

Table 1c – Paper covered wire

Type of winding wire	Nominal conductor diameter mm	Anvil diameter mm	Measuring pressure N/mm ²
Paper covered wire	-	5 to 8	1 to 2

For paper covered rectangular wire, a measuring pressure is considered more appropriate instead of a measuring force. Annex A provides for information a table with the relationship between force and pressure for a typical measuring range.

3.1.2 Bunched wire

The measurement shall be made with a polished conical mandrel having dimensions as shown in Figure 1.

3.2 Procedure

3.2.1 Conductor dimension

3.2.1.1 Round wire

NOTE See Table 2.

3.2.1.1.1 Nominal conductor diameter over 0,063 mm and up to and including 0,200 mm

From a straight piece of wire the insulation shall be removed at three places, 1 m apart, by any method that does not damage the conductor. One measurement shall be made at these three places.

The three single values shall be reported. The mean value represents the conductor diameter.

3.2.1.1.2 Nominal conductor diameter over 0,200 mm

From a straight piece of wire, the insulation shall be removed by any method that does not damage the conductor. Three measurements of the bare conductor diameter shall be made at points evenly distributed around the circumference of the conductor.

The three single values shall be reported. The mean value represents the conductor diameter.

3.2.1.2 Rectangular wire

The insulation shall be removed at the three places used for measurements in 3.2.5.2 by any method that does not damage the conductor. At each place one measurement of the two dimensions of the conductor shall be made.

The three single values shall be reported for each dimension of the conductor. The mean represents the conductor width or the conductor thickness respectively.

3.2.2 Out-of-roundness of the conductor

Out-of-roundness is the maximum value of the difference between the three readings if measured in accordance with 3.2.1.1.1, or the three readings of the conductor diameter at the cross-section if measured in accordance with 3.2.1.1.2. The out-of-roundness shall be reported.

3.2.3 Rounding of corners of rectangular wire

For the purpose of this test, a cross-section of the wire shall be prepared and then examined under a sufficient magnification.

Three straight pieces of wire shall be cast in a suitable resinous compound that will not affect the insulation. After curing, the colour of the resinous compound shall contrast with the colour of the insulation.

The specimen consisting of the three pieces of wire embedded in the cured resinous compound shall be cut at right angles to the length of the wire pieces, and the cross-section shall be carefully ground and polished by suitable means. The polished surface shall be examined under a magnification which allows a correct judgement of the rounding of corners.

It shall be reported how the arc merges into the flat surface of the conductor. Any sharp, rough and projecting edges shall also be reported.

3.2.4 Increase in dimension due to the insulation

3.2.4.1 General

The increase in dimension due to the insulation is the difference between the overall dimension and the conductor dimension.

3.2.4.2 Round wire

The measurement shall be made in accordance with 3.2.1.1 and 3.2.5.1. The difference between the overall diameter and the conductor diameter shall be reported as the increase in diameter.

3.2.4.3 Rectangular wire

The measurement shall be made in accordance with 3.2.1.2 and 3.2.5.2. The difference between the overall width and the conductor width shall be reported as the increase in width. The difference between the overall thickness and the conductor thickness shall be reported as the increase in thickness.

3.2.5 Overall dimension

3.2.5.1 Round wire

3.2.5.1.1 Nominal diameter up to and including 0,200 mm

On a straight piece of wire, at three places 1 m apart, one measurement of the overall diameter shall be made.

The three single values shall be reported. The mean value represents the overall diameter.

3.2.5.1.2 Nominal conductor diameter over 0,200 mm

On a straight piece of wire, at each of two places 1 m apart, three measurements of the overall diameter shall be made at points evenly distributed around the circumference of the wire.

The six single values shall be reported. The mean value represents the overall diameter.

For determination of the conductor diameter as given in the relevant standards, the following applies:

Table 2 – Determination of the conductor diameter

Nominal conductor diameter	Measurement	Clause
$d \leq 0,063$ mm	Resistance	3 of IEC 60851-5
$d > 0,063$ mm	Dimension	3.2.1.1
NOTE By agreement between purchaser and supplier, resistance measurements may be made in the range of nominal conductor diameters over 0,063 mm and up to and including 1,000 mm.		

3.2.5.2 Rectangular wire

On a straight piece of wire at each of three places at least 100 mm apart, one measurement shall be made of the two dimensions of the wire. Where the dimension of the specimen is greater than the diameter of the micrometer spindle, measurements shall be made both at the centre of the face of the specimen and over the edges. If these values differ, only the highest value shall be noted.

The three single values shall be reported for each dimension of the wire. The mean values represent the overall width or the overall thickness respectively.

3.2.5.3 Bunched wire

NOTE The method indicated below gives useful values in practice, but not an accurate overall diameter.

The overall diameter is the width of a layer wound on a mandrel divided by the number of turns. The bunched wire shall be wound closely on a mandrel according to Figure 1 and under a tension in newtons, which is 65 times the total nominal cross-section of the conductors in square millimetres. The width of the layer shall be not less than 10 mm for bunched wires with overall diameters up to and including 0,5 mm, and be not less than 20 mm for larger diameters and shall be measured with a precision of 0,5 mm.

One measurement shall be made. The overall diameter rounded off to 0,01 mm shall be reported.

3.2.6 Increase in diameter due to the bonding layer of enamelled round wire

The increase in diameter due to the bonding layer is the difference of the overall diameter with and without the bonding layer.

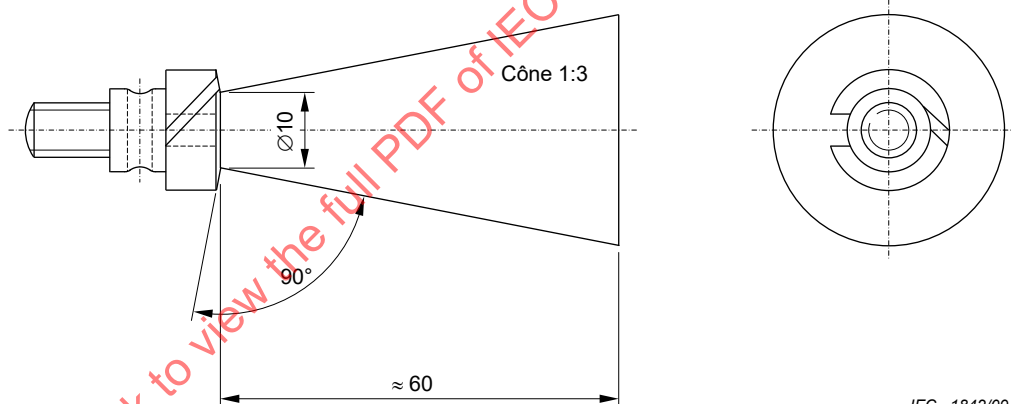
The overall diameter of the wire shall be measured according to 3.2.5.1. After removal of the bonding layer by means of a solvent or any other suitable agent or by any other method which does not damage the underlying coating, the measurement shall be repeated. The difference of the two mean values shall be reported as the increase in diameter due to the bonding layer.

3.2.7 Increase in dimensions due to the bonding layer of enamelled rectangular wire

The increase in dimensions due to the bonding layer is the difference of the overall width or the overall thickness, respectively, with and without the bonding layer.

The overall width or the overall thickness, respectively, of the wire shall be measured according to 3.2.5.2. After removal of the bonding layer by means of a solvent or any other suitable agent or by any other method which does not damage the underlying coating, the measurement shall be repeated. The difference of the two mean values shall be reported as the increase in dimension due to the bonding layer.

Dimensions in millimetres



IEC 1842/09

Figure 1 – Conical mandrel

Annex A (informative)

Table A.1 provides information, within a typical range, on the relationship between force and pressure applied to the wire according to Table 1c. Values outside the range of this table can be calculated using the following formula:

$$p = F/A$$

where:

p is the pressure, in N/mm²;

F is the force, in N;

A is the section of the wire on which the force is applied, in mm².

Table A.1 – Relationship between force, pressure, anvil diameter and rectangular wire surface (1 of 2)

Force N	Pressure (N/mm ²)				
	Anvil diameter mm				
	5	6	6,5	7	8
	Surface mm ²				
	19,63	26,26	33,17	38,47	50,24
1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
2	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04
3	0,15	0,11	0,09	0,08	0,06
4	0,20	0,14	0,12	0,10	0,08
5	0,25	0,18	0,15	0,13	0,10
6	0,31	0,21	0,18	0,16	0,12
7	0,36	0,25	0,21	0,18	0,14
8	0,41	0,28	0,24	0,21	0,16
9	0,46	0,32	0,27	0,23	0,18
10	0,51	0,35	0,30	0,26	0,20
11	0,56	0,39	0,33	0,29	0,22
12	0,61	0,42	0,36	0,31	0,24
13	0,66	0,46	0,39	0,34	0,26
14	0,71	0,50	0,42	0,36	0,28
15	0,76	0,53	0,45	0,39	0,30
16	0,82	0,57	0,48	0,42	0,32
17	0,87	0,60	0,51	0,44	0,34
18	0,92	0,64	0,54	0,47	0,36
19	0,97	0,67	0,57	0,49	0,38
20	1,02	0,71	0,60	0,52	0,40

Table A.1 (2 of 2)

Force N	Pressure (N/mm ²)				
	Anvil diameter mm				
	5	6	6,5	7	8
	Surface mm ²				
	19,63	28,26	33,17	38,47	50,24
21	1,07	0,74	0,63	0,55	0,42
22	1,12	0,78	0,66	0,57	0,44
23	1,17	0,81	0,69	0,60	0,46
24	1,22	0,85	0,72	0,62	0,48
25	1,27	0,88	0,75	0,65	0,50
26	1,32	0,92	0,78	0,68	0,52
27	1,38	0,96	0,81	0,70	0,54
28	1,43	0,99	0,84	0,73	0,56
29	1,48	1,03	0,87	0,75	0,58
30	1,53	1,06	0,90	0,78	0,60
31	1,58	1,10	0,93	0,81	0,62
32	1,63	1,13	0,96	0,83	0,64
33	1,68	1,17	0,99	0,86	0,66
34	1,73	1,20	1,03	0,88	0,68
35	1,78	1,24	1,06	0,91	0,70
36	1,83	1,27	1,09	0,94	0,72
37	1,89	1,31	1,12	0,96	0,74
38	1,94	1,34	1,15	0,99	0,76
39	1,99	1,38	1,18	1,01	0,78
40	2,04	1,42	1,21	1,04	0,80

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Essai 4: Dimensions	18
3.1 Equipement	18
3.1.1 Fil de section circulaire ou rectangulaire.....	18
3.1.2 Fils toronnés.....	19
3.2 Procédure	19
3.2.1 Dimension du conducteur	19
3.2.2 Ovalisation du conducteur	20
3.2.3 Arrondi des angles pour les fils de section rectangulaire.....	20
3.2.4 Accroissement de dimension dû à l'isolant.....	20
3.2.5 Dimensions extérieures	20
3.2.6 Accroissement de diamètre dû à la couche adhérente d'un fil émaillé de section circulaire.....	21
3.2.7 Accroissement de dimensions dû à la couche adhérente d'un fil émaillé de section rectangulaire	22
Annexe A (informative)	23
Figure 1 – Mandrin conique	22
Tableau 1 – Types de fils de bobinage.....	18
Tableau 1a – Fil de section circulaire émaillé.....	18
Tableau 1b – Tous les types de fil de bobinage sauf fil de section circulaire émaillé	19
Tableau 1c – Fil recouvert de papier	19
Tableau 2 – Détermination du diamètre du conducteur	21
Tableau A.1 – Relation entre force, pression, diamètre des touches et surface du fil de section rectangulaire.....	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 2: Détermination des dimensions

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de ses amendements a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60851-2 édition 3.2 contient la troisième édition (2009-09) [documents 55/1144/FDIS et 55/1163/RVD] et son amendement 1 (2015-05) [documents 55/1520/FDIS et 55/1526/RVD] et son amendement 2 (2019-05) [documents 55/1681/CDV et 55/1737/RVC].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60851-2 a été établie par le comité d'études 55 de l'IEC: Fils de bobinage.

Cette troisième édition constitue une révision technique.

Les révisions techniques à noter incluent la reconnaissance de l'utilisation des micromètres optiques pour la détermination des dimensions des fils émaillés de section circulaire et rectangulaire.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente partie de la 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 méthodes d'essai (IEC 60851);
- b) les spécifications (IEC 60317);
- c) le conditionnement (IEC 60264).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 2: Détermination des dimensions

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60851 donne la méthode d'essai suivante:

- Essai 4: Dimensions.

Pour les définitions, les généralités concernant les méthodes d'essai et les séries complètes des méthodes d'essai des fils de bobinage, voir l'IEC 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).

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

IEC 60851-5:2008, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 5: Propriétés électriques*

3 Essai 4: Dimensions

3.1 Equipement

3.1.1 Fil de section circulaire ou rectangulaire

L'équipement utilisé doit avoir une résolution inférieure ou égale à 2 μm pour les fils de diamètre supérieur à 0,200 mm, et une résolution inférieure ou égale à 1 μm pour les fils de diamètre inférieur ou égal à 0,200 mm. Les micromètres utilisés peuvent être optiques sans contact ou mécaniques à touches. Si un micromètre mécanique à touches est utilisé, on doit s'assurer que le rapport entre la force appliquée lors de la mesure et le diamètre des touches est dans la gamme donnée dans les Tableaux 1a et 1b. La gamme de diamètres des touches est aussi donnée dans les Tableaux 1a et 1b. Si un micromètre optique est utilisé, la valeur moyenne des lectures doit être enregistrée comme diamètre du conducteur. S'il faut utiliser un équipement de mesure spécifique, il doit faire l'objet d'un accord entre fournisseur et utilisateur.

Tableau 1 – Types de fils de bobinage

Tableau 1a – Fil de section circulaire émaillé

Type de fil de bobinage	Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre des touches mm	P(N/mm) = force appliquée (N)/diamètre des touches (mm)
Fil de section circulaire émaillé	$\leq 0,100$	2 à 8	$0,01 \leq P \leq 0,16$
	$0,100 < d \leq 0,45$	5 à 8	$0,16 < P \leq 0,32$
	$> 0,45$	5 à 8	$0,32 < P \leq 0,80$

Tableau 1b – Tous les types de fil de bobinage sauf fil de section circulaire émaillé

	Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre des touches mm	Force appliquée N
Fil de section rectangulaire émaillé et fil de section rectangulaire recouvert d'un ruban	-	5 à 8	4 à 10 2 à 4
Fil de section circulaire recouvert d'un ruban de collage pour film	≥ 0,100	5 à 8	1 à 8 2 à 4
Fil de section rectangulaire recouvert d'un ruban de collage pour film	-	5 à 8	2 à 4
Fil recouvert d'une enveloppe fibreuse	-	5 à 8	4 à 10 2 à 4
Fil recouvert de papier	-	5 à 8	8 à 14

Tableau 1c – Fil recouvert de papier

Type de fil de bobinage	Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre des touches mm	Pression appliquée N/mm ²
Fil recouvert de papier	-	5 à 8	1 à 2

Pour un fil de section rectangulaire recouvert de papier, une pression appliquée est considérée comme étant plus appropriée qu'une force appliquée. L'Annexe A fournit à titre informatif un tableau présentant la relation entre force et pression pour une plage de mesure type.

3.1.2 Fils toronnés

La mesure doit être déterminée au moyen d'un mandrin conique poli dont les dimensions sont indiquées à la Figure 1.

3.2 Procédure

3.2.1 Dimension du conducteur

3.2.1.1 Fil de section circulaire

NOTE Voir Tableau 2.

3.2.1.1.1 Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,063 mm jusqu'à et y compris 0,200 mm

Sur une longueur de fil redressée, par un moyen qui n'endommage pas le conducteur, l'isolant doit être enlevé en trois points situés à 1 m les uns des autres. Une mesure doit être effectuée en chacun de ces trois points.

Les trois valeurs individuelles doivent être notées. La moyenne des mesures est considérée comme le diamètre du conducteur.

3.2.1.1.2 Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,200 mm

Sur une longueur de fil redressée, par un moyen qui n'endommage pas le conducteur, l'isolant doit être enlevé. Trois mesures du diamètre du conducteur nu doivent être effectuées en des points régulièrement répartis sur la circonférence du conducteur.

Les trois valeurs individuelles doivent être notées. La moyenne des mesures est considérée comme le diamètre du conducteur.

3.2.1.2 Fil de section rectangulaire

Par un moyen qui n'endommage pas le conducteur, on doit enlever l'isolant aux trois emplacements où sont réalisées les mesures de 3.2.5.2. A chaque emplacement, une mesure des deux dimensions du conducteur doit être effectuée.

Les trois valeurs individuelles sont notées pour chaque dimension du conducteur. Les moyennes des valeurs sont considérées respectivement comme la largeur du conducteur et l'épaisseur du conducteur.

3.2.2 Ovalisation du conducteur

L'ovalisation est la valeur maximale de la différence entre les trois lectures si mesurée selon 3.2.1.1.1, ou entre les trois lectures du diamètre du conducteur à la section droite si mesurée selon 3.2.1.1.2. La valeur de l'ovalisation doit être notée.

3.2.3 Arrondi des angles pour les fils de section rectangulaire

Pour réaliser cet essai, une section droite du fil doit être préparée et ensuite examinée sous un grossissement suffisant.

Trois longueurs droites de fil doivent être enrobées dans une résine appropriée qui n'altère pas l'isolant. Après cuisson, la couleur de la résine doit contraster avec celle de l'isolant.

L'éprouvette constituée par les trois longueurs de fil enrobées dans la résine cuite doit être coupée perpendiculairement à la longueur des fils. La section droite doit être soigneusement meulée et polie à l'aide de moyens appropriés. La surface polie doit être examinée sous un grossissement qui permet de juger correctement l'arrondi des angles.

Le raccordement de l'arrondi avec le plat du conducteur doit être noté. La présence d'arêtes en saillie, rugueuses ou coupantes, doit aussi être notée.

3.2.4 Accroissement de dimension dû à l'isolant

3.2.4.1 Généralités

La différence entre la dimension extérieure et la dimension du conducteur est appelée «accroissement de dimension dû à l'isolant».

3.2.4.2 Fil de section circulaire

La mesure doit être réalisée selon 3.2.1.1 et 3.2.5.1. La différence entre le diamètre extérieur et le diamètre du conducteur doit être notée comme étant l'accroissement de dimension.

3.2.4.3 Fil de section rectangulaire

La mesure doit être réalisée selon 3.2.1.2 et 3.2.5.2. La différence entre la largeur hors tout et la largeur du conducteur doit être notée comme étant l'accroissement en largeur. La différence entre l'épaisseur hors tout et l'épaisseur du conducteur doit être notée comme étant l'accroissement en épaisseur.

3.2.5 Dimensions extérieures

3.2.5.1 Fil de section circulaire

3.2.5.1.1 Diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,200 mm

Sur une longueur de fil redressée, en trois points situés à 1 m les uns des autres, une mesure du diamètre extérieur doit être effectuée.

Les trois valeurs individuelles doivent être notées. La moyenne des valeurs est considérée comme le diamètre extérieur.

3.2.5.1.2 Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,200 mm

Sur une longueur de fil redressée, en deux points situés à 1 m l'un de l'autre, trois mesures du diamètre extérieur doivent être effectuées en des points régulièrement répartis sur la circonférence du fil.

Les six valeurs individuelles doivent être notées. La moyenne des mesures est considérée comme le diamètre extérieur.

Pour la détermination du diamètre du conducteur comme indiqué dans les normes appropriées, ce qui suit s'applique:

Tableau 2 – Détermination du diamètre du conducteur

Diamètre nominal du conducteur	Mesure	Article
$d \leq 0,063$ mm	Résistance	3 de l'IEC 60851-5
$d > 0,063$ mm	Dimension	3.2.1.1
NOTE Après accord entre acheteur et fournisseur, des mesures de résistance peuvent être faites sur les diamètres nominaux de conducteurs supérieurs à 0,063 mm jusqu'à et y compris 1,000 mm.		

3.2.5.2 Fil de section rectangulaire

Sur une longueur de fil droit, à chacun des trois endroits espacés d'au moins 100 mm, une mesure des deux dimensions du fil doit être effectuée. Si la dimension de l'éprouvette est supérieure à celle des touches du micromètre, les mesures doivent être faites au centre de la face de l'éprouvette et sur les bords. Si les valeurs sont différentes, seule la valeur la plus élevée doit être notée.

Les trois valeurs individuelles doivent être notées pour chaque dimension du fil. Les moyennes des valeurs sont considérées respectivement comme la largeur hors tout et comme l'épaisseur hors tout.

3.2.5.3 Fil toronné

NOTE La méthode indiquée ci-dessous donne des valeurs utiles en pratique mais pas un diamètre extérieur précis.

Le diamètre extérieur est la largeur de la couche bobinée sur le mandrin divisée par le nombre de tours. Le fil toronné doit être bobiné à spires jointives sur un mandrin conformément à la Figure 1 et sous une traction en newtons qui est égale à 65 fois la section nominale totale des conducteurs en millimètres carrés. Pour les fils toronnés de diamètre extérieur jusqu'à 0,5 mm inclus, la largeur de la couche ainsi formée doit avoir au moins 10 mm. Pour les fils toronnés de diamètre extérieur supérieur à 0,5 mm, la largeur de la couche ainsi formée doit avoir au moins 20 mm. La largeur doit être mesurée avec une précision de 0,5 mm.

Une mesure doit être réalisée. Le diamètre extérieur arrondi à 0,01 mm doit être noté.

3.2.6 Accroissement de diamètre dû à la couche adhérente d'un fil émaillé de section circulaire

La différence entre les diamètres extérieurs avec et sans couche adhérente est appelée accroissement de diamètre dû à la couche adhérente.

La mesure du diamètre extérieur du fil doit être réalisée selon 3.2.5.1. Après élimination de la couche adhérente à l'aide de solvant, d'un produit approprié ou de toute autre méthode qui n'altère pas la sous-couche, la mesure du diamètre extérieur doit être répétée. La différence entre les deux valeurs moyennes doit être notée comme l'accroissement de diamètre dû à la couche adhérente.

3.2.7 Accroissement de dimensions dû à la couche adhérente d'un fil émaillé de section rectangulaire

L'accroissement de dimensions dû à la couche adhérente correspond à la différence de largeur hors tout ou d'épaisseur hors tout respectivement, avec et sans la couche adhérente.

La largeur hors tout ou l'épaisseur hors tout du fil doit être mesurée selon 3.2.5.2. Après élimination de la couche adhérente à l'aide de solvant ou d'un autre produit approprié ou encore de toute autre méthode qui n'altère pas la sous-couche, la mesure doit être répétée. La différence entre les deux valeurs moyennes doit être notée comme l'accroissement de dimensions dû à la couche adhérente.

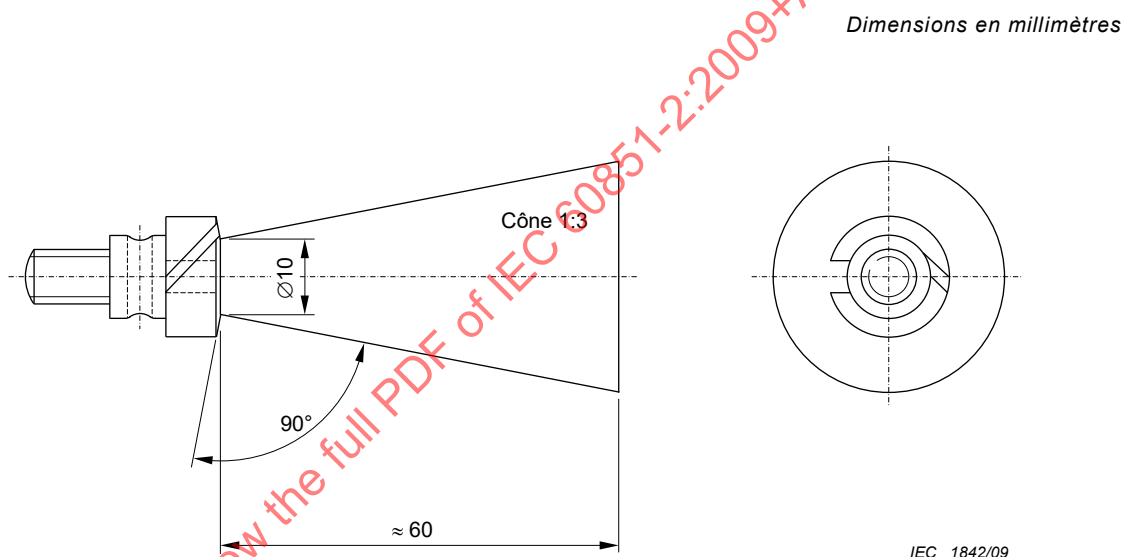


Figure 1 – Mandrin conique

Annexe A (informative)

Le Tableau A.1 suivant donne des informations, dans une plage type, sur la relation entre la force et la pression appliquées au fil conformément au Tableau 1c. Les valeurs se situant hors de la plage de ce tableau peuvent être calculées à l'aide de la formule suivante:

$$p = F/A$$

où:

p est la pression, en N/mm²;

F est la force, en N;

A est la section du fil sur laquelle la force est appliquée, en mm².

Tableau A.1 – Relation entre force, pression, diamètre des touches et surface du fil de section rectangulaire (1 de 2)

Force N	Pression (N/mm ²)				
	Diamètre des touches mm				
	5	6	6,5	7	8
	Surface mm ²				
	19,63	26,26	33,17	38,47	50,24
1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
2	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04
3	0,15	0,11	0,09	0,08	0,06
4	0,20	0,14	0,12	0,10	0,08
5	0,25	0,18	0,15	0,13	0,10
6	0,31	0,21	0,18	0,16	0,12
7	0,36	0,25	0,21	0,18	0,14
8	0,41	0,28	0,24	0,21	0,16
9	0,46	0,32	0,27	0,23	0,18
10	0,51	0,35	0,30	0,26	0,20
11	0,56	0,39	0,33	0,29	0,22
12	0,61	0,42	0,36	0,31	0,24
13	0,66	0,46	0,39	0,34	0,26
14	0,71	0,50	0,42	0,36	0,28
15	0,76	0,53	0,45	0,39	0,30
16	0,82	0,57	0,48	0,42	0,32
17	0,87	0,60	0,51	0,44	0,34
18	0,92	0,64	0,54	0,47	0,36
19	0,97	0,67	0,57	0,49	0,38
20	1,02	0,71	0,60	0,52	0,40

Tableau A.1 (2 de 2)

Force N	Pression (N/mm ²)				
	Diamètre des touches mm				
	5	6	6,5	7	8
	Surface mm ²				
	19,63	28,26	33,17	38,47	50,24
21	1,07	0,74	0,63	0,55	0,42
22	1,12	0,78	0,66	0,57	0,44
23	1,17	0,81	0,69	0,60	0,46
24	1,22	0,85	0,72	0,62	0,48
25	1,27	0,88	0,75	0,65	0,50
26	1,32	0,92	0,78	0,68	0,52
27	1,38	0,96	0,81	0,70	0,54
28	1,43	0,99	0,84	0,73	0,56
29	1,48	1,03	0,87	0,75	0,58
30	1,53	1,06	0,90	0,78	0,60
31	1,58	1,10	0,93	0,81	0,62
32	1,63	1,13	0,96	0,83	0,64
33	1,68	1,17	0,99	0,86	0,66
34	1,73	1,20	1,03	0,88	0,68
35	1,78	1,24	1,06	0,91	0,70
36	1,83	1,27	1,09	0,94	0,72
37	1,89	1,31	1,12	0,96	0,74
38	1,94	1,34	1,15	0,99	0,76
39	1,99	1,38	1,18	1,01	0,78
40	2,04	1,42	1,21	1,04	0,80

FINAL VERSION**VERSION FINALE**

**Winding wires – Test methods –
Part 2: Determination of dimensions**

**Fils de bobinage – Méthodes d'essai –
Partie 2: Détermination des dimensions**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Test 4: Dimensions.....	6
3.1 Equipment.....	6
3.1.1 Round and rectangular wire.....	6
3.1.2 Bunched wire.....	7
3.2 Procedure	7
3.2.1 Conductor dimension.....	7
3.2.2 Out-of-roundness of the conductor	8
3.2.3 Rounding of corners of rectangular wire	8
3.2.4 Increase in dimension due to the insulation	8
3.2.5 Overall dimension.....	8
3.2.6 Increase in diameter due to the bonding layer of enamelled round wire	9
3.2.7 Increase in dimensions due to the bonding layer of enamelled rectangular wire.....	10
Annex A (informative)	11
Figure 1 – Conical mandrel.....	10
Table 1 – Types of winding wires	6
Table 1a – Enamelled round wire.....	6
Table 1b – All the types of winding wires except enamelled round wire	7
Table 1c – Paper covered wire.....	7
Table 2 – Determination of the conductor diameter	9
Table A.1 – Relationship between force, pressure, anvil diameter and rectangular wire surface	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 2: Determination of dimensions

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendments has been prepared for user convenience.

IEC 60851-2 edition 3.2 contains the third edition (2009-09) [documents 55/1144/FDIS and 55/1163/RVD], its amendment 1 (2015-05) [documents 55/1520/FDIS and 55/1526/RVD] and its amendment 2 (2019-05) [documents 55/1681/CDV and 55/1737/RVC].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60851-2 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This third edition constitutes a technical revision.

Technical revisions of note include recognition of the use of optical micrometers in determining the dimensions of round and rectangular enamelled wire.

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 IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability 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) methods of test (IEC 60851);
- b) specifications (IEC 60317);
- c) packaging (IEC 60264).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

WINDING WIRES – TEST METHODS –

Part 2: Determination of dimensions

1 Scope

This part of IEC 60851 specifies the following method of test:

- Test 4: Dimensions.

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*

IEC 60851-5:2008, *Winding wires – Test methods – Part 5: Electrical properties*

3 Test 4: Dimensions

3.1 Equipment

3.1.1 Round and rectangular wire

The equipment used shall have a resolution of 2 μm or less for wires over 0,200 mm and for wires up to and including 0,200 mm, a resolution of 1 μm or less. Both mechanical contact and optical non-contact micrometers may be used. If mechanical contact micrometers are used, the ratio of measuring force and anvil diameter shall be in accordance with the range as given in Table 1a and Table 1b. The diameter range of the spindle and anvil is also given in Table 1a and Table 1b. If optical micrometers are used, the average of the readings shall be recorded as the diameter of the conductor. If a specific measuring equipment must be used, it shall be agreed upon between the customer and the supplier.

Table 1 – Types of winding wires

Table 1a – Enamelled round wire

Type of winding wire	Nominal conductor diameter mm	Anvil diameter mm	Measuring force(N)/anvil diameter(mm) = $P(N/mm)$
Enamelled round wire	$\leq 0,100$	2 to 8	$0,01 \leq P \leq 0,16$
	$0,100 < d \leq 0,45$	5 to 8	$0,16 < P \leq 0,32$
	$> 0,45$	5 to 8	$0,32 < P \leq 0,80$

Table 1b – All the types of winding wires except enamelled round wire

Type of winding wire	Nominal conductor diameter mm	Anvil diameter mm	Measuring force N
Enamelled rectangular wire	-	5 to 8	2 to 4
Film tape wrapped round wire	$\geq 0,100$	5 to 8	2 to 4
Film tape wrapped rectangular wire	-	5 to 8	2 to 4
Fibrous covered wire	-	5 to 8	2 to 4

Table 1c – Paper covered wire

Type of winding wire	Nominal conductor diameter mm	Anvil diameter mm	Measuring pressure N/mm ²
Paper covered wire	-	5 to 8	1 to 2

For paper covered rectangular wire, a measuring pressure is considered more appropriate instead of a measuring force. Annex A provides for information a table with the relationship between force and pressure for a typical measuring range.

3.1.2 Bunched wire

The measurement shall be made with a polished conical mandrel having dimensions as shown in Figure 1.

3.2 Procedure

3.2.1 Conductor dimension

3.2.1.1 Round wire

NOTE See Table 2.

3.2.1.1.1 Nominal conductor diameter over 0,063 mm and up to and including 0,200 mm

From a straight piece of wire the insulation shall be removed at three places, 1 m apart, by any method that does not damage the conductor. One measurement shall be made at these three places.

The three single values shall be reported. The mean value represents the conductor diameter.

3.2.1.1.2 Nominal conductor diameter over 0,200 mm

From a straight piece of wire, the insulation shall be removed by any method that does not damage the conductor. Three measurements of the bare conductor diameter shall be made at points evenly distributed around the circumference of the conductor.

The three single values shall be reported. The mean value represents the conductor diameter.

3.2.1.2 Rectangular wire

The insulation shall be removed at the three places used for measurements in 3.2.5.2 by any method that does not damage the conductor. At each place one measurement of the two dimensions of the conductor shall be made.

The three single values shall be reported for each dimension of the conductor. The mean represents the conductor width or the conductor thickness respectively.

3.2.2 Out-of-roundness of the conductor

Out-of-roundness is the maximum value of the difference between the three readings if measured in accordance with 3.2.1.1.1, or the three readings of the conductor diameter at the cross-section if measured in accordance with 3.2.1.1.2. The out-of-roundness shall be reported.

3.2.3 Rounding of corners of rectangular wire

For the purpose of this test, a cross-section of the wire shall be prepared and then examined under a sufficient magnification.

Three straight pieces of wire shall be cast in a suitable resinous compound that will not affect the insulation. After curing, the colour of the resinous compound shall contrast with the colour of the insulation.

The specimen consisting of the three pieces of wire embedded in the cured resinous compound shall be cut at right angles to the length of the wire pieces, and the cross-section shall be carefully ground and polished by suitable means. The polished surface shall be examined under a magnification which allows a correct judgement of the rounding of corners.

It shall be reported how the arc merges into the flat surface of the conductor. Any sharp, rough and projecting edges shall also be reported.

3.2.4 Increase in dimension due to the insulation

3.2.4.1 General

The increase in dimension due to the insulation is the difference between the overall dimension and the conductor dimension.

3.2.4.2 Round wire

The measurement shall be made in accordance with 3.2.1.1 and 3.2.5.1. The difference between the overall diameter and the conductor diameter shall be reported as the increase in diameter.

3.2.4.3 Rectangular wire

The measurement shall be made in accordance with 3.2.1.2 and 3.2.5.2. The difference between the overall width and the conductor width shall be reported as the increase in width. The difference between the overall thickness and the conductor thickness shall be reported as the increase in thickness.

3.2.5 Overall dimension

3.2.5.1 Round wire

3.2.5.1.1 Nominal diameter up to and including 0,200 mm

On a straight piece of wire, at three places 1 m apart, one measurement of the overall diameter shall be made.

The three single values shall be reported. The mean value represents the overall diameter.

3.2.5.1.2 Nominal conductor diameter over 0,200 mm

On a straight piece of wire, at each of two places 1 m apart, three measurements of the overall diameter shall be made at points evenly distributed around the circumference of the wire.

The six single values shall be reported. The mean value represents the overall diameter.

For determination of the conductor diameter as given in the relevant standards, the following applies:

Table 2 – Determination of the conductor diameter

Nominal conductor diameter	Measurement	Clause
$d \leq 0,063$ mm	Resistance	3 of IEC 60851-5
$d > 0,063$ mm	Dimension	3.2.1.1
NOTE By agreement between purchaser and supplier, resistance measurements may be made in the range of nominal conductor diameters over 0,063 mm and up to and including 1,000 mm.		

3.2.5.2 Rectangular wire

On a straight piece of wire at each of three places at least 100 mm apart, one measurement shall be made of the two dimensions of the wire. Where the dimension of the specimen is greater than the diameter of the micrometer spindle, measurements shall be made both at the centre of the face of the specimen and over the edges. If these values differ, only the highest value shall be noted.

The three single values shall be reported for each dimension of the wire. The mean values represent the overall width or the overall thickness respectively.

3.2.5.3 Bunched wire

NOTE The method indicated below gives useful values in practice, but not an accurate overall diameter.

The overall diameter is the width of a layer wound on a mandrel divided by the number of turns. The bunched wire shall be wound closely on a mandrel according to Figure 1 and under a tension in newtons, which is 65 times the total nominal cross-section of the conductors in square millimetres. The width of the layer shall be not less than 10 mm for bunched wires with overall diameters up to and including 0,5 mm, and be not less than 20 mm for larger diameters and shall be measured with a precision of 0,5 mm.

One measurement shall be made. The overall diameter rounded off to 0,01 mm shall be reported.

3.2.6 Increase in diameter due to the bonding layer of enamelled round wire

The increase in diameter due to the bonding layer is the difference of the overall diameter with and without the bonding layer.

The overall diameter of the wire shall be measured according to 3.2.5.1. After removal of the bonding layer by means of a solvent or any other suitable agent or by any other method which does not damage the underlying coating, the measurement shall be repeated. The difference of the two mean values shall be reported as the increase in diameter due to the bonding layer.

3.2.7 Increase in dimensions due to the bonding layer of enamelled rectangular wire

The increase in dimensions due to the bonding layer is the difference of the overall width or the overall thickness, respectively, with and without the bonding layer.

The overall width or the overall thickness, respectively, of the wire shall be measured according to 3.2.5.2. After removal of the bonding layer by means of a solvent or any other suitable agent or by any other method which does not damage the underlying coating, the measurement shall be repeated. The difference of the two mean values shall be reported as the increase in dimension due to the bonding layer.

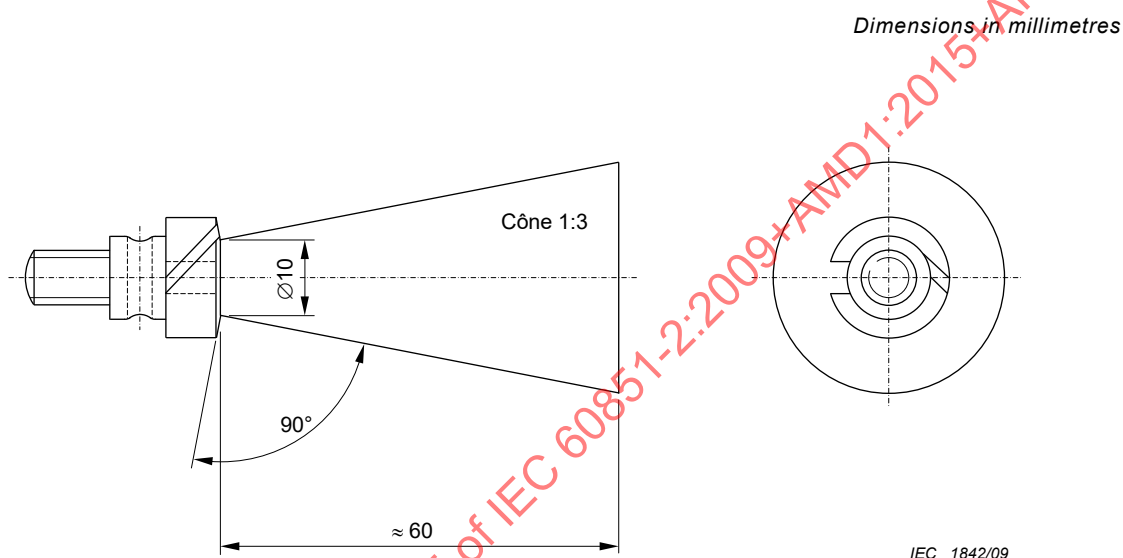


Figure 1 – Conical mandrel

Annex A (informative)

Table A.1 provides information, within a typical range, on the relationship between force and pressure applied to the wire according to Table 1c. Values outside the range of this table can be calculated using the following formula:

$$p = F/A$$

where:

p is the pressure, in N/mm²;

F is the force, in N;

A is the section of the wire on which the force is applied, in mm².

Table A.1 – Relationship between force, pressure, anvil diameter and rectangular wire surface (1 of 2)

Force N	Pressure (N/mm ²)				
	Anvil diameter mm				
	5	6	6,5	7	8
	Surface mm ²				
	19,63	28,26	33,17	38,47	50,24
1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
2	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04
3	0,15	0,11	0,09	0,08	0,06
4	0,20	0,14	0,12	0,10	0,08
5	0,25	0,18	0,15	0,13	0,10
6	0,31	0,21	0,18	0,16	0,12
7	0,36	0,25	0,21	0,18	0,14
8	0,41	0,28	0,24	0,21	0,16
9	0,46	0,32	0,27	0,23	0,18
10	0,51	0,35	0,30	0,26	0,20
11	0,56	0,39	0,33	0,29	0,22
12	0,61	0,42	0,36	0,31	0,24
13	0,66	0,46	0,39	0,34	0,26
14	0,71	0,50	0,42	0,36	0,28
15	0,76	0,53	0,45	0,39	0,30
16	0,82	0,57	0,48	0,42	0,32
17	0,87	0,60	0,51	0,44	0,34
18	0,92	0,64	0,54	0,47	0,36
19	0,97	0,67	0,57	0,49	0,38
20	1,02	0,71	0,60	0,52	0,40

Table A.1 (2 of 2)

Force N	Pressure (N/mm ²)				
	Anvil diameter mm				
	5	6	6,5	7	8
	Surface mm ²				
	19,63	28,26	33,17	38,47	50,24
21	1,07	0,74	0,63	0,55	0,42
22	1,12	0,78	0,66	0,57	0,44
23	1,17	0,81	0,69	0,60	0,46
24	1,22	0,85	0,72	0,62	0,48
25	1,27	0,88	0,75	0,65	0,50
26	1,32	0,92	0,78	0,68	0,52
27	1,38	0,96	0,81	0,70	0,54
28	1,43	0,99	0,84	0,73	0,56
29	1,48	1,03	0,87	0,75	0,58
30	1,53	1,06	0,90	0,78	0,60
31	1,58	1,10	0,93	0,81	0,62
32	1,63	1,13	0,96	0,83	0,64
33	1,68	1,17	0,99	0,86	0,66
34	1,73	1,20	1,03	0,88	0,68
35	1,78	1,24	1,06	0,91	0,70
36	1,83	1,27	1,09	0,94	0,72
37	1,89	1,31	1,12	0,96	0,74
38	1,94	1,34	1,15	0,99	0,76
39	1,99	1,38	1,18	1,01	0,78
40	2,04	1,42	1,21	1,04	0,80

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60851-2:2009+AMD1:2015+AMD2:2019 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives.....	18
3 Essai 4: Dimensions	18
3.1 Equipement.....	18
3.1.1 Fil de section circulaire ou rectangulaire.....	18
3.1.2 Fils toronnés.....	19
3.2 Procédure	19
3.2.1 Dimension du conducteur	19
3.2.2 Ovalisation du conducteur	20
3.2.3 Arrondi des angles pour les fils de section rectangulaire.....	20
3.2.4 Accroissement de dimension dû à l'isolant.....	20
3.2.5 Dimensions extérieures	20
3.2.6 Accroissement de diamètre dû à la couche adhérente d'un fil émaillé de section circulaire.....	21
3.2.7 Accroissement de dimensions dû à la couche adhérente d'un fil émaillé de section rectangulaire	22
Annexe A (informative)	23
Figure 1 – Mandrin conique	22
Tableau 1 – Types de fils de bobinage.....	18
Tableau 1a – Fil de section circulaire émaillé.....	18
Tableau 1b – Tous les types de fil de bobinage sauf fil de section circulaire émaillé	19
Tableau 1c – Fil recouvert de papier.....	19
Tableau 2 – Détermination du diamètre du conducteur	21
Tableau A.1 – Relation entre force, pression, diamètre des touches et surface du fil de section rectangulaire.....	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 2: Détermination des dimensions

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de ses amendements a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60851-2 édition 3.2 contient la troisième édition (2009-09) [documents 55/1144/FDIS et 55/1163/RVD] et son amendement 1 (2015-05) [documents 55/1520/FDIS et 55/1526/RVD] et son amendement 2 (2019-05) [documents 55/1681/CDV et 55/1737/RVC].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.