

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 0-7: General requirements – Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled
round copper wire with nominal conductor diameter of 0,040 mm to 1,600 mm**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 0-7: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé sans
défaut d'isolation électrique avec diamètre nominal de conducteur compris entre
0,040 mm et 1,600 mm**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60317-0-7

Edition 1.0 2012-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Specifications for particular types of winding wires –

Part 0-7: General requirements – Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wire with nominal conductor diameter of 0,040 mm to 1,600 mm

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –

Partie 0-7: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé sans défaut d'isolation électrique avec diamètre nominal de conducteur compris entre 0,040 mm et 1,600 mm

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 29.060.10

ISBN 978-2-88912-043-7

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.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, general notes and appearance.....	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 General notes.....	9
3.2.1 Methods of test.....	9
3.2.2 Winding wire.....	9
3.3 Appearance	9
4 Dimensions	9
4.1 Conductor diameter	9
4.2 Out of roundness of conductor (for nominal diameters over 0,063 mm).....	10
4.3 Minimum overall diameter.....	10
4.4 Maximum overall diameter.....	10
5 Electrical resistance	13
6 Elongation	13
7 Springiness	14
8 Flexibility and adherence.....	14
8.1 Mandrel winding test (for nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm).....	14
8.2 Jerk test (for nominal diameters up to and including 1,000 mm)	15
9 Heat shock	15
10 Cut Through	16
11 Resistance to abrasion	16
12 Resistance to solvents.....	16
13 Breakdown voltage	17
14 Continuity of insulation (nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm).....	17
14.1 Off-line high voltage continuity	17
14.2 In-line high voltage continuity	17
15 Temperature index	17
16 Resistance to refrigerants.....	17
17 Solderability	18
18 Heat or solvent bonding.....	18
19 Dielectric dissipation factor.....	18
20 Resistance to transformer oil	18
21 Loss of mass	18
23 Pin-hole test.....	18
30 Packaging	18
Annex A (informative) Dimensions for intermediate nominal conductor diameter values (R 40)	19

Table 1 – Dimensions of enamelled wires (R 20) (1 of 2)	11
Table 2 – Electrical resistance	13
Table 3 – Elongation at break	13
Table 4 – Springiness	14
Table 5 – Mandrel diameters for mandrel winding test	15
Table 6 – Heat shock	16
Table 7 – Breakdown voltage	17
Table A.1 – Dimensions of enamelled wires without a bonding layer (R 40)	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 0-7: General requirements – Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wire with nominal conductor diameter of 0,040 mm to 1,600 mm

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.

International Standard IEC 60317-0-7 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

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

FDIS	Report on Voting
55/1303/FDIS	55/1321/RVD

Full information on the voting for the approval of this part 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.

This International standard is to be read in conjunction with the IEC 60851 series. The clause numbers used in this part of IEC 60317 are identical with the respective test numbers of the IEC 60851 series.

In case of inconsistencies between IEC 60851 and this part of IEC 60317, the latter shall prevail.

The numbering of clauses in this standard is not continuous from Clauses 21 and 30 in order to reserve space for possible future wire requirements prior to those for wire packaging.

A list of all the parts in the IEC 60317 series, published under the general title *Specifications for particular types of winding wires* can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication 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 60317 is one of a series which deals with insulated wires used for windings in electrical equipment. The series has three groups describing:

- 1) *Winding wires – Test methods* (IEC 60851 series);
- 2) *Specifications for particular types of winding wires* (IEC 60317 series);
- 3) *Packaging of winding wires* (IEC 60264 series).

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 0-7: General requirements – Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wire with nominal conductor diameter of 0,040 mm to 1,600 mm

1 Scope

This part of IEC 60317 establishes general requirements for fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wires.

The nominal conductor diameter range is given in the relevant technical specification.

2 Normative references

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

IEC 60172, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

IEC 60317-0-1:2008, *Specifications for particular types of winding wires – Part 0-1: General requirements – Enamelled round copper wire*

IEC 60851 (all parts), *Winding wires – Test methods*

IEC 60851-5:2008, *Winding wires – Test methods – Part 5: Electrical properties*
Amendment 1:2011

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

3 Terms, definitions, general notes and appearance

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1

bonding layer

material that is deposited on an enamelled wire and that has the specific function of bonding wires together

3.1.2

class

thermal performance of a wire expressed by the temperature index and the heat shock temperature

3.1.3

coating

material that is deposited on a conductor or wire by suitable means and then dried and/or cured

3.1.4

conductor

bare metal after removal of the insulation

3.1.5

crack

opening in the insulation that exposes the conductor to view at the stated magnification

3.1.6

dual coating

insulation composed of two different materials, an underlying and a superimposed coating

3.1.7

enamelled wire

wire coated with an insulation of cured resin

3.1.8

grade of FIW

range of overall diameter of a wire

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.9

insulation

coating or covering on the conductor with the specific function of withstanding voltage

3.1.10

nominal conductor dimension

designation of the conductor size in accordance with IEC 60317-0-1

3.1.11

normal vision

20/20 vision, with corrective lenses if necessary

3.1.12

sole coating

insulation composed of one material

3.1.13

winding wire

wire used for winding a coil to provide a magnetic field

3.1.14

wire

conductor coated or covered with an insulation

3.1.15

zero-defect wire

winding wire that exhibits no electrical discontinuities when tested under specific conditions

3.2 General notes

3.2.1 Methods of test

All test methods used in this standard shall be applied in accordance with the test methods of the IEC 60851 series.

The clause numbers used in this standard are identical to the corresponding test numbers in the IEC 60851 series.

In case of inconsistencies between the test methods standard and this standard, this standard shall prevail.

Where no specific range of nominal diameter is given for a test, the test method shall apply to all nominal dimensions covered by this standard.

Unless otherwise agreed, all tests shall be carried out at a temperature between 15 °C and 40 °C, and at a relative humidity of 45 % to 75 %. Before each test, the specimen shall be preconditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the specimens to reach a stable state. These requirements do not affect the online high voltage continuity test according to IEC 60851-5.

The wire to be tested shall be removed from the packaging in such a way that it is not subjected to elongation or unnecessary bending. Before each test, sufficient wire shall be discarded to ensure that no damaged wire is included in the test specimen.

3.2.2 Winding wire

Where a wire type is referenced to Clause 2, the following information shall be provided:

- Reference to the relevant standard;
- Nominal conductor diameter in mm;
- Grade of FIW;
- Example: IEC 60317-56 – 0,500 grade of FIW 5.

3.3 Appearance

The wire coating shall be essentially smooth and uniform, and free from streaks, blisters and foreign material in accordance with good commercial practice when examined with normal vision, as wound on the original spool or reel.

When agreed upon between the user and supplier, examination using 6× – 10× magnification shall be used for wires with a nominal diameter less than 0,1 mm.

4 Dimensions

4.1 Conductor diameter

The series of preferred nominal conductor diameters shall correspond to series R 20 according to ISO 3. The actual values and their tolerances are given in Table 1.

The series of intermediate diameters from which the user may select intermediate nominal conductor diameters, when required for technical reasons, shall correspond to series R 40 according to ISO 3. The actual values and their tolerances are given in Table A.1 of Annex A.

The conductor diameter shall not differ from the nominal diameter by more than the tolerance given in Table 1.

4.2 Out of roundness of conductor (for nominal diameters over 0,063 mm)

The difference between the minimum and maximum diameter shall not exceed the figures in column 2 of Table 1 at any point.

4.3 Minimum overall diameter

The minimum overall diameter of enamelled wires without a bonding layer shall not be less than the values in Table 1.

4.4 Maximum overall diameter

The maximum overall diameter of enamelled wires without a bonding layer shall not exceed the values in Table 1.

For intermediate nominal diameters, the minimum external diameter shall be calculated linearly to the next larger nominal diameter.

Table 1 – Dimensions of enamelled wires (R 20) (1 of 2)

Nominal conductor diameter	Conductor tolerance	Minimum overall diameter						Maximum overall diameter							
		mm						mm							
mm	± mm	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9
0,040		0,055	0,059	0,070	0,080	0,090	0,100		0,058	0,069	0,079	0,089	0,099	0,109	
0,045		0,062	0,067	0,079	0,090	0,101	0,112		0,066	0,078	0,089	0,100	0,111	0,122	
0,050		0,067	0,073	0,084	0,095	0,106	0,117		0,072	0,083	0,094	0,105	0,116	0,127	
0,056		0,075	0,082	0,093	0,105	0,117	0,129		0,081	0,092	0,104	0,116	0,128	0,140	
0,063		0,084	0,090	0,103	0,116	0,129	0,142		0,090	0,102	0,115	0,128	0,141	0,154	
0,071	0,003	0,092	0,098	0,111	0,124	0,137	0,150	0,163	0,098	0,110	0,123	0,136	0,149	0,162	0,175
0,080	0,003	0,102	0,109	0,123	0,137	0,151	0,165	0,179	0,108	0,122	0,136	0,150	0,164	0,178	0,192
0,090	0,003	0,114	0,121	0,135	0,149	0,163	0,177	0,191	0,120	0,134	0,148	0,162	0,176	0,190	0,204
0,100	0,003	0,126	0,133	0,149	0,165	0,181	0,197	0,213	0,132	0,148	0,164	0,180	0,196	0,212	0,228
0,112	0,003	0,140	0,148	0,165	0,182	0,199	0,216	0,233	0,147	0,164	0,181	0,198	0,215	0,232	0,249
0,125	0,003	0,155	0,164	0,182	0,200	0,218	0,236	0,254	0,163	0,181	0,199	0,217	0,235	0,253	0,271
0,140	0,003	0,172	0,182	0,202	0,222	0,242	0,262	0,282	0,181	0,201	0,221	0,241	0,261	0,281	0,301
0,160	0,003	0,195	0,206	0,228	0,250	0,272	0,294	0,316	0,205	0,227	0,249	0,271	0,293	0,315	0,337
0,180	0,003	0,218	0,230	0,254	0,278	0,302	0,326	0,350	0,229	0,253	0,277	0,301	0,325	0,349	0,373
0,200	0,003	0,240	0,253	0,278	0,303	0,328	0,353	0,378	0,252	0,277	0,302	0,327	0,352	0,377	0,402
0,224	0,003	0,267	0,281	0,308	0,335	0,362	0,389	0,416	0,280	0,307	0,334	0,361	0,388	0,415	0,442
0,250	0,004	0,298	0,313	0,343	0,373	0,403	0,433	0,463	0,312	0,342	0,372	0,402	0,432	0,462	0,492

Table 1 – Dimensions of enamelled wires (R 20) (2 of 2)															
Nominal conductor diameter mm	Conductor tolerance ± mm	Minimum overall diameter mm						Maximum overall diameter mm							
		Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9
0,280	0,004	0,330	0,346	0,377	0,408	0,439	0,470	0,501	0,345	0,376	0,407	0,438	0,469	0,500	0,531
0,315	0,004	0,368	0,385	0,416	0,447	0,478	0,509	0,540	0,384	0,415	0,446	0,477	0,508	0,539	0,570
0,355	0,004	0,412	0,429	0,460	0,491	0,522	0,553	0,584	0,428	0,459	0,490	0,521	0,552	0,583	0,614
0,400	0,005	0,460	0,479	0,510	0,541	0,572	0,603		0,478	0,509	0,540	0,571	0,602	0,633	
0,450	0,005	0,514	0,534	0,565	0,596	0,627	0,658		0,533	0,564	0,595	0,626	0,657	0,688	
0,500	0,005	0,567	0,588	0,629	0,670	0,711			0,587	0,628	0,669	0,710	0,751		
0,560	0,006	0,631	0,654	0,695	0,736	0,777			0,653	0,694	0,753	0,776	0,817		
0,630	0,006	0,705	0,729	0,770	0,811	0,852			0,728	0,769	0,810	0,851	0,892		
0,710	0,007	0,790	0,815	0,856	0,897	0,938			0,814	0,855	0,896	0,937	0,978		
0,800	0,008	0,885	0,912	0,963	1,014				0,911	0,962	1,013	1,064			
0,900	0,009	0,990	1,019	1,070	1,121				1,018	1,069	1,120	1,171			
1,000	0,010	1,095	1,125	1,176	1,227				1,124	1,175	1,226	1,277			
1,120	0,011	1,218	1,249	1,310					1,248	1,309	1,370				
1,250	0,013	1,350	1,382	1,443					1,381	1,442	1,503				
1,400	0,014	1,503	1,536	1,597					1,535	1,596	1,657				
1,600	0,016	1,707	1,741	1,802					1,740	1,801	1,862				
NOTE Intermediate diameters for the R 40 series are given in Annex A.															

5 Electrical resistance

For nominal conductor diameters up to and including 0,063 mm, the resistance at 20 °C shall be within the limits in Table 2.

No resistance values are specified for nominal conductor diameters over 0,063 mm.

By agreement between purchaser and supplier, resistance measurements may be made for nominal conductor diameters over 0,063 mm up to and including 1,000 mm. In case of such agreement, the resistance at 20 °C shall be within the limits given in IEC 60317-0-1:2008, Annex C.

Table 2 – Electrical resistance

Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m	
	Minimum	Maximum
0,040	12,280	14,920
0,045	9,705	11,790
0,050	7,922	9,489
0,056	6,316	7,565
0,063	5,045	5,922
NOTE 1 The limit values shown in Table 3 are derived from calculations made according to 60317-0-1:2008, Annex B.		
NOTE 2 For the nominal resistance see IEC 60317-0-1:2008, Annex C.		

6 Elongation

The elongation at break shall not be less than the values in Table 3.

Table 3 – Elongation at break

Nominal conductor diameter mm	Minimum elongation at break %	Nominal conductor diameter mm	Minimum elongation at break %	Nominal conductor diameter mm	Minimum elongation at break %
0,040	9	0,180	20	0,800	28
0,045	9	0,200	21	0,900	29
0,050	10	0,224	21	1,000	30
0,056	10	0,250	22	1,120	30
0,063	12	0,280	22	1,250	31
0,071	13	0,315	23	1,400	32
0,080	14	0,355	23	1,600	32
0,090	15	0,400	24		
0,100	16	0,450	25		
0,112	17	0,500	25		
0,125	17	0,560	26		
0,140	18	0,630	27		
0,160	19	0,710	28		

7 Springiness

Wire shall not exceed the maximum springback given in Table 4, when tested on the mandrel using the specified tension.

For intermediate nominal conductor diameters, the springback value for the next larger nominal diameter shall apply.

Table 4 – Springiness

Nominal conductor diameter mm	Mandrel diameter mm	Tension N	Maximum springback, degrees Grade of						
			FIW 3	FIW 4	FIW 5	FIW 6	FIW 7	FIW 8	FIW 9
0,080	5,0	0,25	100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,090			94	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,100			90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,112	7,0	0,50	88	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,125			84	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,140			79	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,160	10,0	1,00	78	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,180			75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,200			72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,224	12,5	2,00	68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,250			65	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,280			61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,315	19,0	4,00	62	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,355			59	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,400			55	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,450	25,0	8,00	53	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
0,500			51	63	73	80	90		
0,560			48	60	68	77	88		
0,630	37,5	12,00	53	64	75	95	N/A		
0,710			50	68	71	90	N/A		
0,800			46	60	65	N/A			
0,900	50,0	15,00	51	61	96	N/A			
1,000			47	65	90	N/A			
1,120			43	60	84				
1,250			39	54	78				
1,400			36	50	72				
1,600			32	45	65				

8 Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test (for nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm)

The coating shall show no crack after the wire has been elongated as specified in Table 5 and wound on the appropriate mandrel.

Table 5 – Mandrel diameters for mandrel winding test

Nominal conductor diameter mm		Enamel increase range								
		Grade of FIW 3		Grade of FIW 4		0% elongation before winding				
						Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9
Over	Up to and incl.	Elongation before winding %	Mandrel diameter mm	Elongation before winding %	Mandrel diameter mm	Mandrel diameter mm	Mandrel diameter mm	Mandrel diameter mm	Mandrel diameter mm	Mandrel diameter mm
–	0,050	20*	0,150	10*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	–
0,050	0,063	15*	0,150	10*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	–
0,063	0,080	10*	0,150	5*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
0,080	0,112	5	0,150	0	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
0,112	0,140	0	0,150	0	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
0,140	0,200	0	d**	0	1 × d**	1 × d**	2 × d**	2 × d**	2 × d**	3 × d**
0,200	0,355	0	d**	0	1 × d**	1 × d**	2 × d**	2 × d**	3 × d**	3 × d**
0,355	0,450	0	d**	0	1 × d**	1 × d**	2 × d**	2 × d**	3 × d**	–
0,450	0,710	0	d**	0	2 × d**	3 × d**	4 × d**	4 × d**	–	–
0,710	1,000	0	d**	0	2 × d**	3 × d**	4 × d**	–	–	–
1,000	1,600	0	d**	0	2 × d**	3 × d**	–	–	–	–

* Or to the breaking point of the copper conductor, whichever is less.

** d is the nominal diameter of the wire.

8.2 Jerk test (for nominal diameters up to and including 1,000 mm)

The coating shall show no crack or loss of adherence to the conductor.

9 Heat shock

The coating shall show no crack. The mandrel diameter shall be as specified in Table 6. The minimum heat shock temperature is given in the relevant technical specification sheet.

For nominal conductor diameters up to and including 0,140 mm, Table 5 shall apply.

For intermediate nominal conductor diameters, the mandrel diameter of the next largest nominal conductor diameter shall apply.

Table 6 – Heat shock

Nominal conductor diameter mm	Mandrel diameter mm						
	Overall diameter range						
	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9
0,160	0,250	0,450	0,450	0,450	0,560	0,560	0,560
0,180	0,280	0,450	0,450	0,450	0,560	0,560	0,560
0,200	0,315	0,450	0,450	0,450	0,560	0,560	0,560
0,224	0,355	0,630	0,630	0,800	0,800	1,000	1,000
0,250	0,400	0,630	0,630	0,800	0,800	1,000	1,000
0,280	0,630	0,630	0,630	0,800	0,800	1,000	1,000
0,315	0,710	1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	1,600
0,355	0,800	1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	1,600
0,400	0,900	1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	
0,450	1,000	1,120	1,120	1,800	2,000	2,000	
0,500	1,120	1,120	1,120	1,800	2,000		
0,560	1,250	1,400	1,400	1,800	2,000		
0,630	1,400	2,000	2,000	2,800	2,800		
0,710	1,600	2,000	2,000	2,800	2,800		
0,800	1,800	2,240	3,550	4,000			
0,900	2,000	4,000	5,000	6,000			
1,000	2,240	4,000	5,000	6,000			
1,120	3,550	4,000	5,000	6,000			
1,250	4,000	4,000	5,000				
1,400	4,500	4,500	5,600				
1,600	5,000	5,000	6,300				

10 Cut Through

For requirements, see the relevant specification sheet.

11 Resistance to abrasion

For requirements see the relevant specification sheet.

12 Resistance to solvents

The enamel coating shall not be removed when using a standard solvent and a pencil of hardness "H".

13 Breakdown voltage

Testing is carried out in accordance with IEC 60851-5:2008, Amendment 1:2011, 4.3.2. The specimen shall be deemed in compliance when a minimum test voltage of 10 000 V is reached and the testing process can be terminated.

The wire shall comply with the requirements in Table 7 when tested at room temperature, and at elevated temperature when required by the customer.

The elevated temperature is provided in the relevant specification sheet.

Table 7 – Breakdown voltage

Nominal conductor diameter mm		Minimum specific breakdown voltage V/ μ m	
Over	Up to and including	Room temperature	Elevated temperature
–	0,100	81	–
0,100	0,355	76	53
0,355	0,500	70	49
0,500	1,000	53	37
1,000	1,600	47	33
NOTE The specific breakdown voltage is the result of the quotient of the measured value and enamel increase.			

14 Continuity of insulation (nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm)

14.1 Off-line high voltage continuity

When tested in accordance with IEC 60851-5:2008, Amendment 1:2011, 5.3, no defects shall be permitted per 30 m $\pm$ 1 m conductor length.

14.2 In-line high voltage continuity

When tested in accordance with IEC 60851-5:2008, Amendment 1:2011, 5.4, no defects shall be permitted over the entire manufactured length of conductor.

15 Temperature index

The test shall be carried out in accordance with IEC 60172 on unimpregnated specimens made from grade 2 enamelled wire having a nominal diameter of 1,000 mm.

The temperature index shall not be less than that given in the relevant specification, and the time to failure shall not be less than 5 000 h at the lowest test temperature.

16 Resistance to refrigerants

For requirements see the relevant specification.

17 Solderability

For requirements see the relevant specification.

18 Heat or solvent bonding

For requirements see the relevant specification.

19 Dielectric dissipation factor

For requirements see the relevant specification.

20 Resistance to transformer oil

For requirements see the relevant specification.

21 Loss of mass

For requirements see the relevant specification.

23 Pin-hole test

No defects shall be permitted when tested in accordance with IEC 60851-5:2008, Clause 7.

30 Packaging

The kind of packaging may influence certain properties of the wire, such as springiness. The kind of packaging (for example the type of spool) shall therefore be agreed between customer and supplier.

The wire shall be evenly and compactly wound on spools, or placed in containers. No spool or container shall contain more than one length of wire, unless this has been agreed between the customer and the supplier. If there is more than one length, the marking on the label and/or the marking of the individual lengths within the packaging shall be agreed between the customer and the supplier.

If the wire is delivered in coils, the dimensions and the maximum weights of such coils shall be agreed between the customer and the supplier. Additional protection of the coils must likewise be agreed between the customer and the supplier.

Labels shall be attached to each package as agreed between the supplier and the user, including the following information:

- a) manufacturer and/or trade name;
- b) designation of the wire, e.g. trade name and/or IEC specification number;
- c) mass of wire;
- d) nominal dimension(s) of the wire and FIW of insulation;
- e) date of manufacture.

Annex A
(informative)

Dimensions for intermediate nominal conductor diameter values (R 40)

Table A.1 – Dimensions of enamelled wires without a bonding layer (R 40) (1 of 2)

Nominal conductor diameter	Tolerance	Minimum overall diameter mm							Maximum overall diameter mm						
		Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9
mm	± mm														
0,043		0,059	0,064	0,077	0,088	0,099	0,110	–	0,063	0,076	0,087	0,098	0,109	0,120	–
0,048		0,065	0,070	0,082	0,093	0,104	0,115	–	0,069	0,081	0,092	0,103	0,114	0,125	–
0,053		0,071	0,077	0,090	0,102	0,114	0,126	–	0,076	0,089	0,101	0,113	0,125	0,136	–
0,060		0,080	0,086	0,100	0,113	0,126	0,139	–	0,085	0,099	0,112	0,125	0,138	0,151	–
0,067	0,003	0,089	0,093	0,106	0,119	0,132	0,145	–	0,095	0,105	0,118	0,131	0,144	0,157	–
0,075	0,003	0,096	0,103	0,117	0,131	0,145	0,159	0,173	0,102	0,116	0,130	0,144	0,158	0,172	0,186
0,085	0,003	0,108	0,115	0,129	0,143	0,157	0,171	0,185	0,114	0,128	0,142	0,156	0,170	0,184	0,198
0,095	0,003	0,120	0,127	0,143	0,159	0,175	0,191	0,207	0,126	0,142	0,158	0,174	0,190	0,206	0,222
0,106	0,003	0,133	0,141	0,158	0,175	0,192	0,209	0,226	0,140	0,157	0,174	0,191	0,208	0,225	0,242
0,118	0,003	0,146	0,155	0,173	0,191	0,209	0,227	0,245	0,154	0,172	0,190	0,208	0,226	0,244	0,262
0,132	0,003	0,163	0,172	0,192	0,212	0,232	0,252	0,272	0,171	0,191	0,211	0,231	0,251	0,271	0,291
0,150	0,003	0,183	0,194	0,216	0,238	0,260	0,282	0,304	0,193	0,215	0,237	0,259	0,281	0,303	0,325
0,170	0,003	0,206	0,218	0,252	0,276	0,300	0,324	0,348	0,217	0,241	0,275	0,299	0,323	0,347	0,371
0,190	0,003	0,229	0,241	0,266	0,291	0,316	0,341	0,366	0,240	0,265	0,290	0,315	0,340	0,365	0,390

Table A.1 – Dimensions of enamelled wires without a bonding layer (R 40) (2 of 2)

Nominal conductor diameter	Tolerance	Minimum overall diameter							Maximum overall diameter						
		mm							mm						
mm	± mm	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9	Grade of FIW 3	Grade of FIW 4	Grade of FIW 5	Grade of FIW 6	Grade of FIW 7	Grade of FIW 8	Grade of FIW 9
0,212	0,003	0,255	0,269	0,296	0,323	0,350	0,377	0,404	0,268	0,295	0,322	0,349	0,376	0,403	0,430
0,236	0,004	0,283	0,299	0,329	0,359	0,389	0,419	0,449	0,298	0,328	0,358	0,388	0,418	0,448	0,478
0,265	0,004	0,315	0,331	0,362	0,393	0,424	0,455	0,486	0,330	0,361	0,392	0,423	0,454	0,485	0,516
0,300	0,004	0,353	0,370	0,401	0,432	0,463	0,494	0,525	0,369	0,400	0,431	0,462	0,493	0,524	0,555
0,335	0,004	0,392	0,409	0,440	0,471	0,502	0,533	0,564	0,408	0,439	0,470	0,501	0,532	0,563	0,594
0,375	0,005	0,435	0,454	0,485	0,522	0,553	0,584	—	0,453	0,484	0,521	0,552	0,583	0,614	—
0,425	0,005	0,489	0,509	0,540	0,571	0,602	0,633	—	0,508	0,539	0,570	0,601	0,632	0,663	—
0,475	0,005	0,542	0,563	0,604	0,645	0,686	0,727	—	0,562	0,603	0,644	0,685	0,726	0,757	—
0,530	0,006	0,600	0,624	0,665	0,706	0,747	—	—	0,623	0,664	0,705	0,746	0,787	—	—
0,600	0,006	0,675	0,699	0,740	0,781	0,822	—	—	0,698	0,739	0,780	0,821	0,862	—	—
0,670	0,007	0,750	0,775	0,816	0,857	0,898	—	—	0,774	0,815	0,856	0,897	0,938	—	—
0,750	0,008	0,835	0,862	0,913	0,964	1,015	—	—	0,861	0,912	0,963	1,014	1,065	—	—
0,850	0,009	0,940	0,969	1,020	1,071	—	—	—	0,968	1,019	1,070	1,121	—	—	—
0,950	0,010	1,045	1,075	1,126	1,177	—	—	—	1,074	1,125	1,176	1,227	—	—	—
1,060	0,011	1,158	1,189	1,250	—	—	—	—	1,188	1,249	1,310	—	—	—	—
1,180	0,012	1,280	1,312	1,373	—	—	—	—	1,311	1,372	1,433	—	—	—	—
1,320	0,013	1,423	1,456	1,517	—	—	—	—	1,455	1,516	1,577	—	—	—	—
1,500	0,015	1,607	1,641	1,702	—	—	—	—	1,640	1,701	1,762	—	—	—	—

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives.....	27
3 Termes, définitions et notes générales et l'aspect	27
3.1 Termes et définitions	27
3.2 Notes générales	29
3.2.1 Méthodes d'essai.....	29
3.2.2 Fil de bobinage.....	29
3.3 Exemple: IEC 60317-56 – 0,500 grade FIW 5.Aspect	29
4 Dimensions	29
4.1 Diamètre du conducteur	29
4.2 Faux-rond du conducteur (pour les diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,063 mm).....	30
4.3 Diamètre extérieur minimal.....	30
4.4 Diamètre extérieur maximal.....	30
5 Résistance électrique	33
6 Allongement	33
7 Effet de ressort.....	34
8 Souplesse et adhérence	34
8.1 Essai d'enroulement sur mandrin (pour les diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 1,600 mm)	34
8.2 Essai de traction brusque (pour les diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 1,000 mm)	35
9 Choc thermique	35
10 Thermoplasticité	36
11 Résistance à l'abrasion	36
12 Résistance aux solvants.....	36
13 Tension de claquage	36
14 Continuité de l'isolant (diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 1,600 mm).....	37
14.1 Continuité sous haute tension "hors ligne".....	37
14.2 Continuité sous haute tension "en ligne".....	37
15 Indice de température.....	37
16 Résistance aux réfrigérants	37
17 Brasabilité	37
18 Adhérence par chaleur ou par solvant	38
19 Facteur de dissipation diélectrique	38
20 Résistance à l'huile de transformateur	38
21 Perte de masse	38
23 Détection des microfissures en immersion.....	38
30 Conditionnement	38
Annexe A (informative) Dimensions relatives à des valeurs intermédiaires de diamètres nominaux des conducteurs (R 40)	39

Tableau 1 – Dimensions pour les fils émaillés (R 20)	31
Tableau 2 – Résistances électriques.....	33
Tableau 3 – Allongement à la rupture	33
Tableau 4 – Effet de ressort.....	34
Tableau 5 – Diamètres du mandrin pour l'essai d'enroulement sur mandrin	35
Tableau 6 – Choc thermique	36
Tableau 7 – Tension de claquage	37
Tableau A.1 – Dimensions des fils émaillés (R 40)	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-7: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé sans défaut d'isolation électrique avec diamètre nominal de conducteur compris entre 0,040 mm et 1,600 mm

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 d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI 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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 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 de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60317-0-7 a été établie par le comité d'études 55 de la CEI: Fils de bobinage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
55/1303/FDIS	55/1321/RVD

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

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

La présente norme doit être lue conjointement avec la série CEI 60851. Les numéros d'articles dans la présente partie de la CEI 60317 sont identiques aux numéros d'essais respectifs de la série CEI 60851.

En cas de divergences entre la CEI 60851 et la présente partie de la CEI 60317, cette dernière doit prévaloir.

La numérotation des articles dans la présente norme n'est pas continue entre les Articles 21 et 30 afin de permettre l'introduction d'éventuelles futures exigences pour les fils avant celles concernant le conditionnement.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60317, publiées sous le titre général *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*, 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 stabilité 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 60317 constitue l'un des éléments d'une série traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série comporte trois groupes définissant respectivement:

- 1) *Fils de bobinage – Méthodes d'essai* (série CEI 60851);
- 2) *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage* (série CEI 60317);
- 3) *Conditionnement des fils de bobinage* (série CEI 60264).

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-7: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé sans défaut d'isolation électrique avec diamètre nominal de conducteur compris entre 0,040 mm et 1,600 mm

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60317 établit les exigences générales d'un fil de bobinage isolé en continu (FIW: Fully Insulated Wire), sans défaut d'isolation électrique, de section circulaire en cuivre émaillé.

La gamme des diamètres nominaux des conducteurs est donnée dans la spécification technique appropriée.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60172, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

CEI 60317-0-1:2008, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 0-1: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé*

CEI 60851 (toutes les parties), *Fils de bobinage – Méthodes d'essai*

CEI 60851-5:2008, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 5: Propriétés électriques*
Amendement 1:2011

ISO 3, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

3 Termes, définitions, notes générales et aspect

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

couche adhérente

matériau déposé sur un fil émaillé, qui a la fonction particulière de coller les fils entre eux

3.1.2

classe

performance thermique d'un fil de bobinage exprimée par l'indice de température et la température de choc thermique

3.1.3

revêtement

matériau déposé sur un conducteur ou sur un fil par des moyens appropriés, puis séché et/ou cuit

3.1.4

conducteur

métal nu après enlèvement de l'isolant

3.1.5

craquelure

fente dans l'isolant qui rend visible le conducteur sous un grossissement donné

3.1.6

double revêtement

isolant constitué de deux matériaux différents, l'un en sous-couche et l'autre en surcouche

3.1.7

fil émaillé

fil revêtu d'un isolant fait d'une résine cuite

3.1.8

grade FIW

gamme des diamètres extérieurs d'un fil

Note 1 à l'article: FIW est l'abréviation de l'anglais «Fully Insulated Wire», qui signifie «fil isolé en continu».

3.1.9

isolant

revêtement ou enveloppe sur le conducteur qui a pour fonction particulière de supporter la tension électrique

3.1.10

dimension nominale du conducteur

désignation de la taille du conducteur selon la CEI 60317-0-1

3.1.11

vision normale

vision 20/20, avec des lentilles correctrices, si nécessaire

3.1.12

revêtement unique

isolant constitué d'un seul matériau

3.1.13

fil de bobinage

fil utilisé pour fabriquer un bobinage qui fournit un champ magnétique

3.1.14

fil

conducteur revêtu ou enveloppé d'un isolant

3.1.15

fil sans défaut électrique

fil de bobinage qui ne présente pas de discontinuité électrique lorsqu'il est soumis aux essais dans des conditions spécifiques

3.2 Notes générales

3.2.1 Méthodes d'essai

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente norme doivent être appliquées conformément aux méthodes d'essai de la série CEI 60851.

Les numéros d'articles de la présente norme sont identiques aux numéros d'essais correspondants de la série CEI 60851.

En cas de divergences entre la norme définissant les méthodes d'essai et la présente norme, cette dernière doit prévaloir.

Dans le cas où aucune gamme particulière de diamètres nominaux n'est donnée pour un essai, la méthode d'essai doit s'appliquer à toutes les dimensions nominales couvertes par la présente norme.

Sauf accord contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 40 °C et à une humidité relative de 45 % à 75 %. Avant chaque essai, l'éprouvette doit être pré-conditionnée dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que l'éprouvette atteigne un état stable. Ces exigences n'affectent pas l'essai de continuité sous haute tension "en ligne" conforme à la CEI 60851-5.

Le fil à soumettre à l'essai doit être prélevé de son conditionnement de façon qu'il ne soit pas soumis à un allongement ou à des pliages inutiles. Avant chaque essai, on doit éliminer une longueur de fil suffisante pour être sûr que l'éprouvette d'essai ne comporte aucun fil endommagé.

3.2.2 Fil de bobinage

Quand il est fait référence à un type de fil conforme aux documents de l'Article 2, les informations suivantes doivent être données:

- la référence à la norme qui lui correspond;
- le diamètre nominal du conducteur, en millimètres;
- le grade FIW ;
- Exemple: IEC 60317-56 – 0,500 grade FIW 5.

3.3 Aspect

Le revêtement du fil doit être lisse et uniforme, exempt de rayures, de bulles ou de tout autre matériel étranger, conformément aux bonnes pratiques commerciales, lorsqu'il est examiné avec une vision normale, et enroulé sur la bobine d'origine.

Lorsqu'il en a été décidé ainsi entre l'utilisateur et le fournisseur, un examen utilisant un grossissement 6× – 10× doit être effectué pour les fils ayant un diamètre nominal inférieur à 0,1 mm.

4 Dimensions

4.1 Diamètre du conducteur

La série des diamètres nominaux préférentiels des conducteurs doit correspondre à la série R 20 de l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données au Tableau 1.

L'utilisateur peut choisir des diamètres intermédiaires pour des raisons techniques. Ces diamètres nominaux intermédiaires des conducteurs doivent être choisis dans la série R 40

de l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données au Tableau A.1 de l'Annexe A.

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter des diamètres nominaux d'une valeur supérieure à la tolérance donnée par le Tableau 1.

4.2 Faux-rond du conducteur (pour les diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,063 mm)

En chaque point, la différence entre les diamètres minimal et maximal ne doit pas être supérieure à la valeur donnée dans la deuxième colonne du Tableau 1.

4.3 Diamètre extérieur minimal

Le diamètre extérieur minimal des fils émaillés sans couche adhérente ne doit pas être inférieur aux valeurs données par le Tableau 1.

4.4 Diamètre extérieur maximal

Le diamètre extérieur maximal des fils émaillés sans couche adhérente ne doit pas être supérieur aux valeurs données par le Tableau 1.

Pour les diamètres nominaux intermédiaires, le diamètre extérieur minimal doit être calculé linéairement par rapport au diamètre nominal immédiatement supérieur.

Tableau 1 – Dimensions pour les fils émaillés (R 20) (1 sur 2)

Diamètre nominal du conducteur	Tolérance du conducteur	Diamètre extérieur minimal							Diamètre extérieur maximal						
		mm							mm						
mm	± mm	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9
0,040		0,055	0,059	0,070	0,080	0,090	0,100		0,058	0,069	0,079	0,089	0,099	0,109	
0,045		0,062	0,067	0,079	0,090	0,101	0,112		0,066	0,078	0,089	0,100	0,111	0,122	
0,050		0,067	0,073	0,084	0,095	0,106	0,117		0,072	0,083	0,094	0,105	0,116	0,127	
0,056		0,075	0,082	0,093	0,105	0,117	0,129		0,081	0,092	0,104	0,116	0,128	0,140	
0,063		0,084	0,090	0,103	0,116	0,129	0,142		0,090	0,102	0,115	0,128	0,141	0,154	
0,071	0,003	0,092	0,098	0,111	0,124	0,137	0,150	0,163	0,098	0,110	0,123	0,136	0,149	0,162	0,175
0,080	0,003	0,102	0,109	0,123	0,137	0,151	0,165	0,179	0,108	0,122	0,136	0,150	0,164	0,178	0,192
0,090	0,003	0,114	0,121	0,135	0,149	0,163	0,177	0,191	0,120	0,134	0,148	0,162	0,176	0,190	0,204
0,100	0,003	0,126	0,133	0,149	0,165	0,181	0,197	0,213	0,132	0,148	0,164	0,180	0,196	0,212	0,228
0,112	0,003	0,140	0,148	0,165	0,182	0,199	0,216	0,233	0,147	0,164	0,181	0,198	0,215	0,232	0,249
0,125	0,003	0,155	0,164	0,182	0,200	0,218	0,236	0,254	0,163	0,181	0,199	0,217	0,235	0,253	0,271
0,140	0,003	0,172	0,182	0,202	0,222	0,242	0,262	0,282	0,181	0,201	0,221	0,241	0,261	0,281	0,301
0,160	0,003	0,195	0,206	0,228	0,250	0,272	0,294	0,316	0,205	0,227	0,249	0,271	0,293	0,315	0,337
0,180	0,003	0,218	0,230	0,254	0,278	0,302	0,326	0,350	0,229	0,253	0,277	0,301	0,325	0,349	0,373
0,200	0,003	0,240	0,253	0,278	0,303	0,328	0,353	0,378	0,252	0,277	0,302	0,327	0,352	0,377	0,402
0,224	0,003	0,267	0,281	0,308	0,335	0,362	0,389	0,416	0,280	0,307	0,334	0,361	0,388	0,415	0,442
0,250	0,004	0,298	0,313	0,343	0,373	0,403	0,433	0,463	0,312	0,342	0,372	0,402	0,432	0,462	0,492
0,280	0,004	0,330	0,346	0,377	0,408	0,439	0,470	0,501	0,345	0,376	0,407	0,438	0,469	0,500	0,531
0,315	0,004	0,368	0,385	0,416	0,447	0,478	0,509	0,540	0,384	0,415	0,446	0,477	0,508	0,539	0,570
0,355	0,004	0,412	0,429	0,460	0,491	0,522	0,553	0,584	0,428	0,459	0,490	0,521	0,552	0,583	0,614
0,400	0,005	0,460	0,479	0,510	0,541	0,572	0,603		0,478	0,509	0,540	0,571	0,602	0,633	
0,450	0,005	0,514	0,534	0,565	0,596	0,627	0,658		0,533	0,564	0,595	0,626	0,657	0,688	
0,500	0,005	0,567	0,588	0,629	0,670	0,711			0,587	0,628	0,669	0,710	0,751		
0,560	0,006	0,631	0,654	0,695	0,736	0,777			0,653	0,694	0,753	0,776	0,817		

Tableau 1 – Dimensions pour les fils émaillés (R 20) (2 sur 2)

Diamètre nominal du conducteur	Tolérance du conducteur	Diamètre extérieur minimal mm							Diamètre extérieur maximal mm						
		Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9
0,630	0,006	0,705	0,729	0,770	0,811	0,852			0,728	0,769	0,810	0,851	0,892		
0,710	0,007	0,790	0,815	0,856	0,897	0,938			0,814	0,855	0,896	0,937	0,978		
0,800	0,008	0,885	0,912	0,963	1,014				0,911	0,962	1,013	1,064			
0,900	0,009	0,990	1,019	1,070	1,121				1,018	1,069	1,120	1,171			
1,000	0,010	1,095	1,125	1,176	1,227				1,124	1,175	1,226	1,277			
1,120	0,011	1,218	1,249	1,310					1,248	1,309	1,370				
1,250	0,013	1,350	1,382	1,443					1,381	1,442	1,503				
1,400	0,014	1,503	1,536	1,597					1,535	1,596	1,657				
1,600	0,016	1,707	1,741	1,802					1,740	1,801	1,862				
NOTE Les diamètres intermédiaires pour la série R 40 sont donnés à l'Annexe A.															

5 Résistance électrique

Pour les diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 0,063 mm, la résistance électrique à 20 °C doit être comprise entre les limites données par le Tableau 2.

Aucune valeur de résistance n'est spécifiée pour les diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,063 mm.

Après accord entre l'acheteur et le fournisseur, des mesures de résistance électrique peuvent être réalisées pour les diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,063 mm jusques et y compris 1,000 mm. Dans le cas d'un tel accord, la résistance électrique à 20 °C doit être comprise entre les limites données à l'Annexe C de la CEI 60317-0-1:2008.

Tableau 2 – Résistances électriques

Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m	
	Minimale	Maximale
0,040	12,280	14,920
0,045	9,705	11,790
0,050	7,922	9,489
0,056	6,316	7,565
0,063	5,045	5,922
NOTE 1 Les limites indiquées par le Tableau 3 sont dérivées de calculs effectués conformément à l'Annexe B de la CEI 60317-0-1:2008.		
NOTE 2 Pour la résistance nominale, voir l'Annexe C de la CEI 60317-0-1:2008.		

6 Allongement

L'allongement à la rupture ne doit pas être inférieur aux valeurs données par le Tableau 3.

Tableau 3 – Allongement à la rupture

Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal à la rupture %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal à la rupture %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal à la rupture %
0,040	9	0,180	20	0,800	28
0,045	9	0,200	21	0,900	29
0,050	10	0,224	21	1,000	30
0,056	10	0,250	22	1,120	30
0,063	12	0,280	22	1,250	31
0,071	13	0,315	23	1,400	32
0,080	14	0,355	23	1,600	32
0,090	15	0,400	24		
0,100	16	0,450	25		
0,112	17	0,500	25		
0,125	17	0,560	26		
0,140	18	0,630	27		
0,160	19	0,710	28		

7 Effet de ressort

Les valeurs de l'effet de ressort du fil ne doivent pas être supérieures à celles données par le Tableau 4, lorsque le fil est soumis à l'essai sur le mandrin et avec la traction spécifiée.

Pour les diamètres nominaux intermédiaires des conducteurs, la valeur de l'effet de ressort du conducteur de diamètre nominal immédiatement supérieur doit s'appliquer.

Tableau 4 – Effet de ressort

Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre du mandrin mm	Traction N	Effet de ressort maximal, degrés Grade						
			FIW 3	FIW 4	FIW 5	FIW 6	FIW 7	FIW 8	FIW 9
0,080	5,0	0,25	100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,090			94	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,100			90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,112	7,0	0,50	88	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,125			84	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,140			79	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,160	10,0	1,00	78	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,180			75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,200			72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,224	12,5	2,00	68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,250			65	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,280			61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,315	19,0	4,00	62	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,355			59	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,400			55	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0,450	25,0	8,00	53	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
0,500			51	63	73	80	90		
0,560			48	60	68	77	88		
0,630	37,5	12,00	53	64	75	95	N/A		
0,710			50	68	71	90	N/A		
0,800			46	60	65	N/A			
0,900	50,0	15,00	51	61	96	N/A			
1,000			47	65	90	N/A			
1,120			43	60	84				
1,250			39	54	78				
1,400			36	50	72				
1,600			32	45	65				

8 Souplesse et adhérence

8.1 Essai d'enroulement sur mandrin (pour les diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 1,600 mm)

Le revêtement ne doit pas montrer de craquelure après allongement du fil à la valeur spécifiée dans le Tableau 5 et enroulement sur le mandrin approprié.

Tableau 5 – Diamètres du mandrin pour l'essai d'enroulement sur mandrin

Diamètre nominal du conducteur		Gamme d'augmentation de l'épaisseur de l'émail								
mm		Grade FIW 3		Grade FIW 4		0 % d'allongement avant enroulement				
						Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9
Au-dessus de	Jusques et y compris	Allongement avant enroulement	Diamètre du mandrin	Allongement avant enroulement	Diamètre du mandrin	Diamètre du mandrin	Diamètre du mandrin	Diamètre du mandrin	Diamètre du mandrin	Diamètre du mandrin
		%	mm	%	mm	mm	mm	mm	mm	mm
–	0,050	20*	0,150	10*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	–
0,050	0,063	15*	0,150	10*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	–
0,063	0,080	10*	0,150	5*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
0,080	0,112	5	0,150	0	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
0,112	0,140	0	0,150	0	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
0,140	0,200	0	d**	0	1 × d**	1 × d**	2 × d**	2 × d**	2 × d**	3 × d**
0,200	0,355	0	d**	0	1 × d**	1 × d**	2 × d**	2 × d**	3 × d**	3 × d**
0,355	0,450	0	d**	0	1 × d**	1 × d**	2 × d**	2 × d**	3 × d**	–
0,450	0,710	0	d**	0	2 × d**	3 × d**	4 × d**	4 × d**	–	–
0,710	1,000	0	d**	0	2 × d**	3 × d**	4 × d**	–	–	–
1,000	1,600	0	d**	0	2 × d**	3 × d**	–	–	–	–

* Ou jusqu'à la rupture du conducteur de cuivre, la valeur la plus basse étant retenue.

** d est le diamètre nominal du fil.

8.2 Essai de traction brusque (pour les diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter ni craquelure ni perte d'adhérence sur le conducteur.

9 Choc thermique

Le revêtement ne doit pas montrer de craquelure. Le diamètre du mandrin doit être celui spécifié par le Tableau 6. La température de choc thermique minimale est donnée dans la feuille de spécification appropriée.

Pour les diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 0,140 mm, le Tableau 5 doit être appliqué.

Pour les diamètres nominaux intermédiaires des conducteurs, le diamètre du mandrin correspondant au diamètre nominal de conducteur immédiatement supérieur doit s'appliquer.

Tableau 6 – Choc thermique

Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre du mandrin mm						
	Gamme des diamètres extérieurs						
	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9
0,160	0,250	0,450	0,450	0,450	0,560	0,560	0,560
0,180	0,280	0,450	0,450	0,450	0,560	0,560	0,560
0,200	0,315	0,450	0,450	0,450	0,560	0,560	0,560
0,224	0,355	0,630	0,630	0,800	0,800	1,000	1,000
0,250	0,400	0,630	0,630	0,800	0,800	1,000	1,000
0,280	0,630	0,630	0,630	0,800	0,800	1,000	1,000
0,315	0,710	1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	1,600
0,355	0,800	1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	1,600
0,400	0,900	1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	
0,450	1,000	1,120	1,120	1,800	2,000	2,000	
0,500	1,120	1,120	1,120	1,800	2,000		
0,560	1,250	1,400	1,400	1,800	2,000		
0,630	1,400	2,000	2,000	2,800	2,800		
0,710	1,600	2,000	2,000	2,800	2,800		
0,800	1,800	2,240	3,550	4,000			
0,900	2,000	4,000	5,000	6,000			
1,000	2,240	4,000	5,000	6,000			
1,120	3,550	4,000	5,000	6,000			
1,250	4,000	4,000	5,000				
1,400	4,500	4,500	5,600				
1,600	5,000	5,000	6,300				

10 Thermoplasticité

Pour les exigences, voir la feuille de spécification appropriée.

11 Résistance à l'abrasion

Pour les exigences, voir la feuille de spécification appropriée.

12 Résistance aux solvants

Le revêtement d'émail ne doit pas être enlevé par un solvant normalisé et par un crayon de dureté "H".

13 Tension de claquage

Les essais sont réalisés conformément au 4.3.2 de la CEI 60851-5:2008, Amendement 1:2011. On doit estimer que l'éprouvette est conforme lorsqu'une tension minimale d'essai de 10 000 V est atteinte et que le processus d'essai peut prendre fin.

Le fil doit satisfaire aux exigences du Tableau 7, lorsqu'il est soumis aux essais à température ambiante et à température élevée, quand cela est demandé par le client.

La température élevée est fournie par la feuille de spécification appropriée.

Tableau 7 – Tension de claquage

Diamètre nominal du conducteur mm		Tension minimale de claquage spécifique V/ μ m	
Au-dessus de	Jusques et y compris	Température ambiante	Température élevée
–	0,100	81	–
0,100	0,355	76	53
0,355	0,500	70	49
0,500	1,000	53	37
1,000	1,600	47	33
NOTE La tension de claquage spécifique est le résultat du quotient de la valeur mesurée et de l'augmentation de l'épaisseur de l'émail.			

14 Continuité de l'isolant (diamètres nominaux des conducteurs jusques et y compris 1,600 mm)

14.1 Continuité sous haute tension "hors ligne"

Aucun défaut ne doit être admis pour une longueur de conducteur de 30 m $\pm$ 1 m, lorsque celle-ci est soumise à l'essai, conformément au 5.3 de la CEI 60851-5:2008, Amendement 1:2011.

14.2 Continuité sous haute tension "en ligne"

Aucun défaut ne doit être admis sur toute la longueur du conducteur fabriqué, lorsque celle-ci est soumise à l'essai, conformément au 5.4 de la CEI 60851-5:2008, Amendement 1:2011.

15 Indice de température

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60172 sur des éprouvettes non imprégnées, réalisées à partir de fil émaillé de grade 2, ayant un diamètre nominal de 1,000 mm.

L'indice de température ne doit pas être inférieur à celui donné dans la spécification appropriée et la durée de fonctionnement avant défaillance à la température d'essai la plus basse ne doit pas être inférieure à 5 000 h.

16 Résistance aux réfrigérants

Pour les exigences, voir la spécification appropriée.

17 Brasabilité

Pour les exigences, voir la spécification appropriée.

18 Adhérence par chaleur ou par solvant

Pour les exigences, voir la spécification appropriée.

19 Facteur de dissipation diélectrique

Pour les exigences, voir la spécification appropriée.

20 Résistance à l'huile de transformateur

Pour les exigences, voir la spécification appropriée.

21 Perte de masse

Pour les exigences, voir la spécification appropriée.

23 Détection des microfissures en immersion

Aucun défaut ne doit être admis, lorsque l'essai est réalisé conformément à l'Article 7 de la CEI 60851-5:2008.

30 Conditionnement

Le type de conditionnement peut avoir une influence sur certaines propriétés du fil, tel que l'effet de ressort. Le type de conditionnement (par exemple le type de la bobine de livraison) doit donc faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Le fil doit être enroulé régulièrement et de façon compacte sur les bobines, ou bien être placé dans des fûts. Aucune bobine ou fût ne doit contenir plus d'une longueur de fil, sauf si un accord entre le client et le fournisseur a été conclu. Dans le cas où il y a plus d'une longueur, le marquage apposé sur l'étiquette et/ou le marquage des différentes longueurs du conditionnement doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Si le fil est fourni en couronnes, les dimensions et les poids maximaux de celles-ci doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. De même, les dispositions supplémentaires prises pour protéger les couronnes doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Des étiquettes doivent être fixées à chaque emballage, conformément à l'accord passé entre le fournisseur et l'utilisateur, et doivent inclure les informations suivantes:

- a) le nom du fabricant et/ou le nom commercial;
- b) la désignation du fil, par exemple le nom commercial et/ou le numéro de spécification CEI;
- c) la masse du fil;
- d) la (les) dimension(s) nominale(s) du fil et le grade FIW de l'isolant;
- e) la date de fabrication.

Annexe A
(informative)

Dimensions relatives à des valeurs intermédiaires
de diamètres nominaux des conducteurs (R 40)

Tableau A.1 – Dimensions des fils émaillés sans couche adhérente (R 40) (1 sur 2)

Diamètre nominal du conducteur		Tolérance	Diamètre extérieur minimal mm						Diamètre extérieur maximal mm							
mm		± mm	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9
0,043			0,059	0,064	0,077	0,088	0,099	0,110	–	0,063	0,076	0,087	0,098	0,109	0,120	–
0,048			0,065	0,070	0,082	0,093	0,104	0,115	–	0,069	0,081	0,092	0,103	0,114	0,125	–
0,053			0,071	0,077	0,090	0,102	0,114	0,126	–	0,076	0,089	0,101	0,113	0,125	0,136	–
0,060			0,080	0,086	0,100	0,113	0,126	0,139	–	0,085	0,099	0,112	0,125	0,138	0,151	–
0,067		0,003	0,089	0,093	0,106	0,119	0,132	0,145	–	0,095	0,105	0,118	0,131	0,144	0,157	–
0,075		0,003	0,096	0,103	0,117	0,131	0,145	0,159	0,173	0,102	0,116	0,130	0,144	0,158	0,172	0,186
0,085		0,003	0,108	0,115	0,129	0,143	0,157	0,171	0,185	0,114	0,128	0,142	0,156	0,170	0,184	0,198
0,095		0,003	0,120	0,127	0,143	0,159	0,175	0,191	0,207	0,126	0,142	0,158	0,174	0,190	0,206	0,222
0,106		0,003	0,133	0,141	0,158	0,175	0,192	0,209	0,226	0,140	0,157	0,174	0,191	0,208	0,225	0,242
0,118		0,003	0,146	0,155	0,173	0,191	0,209	0,227	0,245	0,154	0,172	0,190	0,208	0,226	0,244	0,262
0,132		0,003	0,163	0,172	0,192	0,212	0,232	0,252	0,272	0,171	0,191	0,211	0,231	0,251	0,271	0,291
0,150		0,003	0,183	0,194	0,216	0,238	0,260	0,282	0,304	0,193	0,215	0,237	0,259	0,281	0,303	0,325
0,170		0,003	0,206	0,218	0,252	0,276	0,300	0,324	0,348	0,217	0,241	0,275	0,299	0,323	0,347	0,371
0,190		0,003	0,229	0,241	0,266	0,291	0,316	0,341	0,366	0,240	0,265	0,290	0,315	0,340	0,365	0,390

Tableau A.1 – Dimensions des fils émaillés sans couche adhérente (R 40) (2 sur 2)

Diamètre nominal du conducteur	Tolérance	Diamètre extérieur minimal							Diamètre extérieur maximal						
		mm							mm						
mm	± mm	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9	Grade FIW 3	Grade FIW 4	Grade FIW 5	Grade FIW 6	Grade FIW 7	Grade FIW 8	Grade FIW 9
0,212	0,003	0,255	0,269	0,296	0,323	0,350	0,377	0,404	0,268	0,295	0,322	0,349	0,376	0,403	0,430
0,236	0,004	0,283	0,299	0,329	0,359	0,389	0,419	0,449	0,298	0,328	0,358	0,388	0,418	0,448	0,478
0,265	0,004	0,315	0,331	0,362	0,393	0,424	0,455	0,486	0,330	0,361	0,392	0,423	0,454	0,485	0,516
0,300	0,004	0,353	0,370	0,401	0,432	0,463	0,494	0,525	0,369	0,400	0,431	0,462	0,493	0,524	0,555
0,335	0,004	0,392	0,409	0,440	0,471	0,502	0,533	0,564	0,408	0,439	0,470	0,501	0,532	0,563	0,594
0,375	0,005	0,435	0,454	0,485	0,522	0,553	0,584	—	0,453	0,484	0,521	0,552	0,583	0,614	—
0,425	0,005	0,489	0,509	0,540	0,571	0,602	0,633	—	0,508	0,539	0,570	0,601	0,632	0,663	—
0,475	0,005	0,542	0,563	0,604	0,645	0,686	0,727	—	0,562	0,603	0,644	0,685	0,726	0,757	—
0,530	0,006	0,600	0,624	0,665	0,706	0,747	—	—	0,623	0,664	0,705	0,746	0,787	—	—
0,600	0,006	0,675	0,699	0,740	0,781	0,822	—	—	0,698	0,739	0,780	0,821	0,862	—	—
0,670	0,007	0,750	0,775	0,816	0,857	0,898	—	—	0,774	0,815	0,856	0,897	0,938	—	—
0,750	0,008	0,835	0,862	0,913	0,964	1,015	—	—	0,861	0,912	0,963	1,014	1,065	—	—
0,850	0,009	0,940	0,969	1,020	1,071	—	—	—	0,968	1,019	1,070	1,121	—	—	—
0,950	0,010	1,045	1,075	1,126	1,177	—	—	—	1,074	1,125	1,176	1,227	—	—	—
1,060	0,011	1,158	1,189	1,250	—	—	—	—	1,188	1,249	1,310	—	—	—	—
1,180	0,012	1,280	1,312	1,373	—	—	—	—	1,311	1,372	1,433	—	—	—	—
1,320	0,013	1,423	1,456	1,517	—	—	—	—	1,455	1,516	1,577	—	—	—	—
1,500	0,015	1,607	1,641	1,702	—	—	—	—	1,640	1,701	1,762	—	—	—	—

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch