

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 53: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped rectangular copper wire,
temperature index 220**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 53: Fil de section rectangulaire en cuivre enveloppé avec un ruban
polyamide aromatique (aramide), d'indice de température 220**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 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 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 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.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne 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 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 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.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 53: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped rectangular copper wire,
temperature index 220**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 53: Fil de section rectangulaire en cuivre enveloppé avec un ruban
polyamide aromatique (aramide), d'indice de température 220**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 29.060.10

ISBN 978-2-8322-1494-7

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	8
3.2.1 Methods of test.....	8
3.2.2 Winding wire.....	8
3.3 Appearance.....	9
4 Dimensions.....	9
4.1 Conductor dimensions.....	9
4.2 Tolerance on conductor dimensions	11
4.3 Rounding of corners.....	11
4.4 Increase in dimensions due to tape covering.....	11
4.5 Maximum overall dimensions.....	12
5 Electrical resistance.....	12
6 Elongation	13
7 Springiness.....	13
8 Flexibility and adherence.....	13
9 Heat shock	13
10 Cut-through	13
11 Resistance to abrasion.....	13
12 Resistance to solvents	13
13 Breakdown voltage.....	13
14 Continuity of insulation.....	13
15 Temperature index.....	14
16 Resistance to refrigerants	14
17 Solderability.....	14
18 Heat or solvent bonding	14
19 Dielectric dissipation factor	14
20 Resistance to hydrolysis and to transformer oil.....	14
21 Loss of mass	14
23 Pin hole test.....	14
30 Packaging.....	14
Annex A (informative) Example of tape wrapped wire.....	16
Bibliography	17
Figure A.1 – Illustrations of overlap	16
Table 1 – Nominal cross-sectional areas of preferred sizes.....	10
Table 2 – Conductor tolerances.....	11

Table 3 – Corner radii	11
Table 4 – Elongation requirements	13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR
TYPES OF WINDING WIRES –**
**Part 53: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped
rectangular copper wire, temperature index 220**
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 60317-53 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1999. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- new 3.2.2 containing general notes on winding wire, formerly a part of the scope;
- new 3.3, containing requirements for appearance;
- modification to Clause 15 to delete the note on revisions to IEC 60172;
- new Clause 23, Pin hole test.

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

CDV	Report on voting
55/1396/CDV	55/1458/RVC

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

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

The numbering of clauses in this standard is not continuous from Clauses 20 and 30 in order to reserve space for possible future wire requirements prior to those for wire packaging.

A list of all 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);
- 2) Specifications for particular types of winding wires (IEC 60317);
- 3) Packaging of winding wires (IEC 60264).

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 53: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped rectangular copper wire, temperature index 220

1 Scope

This part of IEC 60317 specifies requirements for tape wrapped rectangular copper winding wire of temperature index 220. The insulation consists of one or more wrappings of aromatic polyamide (aramid) tape of various thicknesses.

NOTE The heat shock test is inappropriate for this type of wire, and therefore a heat shock temperature cannot be established. Consequently, a class based on the requirements for temperature index and heat shock temperature cannot be specified.

The range of nominal conductor dimensions covered by this standard is:

- width: min. 2,00 mm max. 16,00 mm;
- thickness: min. 0,80 mm max. 5,60 mm.

The specified combinations of width and thickness as well as the specified ratio width/thickness are given in Table 1.

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 60819-3-3:2011, *Non-cellulosic papers for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 3: Unfilled aramid (aromatic polyamide) papers*

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

3 Terms, definitions, general notes and appearance

3.1 Terms and definitions

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

3.1.1

class

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

3.1.2

conductor

bare metal after removal of the insulation

3.1.3

covering

material which is wound, wrapped or braided around a bare or insulated conductor

3.1.4

insulation

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

3.1.5

winding wire

wire used for winding a coil to provide a magnetic field

3.1.6

wire

conductor coated or covered with an insulation

3.2 General notes

3.2.1 Methods of test

All methods of test used in this part of IEC 60317 are given in IEC 60851.

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

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this standard, IEC 60317-53 shall prevail.

Where no specific range of nominal conductor dimensions is given for a test, the test applies to all nominal conductor dimensions covered by the specification sheet.

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at a temperature from 15 °C to 35 °C and a relative humidity from 45 % to 75 %. Before measurements are made, the specimens shall be preconditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the specimens to reach stability.

The wire to be tested shall be removed from the packaging in such a way that the wire will not be subjected to tension or unnecessary bends. Before each test, sufficient wire should be discarded to ensure that any damaged wire is not included in the test specimens.

3.2.2 Winding wire

One or more tape layers may be applied. Combinations of different types, different thickness and degree of overlap shall be agreed between the purchaser and the supplier.

Where adhesive is used to secure the loose ends of the tape, it shall be compatible with the insulation system in use.

The temperature in degrees Celsius corresponding to the temperature index is not necessarily that at which the wire is recommended to be operated and this will depend on many factors, including the types of equipment involved.

When reference is made to winding wire according to this standard, the following information should be given:

- reference to IEC 60317-53;
- dimensions of the conductor;
- reference should also be made to the number and thickness of the papers used and to the degree of overlap, as agreed between purchaser and supplier.

3.3 Appearance

Before wrapping, the conductor shall be completely free from copper dust and other extraneous matter.

The tape covering shall be essentially smooth and continuous, wrapped around the conductor tightly, evenly and free from creases, wrinkles and foreign material when examined with normal vision, as wound on the original spool or reel.

4 Dimensions

4.1 Conductor dimensions

The dimensions for widths and thicknesses of conductors of winding wires with rectangular cross-section recommended in this standard are taken from the R 20 and R 40 series according to ISO 3.

Preferred sizes are combinations of width and thickness both according to the R 20 series.

Intermediate sizes are combinations of width or thickness according to the R 20 series with the other dimension according to the R 40 series.

This standard covers:

- widths from 2,00 mm up to and including 16,00 mm;
- thicknesses from 0,80 mm up to and including 5,60 mm.*

The ratio width/thickness shall be greater than or equal to 1,4:1 and shall not exceed 8:1.

The actual values of dimensions are given in Table 1.**

The nominal cross-sectional areas for preferred sizes are given in Table 1.

* For thicknesses over 5,60 mm up to and including 10 mm and for widths over 16 mm up to and including 25 mm where, for technical reasons, additional sizes may be needed, the R 40 series shall be used. The ratio width/thickness shall be within the specified limits and combinations of R 20 and R 40 are not allowed in the case of additional sizes.

** Dimensions according to R 20 series are printed in larger type.

Table 1 – Nominal cross-sectional areas of preferred sizes

Thickness		Corner radius 0.5 mm																Corner radius 0.8 mm								Corner radius 1.0 mm									
mm	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.12	2.24	2.36	2.50	2.65	2.80	3.00	3.15	3.35	3.55	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.30	5.60
2.00	1.463	1.626	1.785	1.944	2.103	2.262	2.421	2.580	2.739	2.898	3.057	3.216	3.375	3.534	3.693	3.852	4.011	4.170	4.329	4.488	4.647	4.806	4.965	5.124	5.283	5.442	5.601	5.760	5.919	6.078	6.237	6.396	6.555	6.714	6.873
2.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.24	1.655	1.842	2.025	2.208	2.391	2.574	2.757	2.940	3.123	3.306	3.489	3.672	3.855	4.038	4.221	4.404	4.587	4.770	4.953	5.136	5.319	5.502	5.685	5.868	6.051	6.234	6.417	6.600	6.783	6.966	7.149	7.332	7.515	7.698	
2.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.50	1.863	2.076	2.285	2.494	2.703	2.912	3.121	3.330	3.539	3.748	3.957	4.166	4.375	4.584	4.793	5.002	5.211	5.420	5.629	5.838	6.047	6.256	6.465	6.674	6.883	7.092	7.301	7.510	7.719	7.928	8.137	8.346	8.555	8.764	
2.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.80	2.103	2.346	2.585	2.824	3.063	3.302	3.541	3.780	4.019	4.258	4.497	4.736	4.975	5.214	5.453	5.692	5.931	6.170	6.409	6.648	6.887	7.126	7.365	7.604	7.843	8.082	8.321	8.560	8.799	9.038	9.277	9.516	9.755		
3.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.15	2.383	2.661	2.935	3.209	3.483	3.757	4.031	4.305	4.579	4.853	5.127	5.401	5.675	5.949	6.223	6.497	6.771	7.045	7.319	7.593	7.867	8.141	8.415	8.689	8.963	9.237	9.511	9.785	10.059	10.333	10.607	10.881	11.155		
3.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.55	2.703	3.021	3.335	3.649	3.963	4.277	4.591	4.905	5.219	5.533	5.847	6.161	6.475	6.789	7.103	7.417	7.731	8.045	8.359	8.673	8.987	9.301	9.615	9.929	10.243	10.557	10.871	11.185	11.499	11.813	12.127	12.441	12.755		
3.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.00	3.063	3.426	3.785	4.144	4.503	4.862	5.221	5.580	5.939	6.298	6.657	7.016	7.375	7.734	8.093	8.452	8.811	9.170	9.529	9.888	10.247	10.606	10.965	11.324	11.683	12.042	12.401	12.760	13.119	13.478	13.837	14.196	14.555		
4.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.50	3.463	3.876	4.285	4.694	5.103	5.512	5.921	6.330	6.739	7.148	7.557	7.966	8.375	8.784	9.193	9.602	10.011	10.420	10.829	11.238	11.647	12.056	12.465	12.874	13.283	13.692	14.101	14.510	14.919	15.328	15.737	16.146	16.555		
4.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.00	3.863	4.326	4.785	5.244	5.703	6.162	6.621	7.080	7.539	8.000	8.459	8.918	9.377	9.836	10.295	10.754	11.213	11.672	12.131	12.590	13.049	13.508	13.967	14.426	14.885	15.344	15.803	16.262	16.721	17.180	17.639	18.098	18.557		
5.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.60	4.343	4.866	5.385	5.904	6.423	6.942	7.461	7.980	8.499	9.018	9.537	10.056	10.575	11.094	11.613	12.132	12.651	13.170	13.689	14.208	14.727	15.246	15.765	16.284	16.803	17.322	17.841	18.360	18.879	19.398	19.917	20.436	20.955		
6.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.30	4.903	5.496	6.085	6.674	7.263	7.852	8.441	9.030	9.619	10.208	10.797	11.386	11.975	12.564	13.153	13.742	14.331	14.920	15.509	16.098	16.687	17.276	17.865	18.454	19.043	19.632	20.221	20.810	21.399	21.988	22.577	23.166	23.755		
6.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.10	—	6.216	6.885	7.554	8.223	8.892	9.561	10.230	10.900	11.569	12.238	12.907	13.576	14.245	14.914	15.583	16.252	16.921	17.590	18.259	18.928	19.597	20.266	20.935	21.604	22.273	22.942	23.611	24.280	24.949	25.618	26.287	26.956	27.625	
7.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.00	—	—	7.785	8.685	9.585	10.485	11.385	12.285	13.185	14.085	14.985	15.885	16.785	17.685	18.585	19.485	20.385	21.285	22.185	23.085	23.985	24.885	25.785	26.685	27.585	28.485	29.385	30.285	31.185	32.085	32.985	33.885	34.785	35.685	
8.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Figure from R 40 series

Figure from R 20 series

Preferred size
R 20 × R 20

Nominal cross-sectional
area (mm²)

Intermediate size
R 20 × R 40, R 40 × R 20

Nominal cross-sectional area
(See Annex A)

Dimension not recommended
R 40 × R 40

* 0.5 nominal thickness.

4.2 Tolerance on conductor dimensions

The conductor dimensions shall not differ from the nominal values by more than the tolerance given in Table 2.

Table 2 – Conductor tolerances

Nominal width or thickness of the conductor mm		Tolerance ± mm
Over	Up to and including	
–	3,15	0,030
3,15	6,30	0,050
6,30	12,50	0,070
12,50	16,00	0,100

4.3 Rounding of corners

The arc shall merge smoothly into the flat surfaces of the conductor and the strip shall be free from sharp, rough and projecting edges. The conductor shall have radiused corners complying with Table 3. The specified radii shall be maintained within ±25 %.

Table 3 – Corner radii

Nominal thickness of conductor mm		Corner radius mm
Over	Up to and including	
–	1,00	0,5 nominal thickness
1,00	1,60	0,50*
1,60	2,24	0,65**
2,24	3,55	0,80
3,55	5,60	1,00
NOTE If agreed between purchaser and supplier, the corner radii for wires with a width greater than 4,8 mm may be: * 0,5 nominal thickness ** 0,8 mm		

4.4 Increase in dimensions due to tape covering

As there are many varied constructions of this type of wire, the dimensions due to the insulation are subject to agreement between purchaser and supplier and shall be clearly stated in the purchase order.

If there is no agreement, the minimum increase in width or thickness due to the tape covering shall not be less than the values calculated using the following formula:

$$2 \sum T_{\min \cdot i} n_i$$

where $T_{\min \cdot i}$ is the minimum thickness of the paper in the layer number i and n_i is determined by the degree of overlap in that layer:

- for overlaps of 0 % up to, but not including 50 % $n = 1$;

- for overlaps of 50 % up to, but not including 66 % $n = 2$;
- for overlaps of 66 % up to and including 75 % $n = 3$.

Minimum thickness shall be calculated from the values given in Table 1 of IEC 60819-3-3:2011 where the permissible deviation of the central thickness value is:

- for nominal thickness 0,05 mm ± 20 %;
- for nominal thicknesses 0,08 mm and greater ± 15 %.

EXAMPLE 1 For a construction using two layers of 0,05 mm paper with 50 % overlap:

$$T_{\min.1} = 0,04 \text{ mm and } n_1 = 2$$

$$T_{\min.2} = 0,04 \text{ mm and } n_2 = 2$$

Therefore, the minimum thickness due to the insulation equals:

$$2(0,04 \times 2 + 0,04 \times 2) \text{ mm} = 0,320 \text{ mm}$$

EXAMPLE 2 For a construction using one layer of 0,05 mm paper with an overlap of 55 % followed by two layers of 0,08 mm paper with no overlap:

$$T_{\min.1} = 0,04 \text{ mm, } n_1 = 2$$

$$T_{\min.2} = 0,068 \text{ mm, } n_2 = 1$$

$$T_{\min.3} = 0,068 \text{ mm, } n_3 = 1$$

Therefore, the minimum thickness due to the insulation equals:

$$2(0,04 \times 2 + 0,068 \times 1 + 0,068 \times 1) \text{ mm} = 0,432 \text{ mm}$$

4.5 Maximum overall dimensions

If there is no agreement, the overall dimensions shall not exceed the sum of the maximum conductor dimensions in accordance with 4.2 and the maximum increase in dimensions due to the tape covering which is calculated using the formula given below.

The formula for calculating the maximum increase due to the insulation is:

$$2 \sum (n_i + 1) T_{\max.i}$$

where

n_i is determined by the degree of overlap in accordance with 4.3 in layer number i ;

$T_{\max.i}$ is the maximum paper thickness as calculated in accordance with 4.3 in that layer.

See the example given in Annex A.

5 Electrical resistance

The resistance of the wire shall be expressed as the d.c. resistance at 20 °C. The method used shall provide an accuracy of 0,5 %.

The maximum value of resistance shall not be greater than the value calculated for the minimum tolerated cross-sectional area of the conductor resulting from the minimum dimensions in thickness and width and the maximum for the corner radii, and with a resistivity of $1/58 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$.

One measurement shall be made.

6 Elongation

The elongation at fracture shall be in accordance with the values given in Table 4.

Table 4 – Elongation requirements

Nominal thickness of the conductor mm		Minimum elongation %
Over	Up to and including	
–	2,500	30
2,500	5,600	32

7 Springiness

The springback of the wire shall not exceed 5,5°.

8 Flexibility and adherence

Because of the great variation in the number and the thickness of papers applied, the requirements for flexibility shall be agreed between purchaser and supplier at the time of placing the order.

9 Heat shock

Test inappropriate.

10 Cut-through

Test inappropriate.

11 Resistance to abrasion

Test inappropriate.

12 Resistance to solvents

Test inappropriate.

13 Breakdown voltage

At least four out of five specimens shall not break down at a voltage less or equal to 11,8 kV/mm, based on half the minimum increase in size due to the paper.

14 Continuity of insulation

Test inappropriate.

15 Temperature index

The method of test shall be in accordance with IEC 60172. The minimum temperature index shall be 220.

16 Resistance to refrigerants

Test inappropriate.

17 Solderability

Test inappropriate.

18 Heat or solvent bonding

Test inappropriate.

19 Dielectric dissipation factor

Test inappropriate.

20 Resistance to hydrolysis and to transformer oil

Test inappropriate.

21 Loss of mass

Test inappropriate.

23 Pin hole test

Test inappropriate.

30 Packaging

The kind of packaging may influence certain properties of the wire, for example springiness. Therefore, the kind of packaging, for example the type of spool, shall be agreed between purchaser and supplier.

The wire shall be evenly and compactly wound or placed in containers. No spool or container shall contain more than one length of wire unless agreed between purchaser and supplier. Marking of the label when there is more than one length and/or identification of the separate lengths in the package, shall also be agreed between the purchaser and supplier.

Where wires are delivered in coils, the dimensions and the maximum mass of such coils and any additional protection shall be agreed between purchaser and supplier.

Labels shall be securely attached to the flange of each spool and (where applicable) containers or coils and shall include the following information:

- a) manufacturer's name, trade mark and/or IEC 60317-53;

- b) type of wire and insulation;
- c) net mass of wire;
- d) dimensions of wire;
- e) date of manufacture.

Annex A (informative)

Example of tape wrapped wire

For a conductor of nominal width 4,000 mm and thickness 1,000 mm with a 50 % overlap, the maximum overall size is

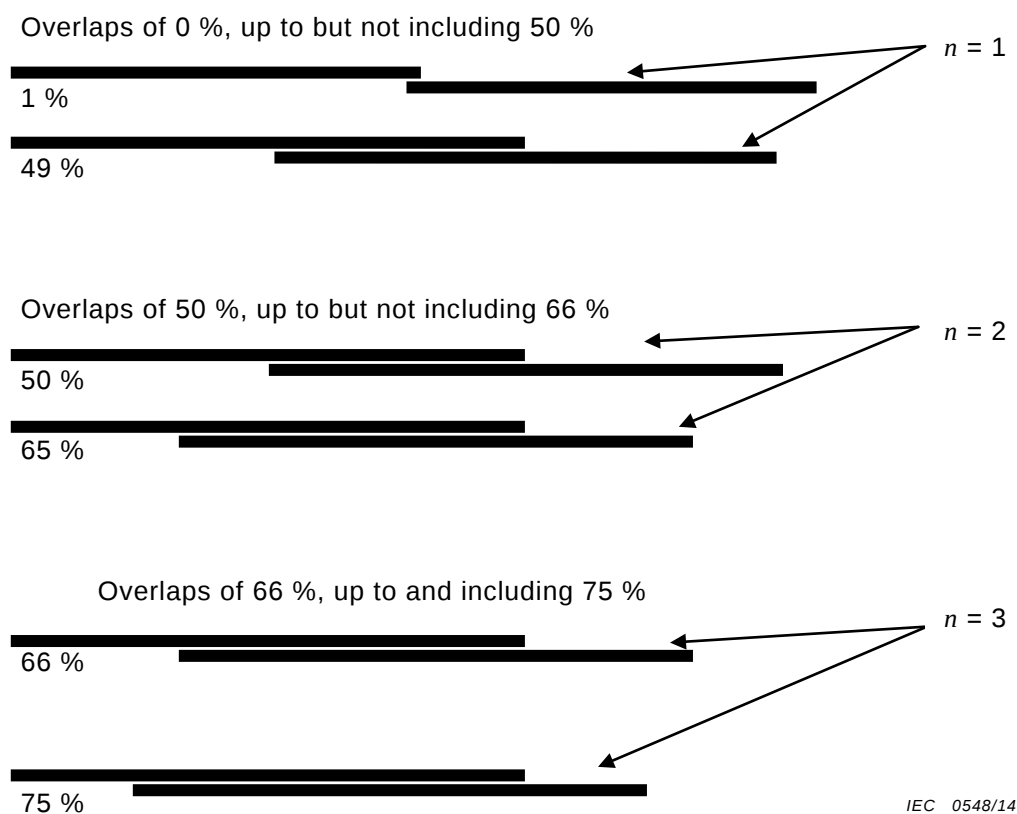
– width

$$\begin{aligned} & [4,050 + 2[(2 + 1)0,06 + (2 + 1)0,06]] \text{ mm} = \\ & (4,050 + 0,72) \text{ mm} = \\ & 4,770 \text{ mm} \end{aligned}$$

– thickness

$$\begin{aligned} & [1,030 + 2[(2 + 1)0,06 + (2 + 1)0,06]] \text{ mm} = \\ & (1,030 + 0,72) \text{ mm} = \\ & 1,750 \text{ mm} \end{aligned}$$

See Figure A.1 for illustrations based on this example.



Where n is determined by the degree of overlap.

Figure A.1 – Illustrations of overlap

Bibliography

IEC 60264 (all parts), *Packaging of winding wires*

IEC 60317 (all parts), *Specifications for particular types of winding wires*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
INTRODUCTION.....	22
1 Domaine d'application.....	23
2 Références normatives	23
3 Termes, définitions, notes générales et aspect.....	23
3.1 Termes et définitions.....	23
3.2 Notes générales.....	24
3.2.1 Méthodes d'essai	24
3.2.2 Fil de bobinage	24
3.3 Aspect	25
4 Dimensions.....	25
4.1 Dimensions du conducteur	25
4.2 Tolérance sur les dimensions du conducteur	27
4.3 Arrondi des angles	27
4.4 Accroissement des dimensions dû au revêtement de ruban	27
4.5 Dimensions extérieures maximales.....	28
5 Résistance électrique.....	28
6 Allongement.....	29
7 Effet de ressort.....	29
8 Souplesse et adhérence.....	29
9 Choc thermique	29
10 Thermoplasticité	29
11 Résistance à l'abrasion	29
12 Résistance aux solvants	29
13 Tension de claquage.....	29
14 Continuité de l'isolant.....	29
15 Indice de température	30
16 Résistance aux réfrigérants.....	30
17 Brasabilité	30
18 Adhérence par chaleur ou par solvant	30
19 Facteur de dissipation diélectrique	30
20 Résistance à l'hydrolyse et à l'huile de transformateur.....	30
21 Perte de masse.....	30
23 Détection des microfissures en immersion	30
30 Conditionnement.....	30
 Annexe A (informative) Exemple de fil enveloppé avec un ruban.....	 32
Bibliographie	33
 Figure A.1 – Illustrations du recouvrement.....	 32
 Tableau 1 – Sections nominales des dimensions préférées.....	 26
Tableau 2 – Tolérance du conducteur.....	27

Tableau 3 – Rayons d'arrondi.....	27
Tableau 4 – Exigences d'allongement.....	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 53: Fil de section rectangulaire en cuivre enveloppé avec un ruban polyamide aromatique (aramide), d'indice de température 220

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.

La Norme internationale IEC 60317-53 a été établie par le comité d'études 55 de l'IEC: Fils de bobinage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1999. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- un nouveau 3.2.2 contenant des notes générales sur le fil de bobinage intégrées auparavant au domaine d'application;
- un nouveau 3.3 contenant des exigences relatives à l'aspect;
- la modification de l'Article 15 en vue de supprimer la note relative aux révisions de l'IEC 60172;
- un nouvel Article 23, Détection des microfissures en immersion.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
55/1396/CDV	55/1458/RVC

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

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

La numérotation des articles dans la présente norme n'est pas continue entre les Articles 20 et 30 afin de permettre l'introduction d'éventuelles futures exigences pour les fils avant celles concernant le conditionnement des fils.

Une liste de toutes les parties de l'IEC 60317, publiées sous le titre général *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 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.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 60317 constitue l'un des éléments d'une série traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série est composée de trois groupes définissant respectivement:

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

SPECIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 53: Fil de section rectangulaire en cuivre enveloppé avec un ruban polyamide aromatique (aramide), d'indice de température 220

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60317 spécifie les exigences relatives au fil de bobinage de section rectangulaire en cuivre enveloppé avec un ruban, d'indice de température 220. L'isolant est constitué d'une ou de plusieurs enveloppes constituées d'un ruban polyamide aromatique (aramide) d'épaisseurs variées.

NOTE Pour ce type de fil, l'essai de choc thermique n'est pas approprié, et de ce fait la température de choc thermique ne peut pas être déterminée. En conséquence, une classe de température fondée sur les exigences relatives à l'indice de température et à la température de choc thermique ne peut pas être spécifiée.

La gamme des dimensions nominales des conducteurs couverte par la présente norme est:

- largeur: min. 2,00 mm max. 16,00 mm;
- épaisseur: min. 0,80 mm max. 5,60 mm.

Les combinaisons spécifiées de largeur et d'épaisseur, ainsi que le rapport largeur/épaisseur sont indiqués dans le Tableau 1.

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).

IEC 60172, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

IEC 60819-3-3:2011, *Papiers non cellulose pour usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 3: Papiers en aramide non chargé (polyamide aromatique)*

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

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 classe

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

3.1.2

conducteur

métal nu après enlèvement de l'isolant

3.1.3

enveloppe

matériau qui est enroulé, rubané ou tressé autour d'un conducteur nu ou isolé

3.1.4

isolant

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

3.1.5

fil de bobinage

fil utilisé pour fabriquer un bobinage qui fournit un champ magnétique

3.1.6

fil

conducteur revêtu ou enveloppé d'un isolant

3.2 Notes générales

3.2.1 Méthodes d'essai

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente partie de l'IEC 60317 figurent dans l'IEC 60851.

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

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente norme, l'IEC 60317-53 doit prévaloir.

Dans le cas où aucune gamme des dimensions nominales des conducteurs n'est donnée pour un essai, l'essai s'applique à toutes les dimensions nominales des conducteurs couverts par la feuille particulière.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative de 45 % à 75 %. Les éprouvettes doivent, avant exécution des mesures, être préconditionnées dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que les éprouvettes atteignent la stabilité.

Le fil à soumettre à l'essai doit être prélevé de son conditionnement de façon qu'il ne soit pas soumis à une tension ou à des pliages inutiles. Avant chaque essai, il convient d'éliminer une longueur de fil suffisante pour être sûr que les échantillons ne comportent aucun fil endommagé.

3.2.2 Fil de bobinage

Un ou plusieurs rubans peuvent être utilisés. L'association de différents types, différentes épaisseurs et différents degrés de recouvrement doit être faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Quand un adhésif est utilisé pour fixer les extrémités du ruban, il doit être compatible avec le système d'isolation utilisé.

La température en degrés Celsius correspondant à l'indice de température n'est pas nécessairement celle à laquelle il est recommandé d'utiliser le fil et cela dépendra de nombreux facteurs, y compris le type d'équipement considéré.

Quand il est fait référence à un fil de bobinage conforme à la présente norme, il convient de fournir les informations suivantes:

- référence à l'IEC 60317-53;
- dimensions du conducteur;
- il convient de faire également référence au nombre et à l'épaisseur des papiers utilisés, ainsi qu'au degré de recouvrement, tels que convenus entre l'acheteur et le fournisseur.

3.3 Aspect

Avant d'être recouvert, le conducteur doit être entièrement exempt de poussière de cuivre ou d'autres matières étrangères.

Le revêtement de ruban doit être lisse et continu, enroulé sur le conducteur de façon bien serrée et uniforme, et exempt de plis, de rides et de toute matière étrangère, lors de l'examen en vision normale, lorsqu'il est enroulé sur la bobine ou le touret d'origine.

4 Dimensions

4.1 Dimensions du conducteur

Les dimensions pour les largeurs et les épaisseurs des conducteurs des fils de bobinage de section droite rectangulaire, recommandées dans la présente norme, correspondent aux séries R 20 et R 40 de l'ISO 3.

Les dimensions préférées combinent une largeur et une épaisseur, toutes deux conformes à la série R 20.

Les dimensions intermédiaires combinent une largeur et une épaisseur conformes à la série R 20 avec l'autre dimension conforme à la série R 40.

La présente norme concerne:

- les largeurs de 2,00 mm jusques et y compris 16,00 mm;
- les épaisseurs de 0,80 mm jusques et y compris 5,60 mm*.

Le rapport largeur/épaisseur doit être supérieur ou égal à 1,4:1; il ne doit pas être supérieur à 8:1.

Les valeurs réelles des dimensions sont données dans le Tableau 1**.

Les sections nominales des dimensions préférées sont données dans le Tableau 1.

* Pour les épaisseurs supérieures à 5,60 mm jusques et y compris 10 mm et pour les largeurs supérieures à 16 mm jusques et y compris 25 mm où, pour des raisons techniques, des dimensions supplémentaires peuvent être nécessaires, la série R 40 est utilisée. Le rapport largeur/épaisseur doit rester dans les limites spécifiées et les combinaisons série R 40 – série R 40 ne sont pas autorisées dans le cas de dimensions supplémentaires.

** Les dimensions de la série R 20 sont imprimées en caractères plus gros.

Tableau 1 – Sections nominales des dimensions préférées

Epaisseur		Rayon d'arrondi 0,5 mm																Rayon d'arrondi 0,65 mm								Rayon d'arrondi 0,8 mm								Rayon d'arrondi 1,0 mm							
mm	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,12	2,24	2,36	2,50	2,65	2,80	3,00	3,15	3,35	3,55	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,30	5,60						
Largeur		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							
		Rayon d'arrondi*																Non recommandé								Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1								Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1							

* 0,5 épaisseur nominale.

4.2 Tolérance sur les dimensions du conducteur

Les dimensions du conducteur ne doivent pas s'écarter des valeurs nominales d'une valeur supérieure à la tolérance donnée dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Tolérance du conducteur

Largeur ou épaisseur nominale du conducteur mm		Tolérance ± mm
Au-dessus de	Jusques et y compris	
–	3,15	0,030
3,15	6,30	0,050
6,30	12,50	0,070
12,50	16,00	0,100

4.3 Arrondi des angles

L'arrondi doit se raccorder doucement aux surfaces plates du conducteur et le méplat doit être exempt d'aspérité, rugosité et bavure. Les rayons d'arrondi du conducteur doivent être conformes aux valeurs du Tableau 3. Les rayons spécifiés doivent se tenir dans les limites de $\pm 25\%$.

Tableau 3 – Rayons d'arrondi

Épaisseur nominale du conducteur mm		Rayon d'arrondi mm
Au-dessus de	Jusques et y compris	
–	1,00	0,5 épaisseur nominale
1,00	1,60	0,50*
1,60	2,24	0,65**
2,24	3,55	0,80
3,55	5,60	1,00
NOTE En cas d'accord entre acheteur et fournisseur, les rayons d'arrondi pour les fils dont la largeur est supérieure à 4,8 mm peuvent être: * 0,5 épaisseur nominale ** 0,8 mm		

4.4 Accroissement des dimensions dû au revêtement de ruban

En raison de la grande variété des compositions de ce type de fil, les dimensions dues à l'isolant doivent faire l'objet d'un accord préalable entre l'acheteur et le fournisseur, et doivent être clairement indiquées dans la commande.

En l'absence d'accord préalable, l'accroissement minimal de largeur ou d'épaisseur dû au revêtement de ruban ne doit pas être inférieur aux valeurs calculées en utilisant la formule suivante:

$$2 \sum T_{\min \cdot i} n_i$$

où $T_{\min \cdot i}$ est l'épaisseur minimale du ruban dans la couche d'ordre i et n_i est déterminé par le degré de recouvrement dans cette couche:

- pour des recouvrements de 0 % à 50 % non compris $n = 1$;
- pour des recouvrements de 50 % à 66 % non compris $n = 2$;
- pour des recouvrements de 66 % à 75 % inclus $n = 3$.

L'épaisseur minimale doit être calculée à partir des valeurs données dans le Tableau 1 de l'IEC 60819-3-3:2011 où l'écart toléré par rapport à la valeur centrale de l'épaisseur est:

- pour l'épaisseur nominale de 0,05 mm ± 20 %;
- pour les épaisseurs nominales de 0,08 mm et supérieures ± 15 %.

EXEMPLE 1 Pour une composition qui utilise deux couches d'un ruban de 0,05 mm avec recouvrement de 50 %:

$$T_{\min.1} = 0,04 \text{ mm et } n_1 = 2$$

$$T_{\min.2} = 0,04 \text{ mm et } n_2 = 2$$

L'épaisseur minimale due à l'isolant est donc égale à:

$$2(0,04 \times 2 + 0,04 \times 2) \text{ mm} = 0,320 \text{ mm}$$

EXEMPLE 2 Pour une composition qui utilise une couche de papier de 0,05 mm avec un recouvrement de 55 %, suivie de deux couches de papier de 0,08 mm sans recouvrement:

$$T_{\min.1} = 0,04 \text{ mm, } n_1 = 2$$

$$T_{\min.2} = 0,068 \text{ mm, } n_2 = 1$$

$$T_{\min.3} = 0,068 \text{ mm, } n_3 = 1$$

L'épaisseur minimale due à l'isolant est donc égale à:

$$2(0,04 \times 2 + 0,068 \times 1 + 0,068 \times 1) \text{ mm} = 0,432 \text{ mm}$$

4.5 Dimensions extérieures maximales

En l'absence d'accord préalable, les dimensions extérieures ne doivent pas être supérieures à la somme des dimensions maximales du conducteur selon le 4.2 et de l'accroissement maximal des dimensions dû au revêtement de ruban calculé en utilisant la formule ci-dessous.

La formule utilisée pour le calcul de l'accroissement maximal dû à l'isolant est:

$$2 \sum (n_i + 1) T_{\max.i}$$

où

n_i est déterminé par le degré de recouvrement conformément au 4.3 pour la couche d'ordre i ;

$T_{\max.i}$ est l'épaisseur maximale du papier calculée selon 4.3 pour cette couche.

Voir un l'exemple donné à l'Annexe A.

5 Résistance électrique

La résistance du fil doit être définie comme la résistance en courant continu à 20 °C. La méthode utilisée doit donner une précision de 0,5 %.

La valeur maximale de résistance ne doit pas être supérieure à la valeur calculée pour la surface minimale de la section tolérée du conducteur résultant des dimensions minimales pour l'épaisseur et la largeur, et maximales pour les rayons de l'angle, et avec une résistivité de $1/58 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$.

Une seule mesure doit être effectuée.

6 Allongement

L'allongement à la rupture doit être conforme aux valeurs données dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Exigences d'allongement

Épaisseur nominale du conducteur mm		Allongement minimal %
Supérieure à	Jusques et y compris	
–	2,500	30
2,500	5,600	32

7 Effet de ressort

La valeur de l'effet de ressort du fil ne doit pas dépasser 5,5°.

8 Souplesse et adhérence

En raison de la grande variété du nombre et de l'épaisseur des papiers utilisés, les exigences relatives à la souplesse doivent faire l'objet d'un accord préalable entre l'acheteur et le fournisseur lors de la commande.

9 Choc thermique

L'essai ne s'applique pas.

10 Thermoplasticité

L'essai ne s'applique pas.

11 Résistance à l'abrasion

L'essai ne s'applique pas.

12 Résistance aux solvants

L'essai ne s'applique pas.

13 Tension de claquage

Au moins quatre des cinq éprouvettes soumises à l'essai ne doivent pas claquer à une tension inférieure ou égale à 11,8 kV/mm calculée en prenant la moitié de l'accroissement minimal des dimensions dû au ruban.

14 Continuité de l'isolant

L'essai ne s'applique pas.

15 Indice de température

La méthode d'essai doit être conforme à l'IEC 60172. L'indice de température minimal doit être de 220.

16 Résistance aux réfrigérants

L'essai ne s'applique pas.

17 Brasabilité

L'essai ne s'applique pas.

18 Adhérence par chaleur ou par solvant

L'essai ne s'applique pas.

19 Facteur de dissipation diélectrique

L'essai ne s'applique pas.

20 Résistance à l'hydrolyse et à l'huile de transformateur

L'essai ne s'applique pas.

21 Perte de masse

L'essai ne s'applique pas.

23 Détection des microfissures en immersion

L'essai ne s'applique pas.

30 Conditionnement

Le type de conditionnement peut influencer sur certaines propriétés du fil, par exemple l'effet de ressort. Le conditionnement, par exemple le type de bobine de livraison, doit donc faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Le fil doit être enroulé régulièrement et de façon compacte sur les bobines ou placé dans des fûts. Aucune bobine ou aucun fût ne doit contenir plus d'une longueur de fil, sauf accord entre l'acheteur et le fournisseur. Quand il y a plus d'une longueur, l'identification portée sur l'étiquette ainsi que le repérage des longueurs doivent également faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Quand les fils sont fournis en couronnes, les dimensions et les masses maximales de ces couronnes ainsi que celles de toute protection supplémentaire doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Les étiquettes doivent être soigneusement fixées sur la joue de chaque bobine et (le cas échéant) des fûts ou des couronnes; elles doivent donner les informations suivantes:

- a) nom du fabricant, marque commerciale et/ou IEC 60317-53;
- b) type de fil et isolant;
- c) masse nette du fil;
- d) dimensions du fil;
- e) date de fabrication.

Annexe A (informative)

Exemple de fil enveloppé avec un ruban

Pour un conducteur de largeur nominale de 4,000 mm et d'épaisseur 1,000 mm, avec recouvrement de 50 %, les dimensions extérieures maximales sont égales à

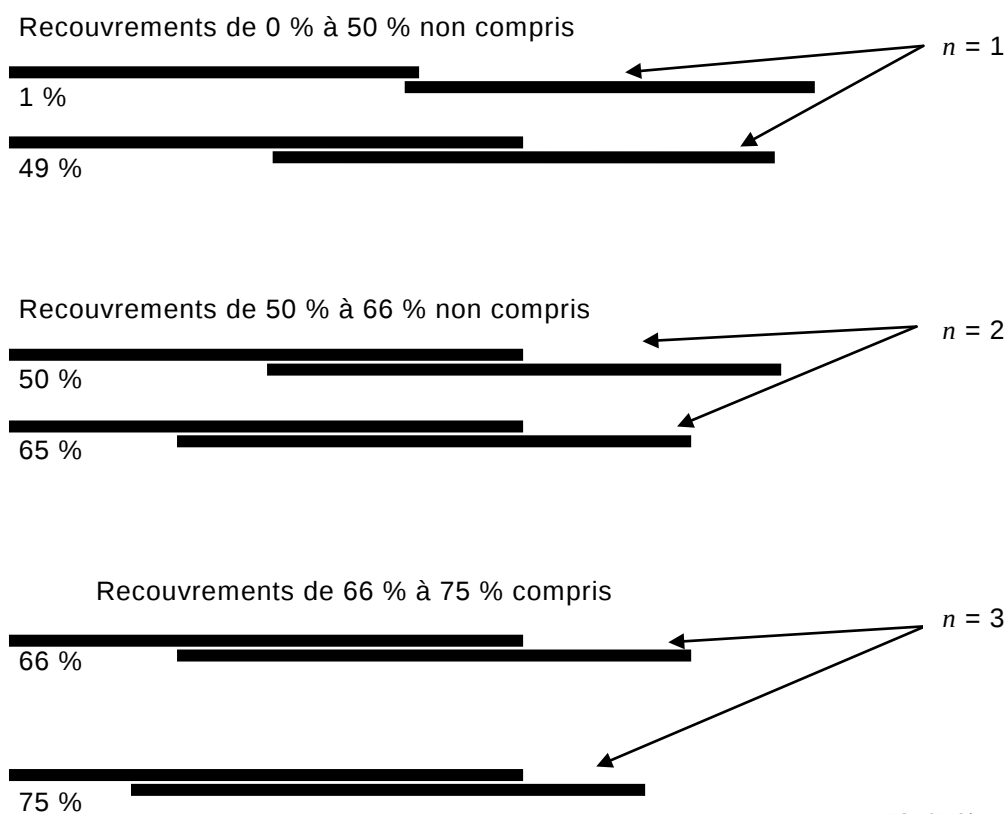
– la largeur

$$\begin{aligned} & [4,050 + 2[(2 + 1)0,06 + (2 + 1)0,06]] \text{ mm} = \\ & (4,050 + 0,72) \text{ mm} = \\ & 4,770 \text{ mm} \end{aligned}$$

– l'épaisseur

$$\begin{aligned} & [1,030 + 2[(2 + 1)0,06 + (2 + 1)0,06]] \text{ mm} = \\ & (1,030 + 0,72) \text{ mm} = \\ & 1,750 \text{ mm} \end{aligned}$$

Voir à la Figure A.1 les illustrations fondées sur cet exemple.



IEC 0548/14

Où n est déterminé par le degré de recouvrement.

Figure A.1 – Illustrations du recouvrement

Bibliographie

IEC 60264 (toutes les parties), *Conditionnement des fils de bobinage*

IEC 60317 (toutes les parties), *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

ISO 3:1973, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

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