

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60317-52

Première édition
First edition
1999-06

**Spécifications pour types particuliers
de fils de bobinage –**

Partie 52:

**Fil de section circulaire en cuivre enveloppé
avec un ruban polyamide aromatique (aramide)
d'indice de température 220**

**Specifications for particular types
of winding wires –**

Part 52:

**Aromatic polyamide (aramid) tape
wrapped round copper wire,
temperature index 220**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60317-52:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

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

Numbering

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

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60317-52

Première édition
First edition
1999-06

**Spécifications pour types particuliers
de fils de bobinage –**

Partie 52:

**Fil de section circulaire en cuivre enveloppé
avec un ruban polyamide aromatique (aramide)
d'indice de température 220**

**Specifications for particular types
of winding wires –**

Part 52:

**Aromatic polyamide (aramid) tape
wrapped round copper wire,
temperature index 220**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé,
électronique ou mécanique, y compris la photo-copie et les
microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in
any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying and microfilm, without permission in
writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Termes, définitions et notes générales concernant les méthodes d'essai	10
4 Dimensions	12
5 Résistance électrique	16
6 Allongement.....	16
7 Effet de ressort	18
8 Souplesse et adhérence	18
9 Choc thermique.....	18
10 Thermoplasticité.....	18
11 Résistance à l'abrasion	18
12 Résistance aux solvants	18
13 Tension de claquage	18
14 Continuité de l'isolant	18
15 Indice de température	18
16 Résistance aux réfrigérants.....	18
17 Brasabilité.....	20
18 Adhérence par chaleur ou par solvant.....	20
19 Facteur de dissipation diélectrique.....	20
20 Résistance à l'hydrolyse et à l'huile de transformateur	20
21 Perte de masse.....	20
30 Conditionnement	20
Annexe A (informative) Dimensions pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires (R40)	22
Annexe B (informative) Résistance.....	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and general notes on methods of test	11
4 Dimensions	13
5 Electrical resistance	17
6 Elongation	17
7 Springiness	19
8 Flexibility and adherence	19
9 Heat shock	19
10 Cut-through	19
11 Resistance to abrasion	19
12 Resistance to solvents	19
13 Breakdown voltage	19
14 Continuity of insulation	19
15 Temperature index	19
16 Resistance to refrigerants	19
17 Solderability	21
18 Heat or solvent bonding	21
19 Dielectric dissipation factor	21
20 Resistance to hydrolysis and to transformer oil	21
21 Loss of mass	21
30 Packaging	21
Annex A (informative) Nominal conductor diameters for intermediate sizes (R40)	23
Annex B (informative) Resistance	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 52: Fil de section circulaire en cuivre enveloppé avec un ruban polyamide aromatique (aramide) d'indice de température 220

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60317-52 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
55/677/FDIS	55/686/RVD

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

**Part 52: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped round copper wire,
temperature index 220**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60317-52 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
55/677/FDIS	55/686/RVD

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

Annexes A and B are for information only.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60317 constitue l'un des éléments d'une série de normes traitant des fils isolés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série comporte trois groupes définissant respectivement:

- 1) les méthodes d'essai (CEI 60851);
- 2) les spécifications (CEI 60317);
- 3) le conditionnement (CEI 60264).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-52:1999

INTRODUCTION

This part of IEC 60317 forms an element of a series of standards which deals with insulated wires used for windings in electrical equipment. The series has three groups describing:

- 1) methods of test (IEC 60851);
- 2) specifications (IEC 60317);
- 3) packaging (IEC 60264).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-52:1999

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 52: Fil de section circulaire en cuivre enveloppé avec un ruban polyamide aromatique (aramide) d'indice de température 220

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60317 spécifie les exigences relatives au fil de bobinage de section circulaire en cuivre enveloppé avec un ruban, d'indice de température 220. L'isolant est constitué d'une ou de plusieurs enveloppes faites 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 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 sur la température de choc thermique ne peut pas être établie.

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.

La gamme des diamètres nominaux des conducteurs couverte par la présente norme est:

- 1,600 mm jusqu'à et y compris 5,000 mm;
- les diamètres nominaux des conducteurs sont spécifiés dans le tableau 1.

Quand il est fait référence à un fil de bobinage conforme à cette norme, il convient que les informations suivantes soient indiquées:

- référence à la CEI 60317-52;
- diamètre du conducteur;
- il est recommandé de faire référence aussi au nombre et à l'épaisseur des rubans utilisés, au degré de recouvrement tels qu'ils ont fait l'objet d'un accord préalable entre l'acheteur et le fournisseur.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60317. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60317 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60172:1987, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

CEI 60317-0-1:1997, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 0: Prescriptions générales – Section 1: Fil de section circulaire en cuivre émaillé*

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 52: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped round copper wire, temperature index 220

1 Scope

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

NOTE – For this type of wire the heat shock test is inappropriate 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 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.

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

- 1,600 mm up to and including 5,000 mm;
- the nominal conductor diameters are given in table 1.

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

- reference to IEC 60317-52;
- diameter of the conductor;
- reference should also be made to the number and thickness of the tapes used and to the degree of overlap, as agreed between the purchaser and supplier.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60317. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60317 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60172:1987, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

IEC 60317-0-1:1997, *Specifications for particular types of winding wires – Part 0: General requirements – Section 1: Enamelled round copper wire*

CEI 60819-3-3:1991, *Spécification pour papiers non cellulosiques à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 3: Papiers d'aramide (polyamides aromatiques) non chargés*

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

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

3 Termes, définitions et notes générales concernant les méthodes d'essai

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60317, les termes et définitions suivants s'appliquent:

3.1.1

classe

performance thermique d'un fil 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 revêtu

3.1.4

craquelure

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

3.1.5

grade

gamme d'épaisseur d'isolant associée à un fil de bobinage

3.1.6

isolant

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

3.1.7

dimension nominale du conducteur

désignation de la taille du conducteur selon la CEI 60317-0-1, article 4

3.1.8

fil de bobinage

fil utilisé pour fabriquer un bobinage qui fournit un champ magnétique

3.1.9

fil

fil conducteur revêtu ou enveloppé d'un isolant

IEC 60819-3-3:1991, *Specification for 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*

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

3 Terms, definitions and general notes on methods of test

3.1 Terms and definitions

For the purpose of this part of IEC 60317, 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

crack

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

3.1.5

grade

range of thickness of the insulation of a wire

3.1.6

insulation

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

3.1.7

nominal conductor dimension

designation of the conductor size in accordance with IEC 60317-0-1, clause 4

3.1.8

winding wire

wire used for winding a coil to provide a magnetic field

3.1.9

wire

conductor coated or covered with an insulation

3.2 Notes générales concernant les méthodes d'essai

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

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

En cas de divergences relatives aux méthodes d'essai entre la CEI 60851 et la présente norme, cette dernière doit prévaloir.

Dans le cas où aucune gamme de diamètres nominaux de conducteurs n'est donnée pour un essai, l'essai s'applique à tous les diamètres nominaux 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 %. Avant exécution des mesures, les éprouvettes doivent être préconditionnées dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que les éprouvettes atteignent la stabilité.

Le fil à essayer 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.

4 Dimensions

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.

4.1 Diamètre du conducteur

Les séries de diamètres nominaux de conducteur préférés doivent correspondre à la série R20 de l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données dans le tableau 1.

Les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires peuvent être choisis dans la série des diamètres intermédiaires quand des raisons techniques l'exigent; elle doit correspondre à la série R40 de l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont indiquées à l'annexe A.

Le diamètre du conducteur ne doit pas se situer en dehors des limites données dans le tableau 1.

Tableau 1 – Diamètre du conducteur

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm	Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm
1,600	0,016	3,150	0,032
1,800	0,018	3,550	0,036
2,000	0,020	4,000	0,040
2,240	0,022	4,500	0,045
2,500	0,025	5,000	0,050
2,800	0,028		
NOTE – Les dimensions des diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires pour les séries R40 sont données à l'annexe A.			

3.2 General notes on 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 with the respective test numbers of IEC 60851.

In case of inconsistencies between IEC 60851 on methods of test and this standard, IEC 60317-52 shall prevail.

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

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity of 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.

4 Dimensions

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.

4.1 Conductor diameter

The series of preferred nominal conductor diameters shall correspond to series R20 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 R40 according to ISO 3. The actual values and their tolerances are given in annex A.

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

Table 1 – Conductor diameters

Nominal conductor diameter mm	Tolerance ± mm	Nominal conductor diameter mm	Tolerance ± mm
1,600	0,016	3,150	0,032
1,800	0,018	3,550	0,036
2,000	0,020	4,000	0,040
2,240	0,022	4,500	0,045
2,500	0,025	5,000	0,050
2,800	0,028		

NOTE – The dimensions of intermediate nominal conductor diameters for R40 series are given in annex A.

4.2 Ovalisation du conducteur

La différence entre les diamètres maximal et minimal en tout point ne doit pas être supérieure à la valeur donnée dans les colonnes 2 et 4 du tableau 1.

4.3 Accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant

L'accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant ne doit pas être inférieur aux valeurs calculées en utilisant la formule suivante:

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

où

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

- 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 % jusqu'à et y compris 75 % $n = 3$.

L'épaisseur minimale est calculée à partir des valeurs données dans le tableau 1 de la CEI 60819-3-3 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 plus ± 15 %.

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

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

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

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 d'un ruban de 0,05 mm avec recouvrement de 55 %, suivie de deux couches d'un ruban 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:

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

$$= 0,432 \text{ mm}$$

4.2 Out of roundness of conductor

The difference between the minimum and maximum diameter, at any one point, shall not be more than the figure given in columns 2 and 4 of table 1.

4.3 Minimum increase in diameter due to insulation

The minimum increase in diameter due to the insulation shall not be less than the values calculated using the following formula:

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

where

$T_{\min,i}$ is the minimum thickness of the tape in 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 is calculated from the values given in table 1 of IEC 60819-3-3 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 tape with 50 % overlap:

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

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

Therefore, the minimum increase due to the insulation equals:

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

EXAMPLE 2 For a construction using one layer of 0,05 mm tape with an overlap of 55 % followed by two layers of 0,08 mm tape 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 increase due to the insulation equals:

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

4.4 Diamètre extérieur maximal

Le diamètre extérieur ne doit pas être supérieur à la somme du diamètre maximal du conducteur donné dans le tableau 1 et de l'accroissement maximal dû à l'isolant calculée en utilisant la formule ci-dessous.

Avant d'être recouvert, le conducteur doit être entièrement dépourvu de poussière de cuivre ou de matières diverses.

Un ou plusieurs rubans peuvent être utilisés. L'association de différentes épaisseurs et de différents degrés de recouvrement doit être définie entre l'acheteur et le fournisseur.

Le ruban doit être enroulé sur le conducteur fortement, régulièrement, sans pli ni ride.

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

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 à 4.3 pour la couche d'ordre i ;

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

EXEMPLE Pour une composition qui utilise deux couches d'un ruban de 0,05 mm d'épaisseur, enroulées sur un conducteur de 2,500 mm avec recouvrement de 50 %, le diamètre extérieur maximal est égal à:

$$\begin{aligned} & [2,525 + 2 [(2 + 1)0,06 + (2 + 1)0,06]] \text{ mm} \\ & = (2,525 + 0,72) \text{ mm} \\ & = 3,245 \text{ mm} \end{aligned}$$

5 Résistance électrique

Aucune valeur de résistance n'est exigée.

La résistance nominale à 20 °C est donnée à l'annexe B.

6 Allongement

L'allongement à la rupture doit être conforme à la valeur donnée dans le tableau 2.

Tableau 2 – Prescriptions d'allongement

Diamètre nominal du conducteur mm		Allongement minimal %
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
–	2,500	30
2,500	5,000	32

4.4 Maximum overall diameter

The overall diameter shall not exceed the sum of the maximum conductor diameter given in table 1 and the maximum increase in diameter due to the insulation which is calculated using the formula given below.

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

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

The tape shall be wrapped round the conductor tightly, evenly and free from creases and wrinkles.

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

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.

EXAMPLE For a construction using two 0,05 mm thick tapes wrapped on a 2,500 mm conductor with 50 % overlap the maximum overall diameter is:

$$\begin{aligned} & [2,525 + 2 [(2 + 1)0,06 + (2 + 1)0,06]] \text{ mm} \\ & = (2,525 + 0,72) \text{ mm} \\ & = 3,245 \text{ mm} \end{aligned}$$

5 Electrical resistance

No resistance values are specified.

The nominal resistance at 20 °C is given in annex B.

6 Elongation

The elongation at fracture shall be in accordance with the values given in table 2.

Table 2 – Elongation requirements

Nominal conductor diameter mm		Minimal elongation %
Over	Up to and including	
–	2,500	30
2,500	5,000	32

7 Effet de ressort

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

8 Souplesse et adhérence

L'enveloppe ne doit pas montrer le conducteur, ni de déchirure ou de desserrage appréciable quand le fil est enroulé sur un mandrin égal à six fois son diamètre.

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 essayées ne doivent pas claquer à une tension inférieure ou égale à 11,8 kV/mm, calculée en prenant la moitié de l'accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant.

NOTE – La méthode d'essai est décrite dans la CEI 60851-5 pour les fils de section circulaire de diamètres supérieurs à 2,500 mm.

14 Continuité de l'isolant

L'essai ne s'applique pas.

15 Indice de température

La méthode d'essai doit être conforme à la CEI 60172.

NOTE – La CEI 60172 est en cours de révision et de modification pour s'appliquer à ce fil particulier.

16 Résistance aux réfrigérants

L'essai ne s'applique pas.

7 Springiness

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

8 Flexibility and adherence

The covering shall not expose the conductor nor shall it show any tearing or appreciable loosening when the wire is wrapped round a mandrel of six times its diameter.

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 than or equal to 11,8 kV/mm, based on half the minimum increase in diameter due to the tape.

NOTE – The method is described in IEC 60851-5 for round wires of sizes >2,500 mm.

14 Continuity of insulation

Test inappropriate.

15 Temperature index

The method of test shall be in accordance with IEC 60172.

NOTE – IEC 60172 is currently being revised and modified to address this particular wire.

16 Resistance to refrigerants

Test inappropriate.

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.

30 Conditionnement

Le type de conditionnement peut avoir une influence sur certaines propriétés du fil, par exemple l'effet 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 les 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 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 attachées soigneusement sur le côté de chaque bobine ou (le cas échéant) fût en couronne; elles doivent donner les informations suivantes:

- a) nom du fabricant, marque commerciale et/ou CEI 60317-52;
- b) type de fil et isolant;
- c) masse nette du fil;
- d) dimension(s) du fil;
- e) date de fabrication.