

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –  
Part 11: Bunched solderable polyurethane enamelled round copper wires,  
class 130, with silk covering**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –  
Partie 11: Fils de section circulaire, en cuivre émaillé avec polyuréthane  
brasable, classe 130, toronné, recouvert de soie**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2005 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://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.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

### A propos de la CEI

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

### A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –  
Part 11: Bunched solderable polyurethane enamelled round copper wires,  
class 130, with silk covering**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –  
Partie 11: Fils de section circulaire, en cuivre émaillé avec polyuréthane  
brasable, classe 130, toronné, recouvert de soie**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

CF

## SOMMAIRE

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                | 4  |
| INTRODUCTION .....                                                                | 8  |
| 1 Domaine d'application .....                                                     | 10 |
| 2 Références normatives .....                                                     | 10 |
| 3 Définitions et notes générales concernant les méthodes d'essais .....           | 12 |
| 4 Dimensions .....                                                                | 14 |
| 5 Résistance électrique .....                                                     | 18 |
| 6 Allongement .....                                                               | 22 |
| 7 Effet de ressort .....                                                          | 22 |
| 8 Souplesse et adhérence .....                                                    | 22 |
| 9 Choc thermique .....                                                            | 22 |
| 10 Thermoplasticité .....                                                         | 22 |
| 11 Résistance à l'abrasion .....                                                  | 22 |
| 12 Résistance aux solvants .....                                                  | 22 |
| 13 Tension de claquage .....                                                      | 22 |
| 14 Continuité de l'isolant .....                                                  | 24 |
| 15 Indice de température .....                                                    | 24 |
| 16 Résistance aux réfrigérants .....                                              | 24 |
| 17 Brasabilité .....                                                              | 24 |
| 18 Adhérence par chaleur ou par solvant .....                                     | 24 |
| 19 Facteur de dissipation diélectrique .....                                      | 24 |
| 20 Résistance à l'huile de transformateur .....                                   | 24 |
| 21 Perte de masse .....                                                           | 26 |
| 30 Conditionnement .....                                                          | 26 |
| Annexe A (informative) Calcul du diamètre extérieur nominal .....                 | 28 |
| Annexe B (informative) Dimensions facultatives .....                              | 30 |
| Annexe C (informative) Calcul de la résistance électrique .....                   | 34 |
| Annexe D (informative) Section droite nominale et résistance du fil toronné ..... | 36 |
| Tableau 1 – Diamètre maximal extérieur du fil constitutif .....                   | 14 |
| Tableau 2 – Diamètre extérieur nominal .....                                      | 16 |
| Tableau 3 – Résistances électriques .....                                         | 20 |
| Tableau 4 – Temps d'immersion .....                                               | 24 |
| Tableau A.1 – Facteur de tassement .....                                          | 28 |
| Tableau A.2 – Diamètre nominal extérieur .....                                    | 28 |
| Tableau A.3 – Accroissement de diamètre .....                                     | 28 |
| Tableau B.1 – Diamètre extérieur nominal .....                                    | 30 |
| Tableau B.2 – Résistances électriques .....                                       | 32 |
| Tableau C.1 – Résistances électriques .....                                       | 34 |
| Tableau D.1 – Résistance et section droite nominale .....                         | 36 |
| Tableau D.2 – Résistance et section droite nominale .....                         | 38 |

## CONTENTS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                          | 5  |
| INTRODUCTION.....                                                                      | 9  |
| 1 Scope.....                                                                           | 11 |
| 2 Normative references .....                                                           | 11 |
| 3 Definitions and general notes on methods of test.....                                | 13 |
| 4 Dimensions .....                                                                     | 15 |
| 5 Electrical resistance .....                                                          | 19 |
| 6 Elongation .....                                                                     | 23 |
| 7 Springiness .....                                                                    | 23 |
| 8 Flexibility and adherence.....                                                       | 23 |
| 9 Heat shock .....                                                                     | 23 |
| 10 Cut-through .....                                                                   | 23 |
| 11 Resistance to abrasion .....                                                        | 23 |
| 12 Resistance to solvents.....                                                         | 23 |
| 13 Breakdown voltage .....                                                             | 23 |
| 14 Continuity of insulation .....                                                      | 25 |
| 15 Temperature index .....                                                             | 25 |
| 16 Resistance to refrigerants.....                                                     | 25 |
| 17 Solderability .....                                                                 | 25 |
| 18 Heat or solvent bonding.....                                                        | 25 |
| 19 Dielectric dissipation factor.....                                                  | 25 |
| 20 Resistance to transformer oil.....                                                  | 25 |
| 21 Loss of mass.....                                                                   | 27 |
| 30 Packaging .....                                                                     | 27 |
| Annex A (informative) Calculation of the nominal overall diameter .....                | 29 |
| Annex B (informative) Non-preferred combinations .....                                 | 31 |
| Annex C (informative) Calculation of the resistance.....                               | 35 |
| Annex D (informative) Nominal cross-sectional area and resistance of bunched wire..... | 37 |
| Table 1 – Maximum overall diameter of the single wire .....                            | 15 |
| Table 2 – Nominal overall diameters .....                                              | 17 |
| Table 3 – Electrical resistances .....                                                 | 21 |
| Table 4 – Immersion time.....                                                          | 25 |
| Table A.1 – Packaging factor .....                                                     | 29 |
| Table A.2 – Nominal conductor diameters.....                                           | 29 |
| Table A.3 – Increase in diameter .....                                                 | 29 |
| Table B.1 – Nominal overall diameters.....                                             | 31 |
| Table B.2 – Electrical resistances .....                                               | 33 |
| Table C.1 – Electrical resistance.....                                                 | 35 |
| Table D.1 – Nominal resistance and cross-section .....                                 | 37 |
| Table D.2 – Nominal resistance and cross-section .....                                 | 39 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS  
DE BOBINAGE –****Partie 11: Fils de section circulaire, en cuivre émaillé  
avec polyuréthane brasable, classe 130,  
toronné, recouvert de soie**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60317-11 a été établie par le comité d'études 55 de la CEI: Fils de bobinage.

La présente version consolidée de la CEI 60317-11 comprend la troisième édition (1999) [documents 55/695/FDIS et 55/722/RVD] et son amendement 1 (2005) [documents 55/946/FDIS et 55/961/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 3.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES  
OF WINDING WIRES –****Part 11: Bunched solderable polyurethane enamelled  
round copper wires, class 130,  
with silk covering**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60317-11 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This consolidated version of IEC 60317-11 consists of the third edition (1999) [documents 55/695/FDIS and 55/722/RVD] and its amendment 1 (2005) [documents 55/946/FDIS and 55/961/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 3.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1999+AMD1:2005 CSV

Withdrawn

Annexes A, B, C and D are for information only.

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

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

Withdrawn

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1999+A1:2005 CSV

## INTRODUCTION

Cette norme 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 (CEI 60851);
- 2) spécifications pour les types particuliers de fils de bobinage (CEI 60317);
- 3) conditionnement des fils de bobinage (CEI 60264).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1999+AMD1:2005 CSV

## INTRODUCTION

This International Standard 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).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1999+A1:2005 CSV

Withd2Wm

## SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

### Partie 11: Fils de section circulaire, en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130, toronné, recouvert de soie

#### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale concerne les fils de bobinage de section circulaire, en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130, toronnés, recouverts de soie.

Cette enveloppe comprend une ou deux couches de soie.

Le fil élémentaire est un fil de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130 (CEI 60317-4).

Quand il est fait référence à un fil de bobinage conforme à la présente norme, les informations suivantes sont données dans la description:

- la référence de la spécification CEI;
- le nombre de fils et le diamètre nominal d'un fil en millimètres.

EXEMPLE: CEI 60317-11 – 25 × 0,071

#### 2 Références normatives

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

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

CEI 60317-4, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 4: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130*

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

## SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

### Part 11: Bunched solderable polyurethane enamelled round copper wires, class 130, with silk covering

#### 1 Scope

This International Standard specifies the requirements of bunched solderable polyurethane enamelled round copper winding wires, class 130, with silk covering.

This covering consists of one or two layers of silk.

The single wire is a solderable polyurethane enamelled round copper winding wire, class 130 (IEC 60317-4).

When reference is made to a winding wire according to the present standard, the following information is given in the description:

- reference to IEC specification;
- number of wires and the nominal diameter of one wire in millimetres.

EXAMPLE: IEC 60317-11 – 25 × 0,071

#### 2 Normative references

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

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

IEC 60317-4, *Specifications for particular types of winding wires – Part 4: Solderable polyurethane enamelled round copper wire, class 130*

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

### **3 Définitions et notes générales concernant les méthodes d'essais**

#### **3.1 Définitions**

##### **3.1.1**

##### **fil toronné**

fil de bobinage constitué de fils isolés de petits diamètres assemblés, sans position géométrique prédéterminée et avec ou sans enveloppe additionnelle

##### **3.1.2**

##### **classe**

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

##### **3.1.3**

##### **revêtement**

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

##### **3.1.4**

##### **conducteur**

métal nu après enlèvement de l'isolant

##### **3.1.5**

##### **enveloppe**

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

##### **3.1.6**

##### **fil émaillé**

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

##### **3.1.7**

##### **grade**

gamme d'épaisseurs d'isolant d'un fil

##### **3.1.8**

##### **isolant**

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

##### **3.1.9**

##### **dimension nominale du conducteur**

désignation de la taille du conducteur selon la CEI 60317

##### **3.1.10**

##### **fil de bobinage**

fil utilisé pour fabriquer un bobinage qui fournit un champ magnétique

##### **3.1.11**

##### **fil**

conducteur revêtu ou enveloppé d'un isolant

### 3 Definitions and general notes on methods of test

#### 3.1 Definitions

##### 3.1.1

**bunched wire**

a wire consisting of a number of small diameter insulated wires laid-up together without predetermined geometrical position and with or without additional covering

##### 3.1.2

**class**

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

##### 3.1.3

**coating**

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

##### 3.1.4

**conductor**

the bare metal after removal of the insulation

##### 3.1.5

**covering**

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

##### 3.1.6

**enamelled wire**

a wire coated with an insulation of cured resin

##### 3.1.7

**grade**

the range of thickness of the insulation of a wire

##### 3.1.8

**insulation**

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

##### 3.1.9

**nominal conductor dimension**

the designation of the conductor size in accordance with IEC 60317

##### 3.1.10

**winding wire**

a wire used for winding a coil to provide a magnetic field

##### 3.1.11

**wire**

a 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 norme 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 entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente norme, la CEI 60317-11 prévaut.

Dans le cas où aucune gamme des diamètres nominaux des 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 %. L'éprouvette doit, avant exécution des mesures, être preconditionnée dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que l'éprouvette atteigne la stabilité.

Le fil toronné à essayer doit être retiré 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 toronné suffisante pour être sûr que les échantillons ne comportent aucun fil toronné endommagé.

## 4 Dimensions

### 4.1 Diamètre maximal extérieur du fil constitutif

Le diamètre maximal extérieur du fil constitutif doit être conforme aux valeurs correspondantes données dans le tableau 1.

**Tableau 1 – Diamètre maximal extérieur du fil constitutif**

| Diamètre nominal<br>du conducteur<br>mm                                                                           | Diamètre maximal<br>extérieur<br>mm |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 0,025                                                                                                             | 0,031                               |
| 0,032                                                                                                             | 0,039                               |
| 0,040                                                                                                             | 0,049                               |
| 0,050                                                                                                             | 0,060                               |
| 0,063                                                                                                             | 0,076                               |
| 0,071                                                                                                             | 0,084                               |
| 0,100                                                                                                             | 0,117                               |
| 0,125                                                                                                             | 0,144                               |
| 0,200                                                                                                             | 0,226                               |
| 0,315                                                                                                             | 0,349                               |
| 0,400                                                                                                             | 0,439                               |
| NOTE Les diamètres des conducteurs et les diamètres extérieurs sont conformes à la CEI 60317-0-1 pour le grade 1. |                                     |

### 3.2 General notes on methods of test

All methods of test to be used in this standard 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 the publication on methods of test and this standard, IEC 60317-11 shall prevail.

Where no specific range of nominal 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 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 bunched wire to be tested shall be removed from the packaging in such a way that it will not be subjected to tension or unnecessary bends. Before each test, sufficient wire should be discarded to ensure that any damaged bunched wire is not included in the test specimens.

## 4 Dimensions

### 4.1 Maximum overall diameter of the single wire

The maximum overall diameter of the single wire shall be in accordance with the appropriate value given in table 1.

**Table 1 – Maximum overall diameter of the single wire**

| Nominal conductor diameter<br>mm                                                                             | Maximum overall diameter<br>mm |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 0,025                                                                                                        | 0,031                          |
| 0,032                                                                                                        | 0,039                          |
| 0,040                                                                                                        | 0,049                          |
| 0,050                                                                                                        | 0,060                          |
| 0,063                                                                                                        | 0,076                          |
| 0,071                                                                                                        | 0,084                          |
| 0,100                                                                                                        | 0,117                          |
| 0,125                                                                                                        | 0,144                          |
| 0,200                                                                                                        | 0,226                          |
| 0,315                                                                                                        | 0,349                          |
| 0,400                                                                                                        | 0,439                          |
| NOTE The conductor diameters and maximum overall diameters are in accordance with IEC 60317-0-1 for grade 1. |                                |

## 4.2 Diamètre extérieur du fil toronné

Le nombre de fils et le diamètre nominal extérieur doivent être conformes aux valeurs du tableau 2.

Les valeurs données dans le tableau 2 sont relatives aux mesures réalisées sur mandrin. Les valeurs réelles, mesurées avec un microscope, sont approximativement inférieures de 8 %.

Les valeurs maximales, quand elles sont contrôlées sur mandrin, ne doivent pas être supérieures de 10 % aux valeurs du tableau 2.

**Tableau 2 – Diamètre extérieur nominal**

| Nombre de fils | Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif<br>mm |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 0,025                                                   | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,063 | 0,071 | 0,100 | 0,125 | 0,200 | 0,315 | 0,400 |
|                | Diamètre extérieur nominal<br>mm                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3              | 0,095                                                   | 0,115 | 0,130 | 0,155 | 0,190 | 0,205 | 0,250 | 0,305 | 0,465 | 0,745 | 0,930 |
| 4              | 0,105                                                   | 0,125 | 0,150 | 0,175 | 0,215 | 0,235 | 0,285 | 0,345 | 0,540 | 0,855 | 1,065 |
| 5              | 0,115                                                   | 0,135 | 0,160 | 0,190 | 0,235 | 0,255 | 0,315 | 0,380 | 0,595 | 0,945 | 1,195 |
| 6              | 0,120                                                   | 0,145 | 0,175 | 0,205 | 0,255 | 0,275 | 0,340 | 0,415 | 0,675 | 1,030 | 1,300 |
| 8              | 0,135                                                   | 0,165 | 0,195 | 0,235 | 0,285 | 0,315 | 0,385 | 0,475 | 0,770 | 1,190 | 1,490 |
| 10             | 0,145                                                   | 0,180 | 0,215 | 0,260 | 0,315 | 0,350 | 0,430 | 0,530 | 0,855 | 1,320 | 1,655 |
| 12             | 0,160                                                   | 0,195 | 0,230 | 0,280 | 0,345 | 0,380 | 0,465 | 0,580 | 0,930 | 1,440 | 1,805 |
| 16             | 0,180                                                   | 0,220 | 0,265 | 0,320 | 0,395 | 0,435 | 0,540 | 0,695 | 1,085 | 1,665 | 2,090 |
| 20             | 0,195                                                   | 0,245 | 0,295 | 0,355 | 0,440 | 0,490 | 0,605 | 0,775 | 1,210 | 1,865 | 2,345 |
| 25             | 0,220                                                   | 0,270 | 0,325 | 0,395 | 0,500 | 0,550 | 0,705 | 0,865 | 1,355 | 2,090 | 2,635 |
| 32             | 0,240                                                   | 0,300 | 0,365 | 0,445 | 0,560 | 0,615 | 0,790 | 0,970 | 1,525 | 2,355 | 2,970 |
| 40             | 0,265                                                   | 0,330 | 0,405 | 0,500 | 0,620 | 0,715 | 0,875 | 1,085 | 1,695 | 2,625 | 3,315 |
| 60             | 0,320                                                   | 0,400 | 0,495 | 0,605 | 0,780 | 0,860 | 1,055 | 1,315 | 2,060 | 3,200 | 4,040 |
| 100            | 0,405                                                   | 0,510 | 0,625 | 0,795 | 0,985 | 1,100 | 1,355 | 1,675 | 2,635 | 4,105 | 5,195 |
| 160            | 0,505                                                   | 0,635 | 0,810 | 0,990 | 1,240 | 1,370 | 1,695 | 2,100 | 3,315 | 5,175 | 6,550 |
| 250            | 0,625                                                   | 0,815 | 0,995 | 1,230 | 1,530 | 1,695 | 2,100 | 2,605 | 4,125 | 6,450 | 8,170 |

NOTE 1 Le nombre de fils a été pris dans la série de chiffres R avec, pour des raisons techniques, des valeurs arrondies.

NOTE 2 Au-dessus du trait, on applique normalement une couche de soie, et au-dessous du trait deux couches de soie.

NOTE 3 Les diamètres extérieurs sont calculés selon la méthode donnée à l'annexe A et mesurés selon la CEI 60851.

NOTE 4 D'autres fils couramment utilisés sont donnés à l'annexe B.

NOTE 5 Si pour des raisons techniques les combinaisons de fil données dans le tableau 2 ne sont pas suffisantes, d'autres combinaisons peuvent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur. Les fils constitutifs doivent être pris dans la CEI 60317-0-1.

## 4.2 Overall diameter of the bunched wire

The number of wires and the nominal overall diameter shall be in accordance with those given in table 2.

The figures given in table 2 are related to the measurement on a mandrel. The real figures, measured with a microscope, are approximately 8 % lower.

The maximum figures, when tested on the mandrel, shall not be more than 10 % higher than the figures given in table 2.

**Table 2 – Nominal overall diameters**

| Number of wires | Nominal conductor diameter of the single wire<br>mm |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | 0,025                                               | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,063 | 0,071 | 0,100 | 0,125 | 0,200 | 0,315 | 0,400 |
|                 | Nominal overall diameter<br>mm                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3               | 0,095                                               | 0,115 | 0,130 | 0,155 | 0,190 | 0,205 | 0,250 | 0,305 | 0,465 | 0,745 | 0,930 |
| 4               | 0,105                                               | 0,125 | 0,150 | 0,175 | 0,215 | 0,235 | 0,285 | 0,345 | 0,540 | 0,855 | 1,065 |
| 5               | 0,115                                               | 0,135 | 0,160 | 0,190 | 0,235 | 0,255 | 0,315 | 0,380 | 0,595 | 0,945 | 1,195 |
| 6               | 0,120                                               | 0,145 | 0,175 | 0,205 | 0,255 | 0,275 | 0,340 | 0,415 | 0,675 | 1,030 | 1,300 |
| 8               | 0,135                                               | 0,165 | 0,195 | 0,235 | 0,285 | 0,315 | 0,385 | 0,475 | 0,770 | 1,190 | 1,490 |
| 10              | 0,145                                               | 0,180 | 0,215 | 0,260 | 0,315 | 0,350 | 0,430 | 0,530 | 0,855 | 1,320 | 1,655 |
| 12              | 0,160                                               | 0,195 | 0,230 | 0,280 | 0,345 | 0,380 | 0,465 | 0,580 | 0,930 | 1,440 | 1,805 |
| 16              | 0,180                                               | 0,220 | 0,265 | 0,320 | 0,395 | 0,435 | 0,540 | 0,695 | 1,085 | 1,665 | 2,090 |
| 20              | 0,195                                               | 0,245 | 0,295 | 0,355 | 0,440 | 0,490 | 0,605 | 0,775 | 1,210 | 1,865 | 2,345 |
| 25              | 0,220                                               | 0,270 | 0,325 | 0,395 | 0,500 | 0,550 | 0,705 | 0,865 | 1,355 | 2,090 | 2,635 |
| 32              | 0,240                                               | 0,300 | 0,365 | 0,445 | 0,560 | 0,615 | 0,790 | 0,970 | 1,525 | 2,355 | 2,970 |
| 40              | 0,265                                               | 0,330 | 0,405 | 0,500 | 0,620 | 0,715 | 0,875 | 1,085 | 1,695 | 2,625 | 3,315 |
| 60              | 0,320                                               | 0,400 | 0,495 | 0,605 | 0,780 | 0,860 | 1,055 | 1,315 | 2,060 | 3,200 | 4,040 |
| 100             | 0,405                                               | 0,510 | 0,625 | 0,795 | 0,985 | 1,100 | 1,355 | 1,675 | 2,635 | 4,105 | 5,195 |
| 160             | 0,505                                               | 0,635 | 0,810 | 0,990 | 1,240 | 1,370 | 1,695 | 2,100 | 3,315 | 5,175 | 6,550 |
| 250             | 0,625                                               | 0,815 | 0,995 | 1,230 | 1,530 | 1,695 | 2,100 | 2,605 | 4,125 | 6,450 | 8,170 |

NOTE 1 The number of wires is taken from the R series of numbers, rounded for technical reasons.

NOTE 2 Above the line, normally one silk layer is applied and below the line, a double silk layer is applied.

NOTE 3 The overall diameters are calculated according to the method given in annex A and measured according to IEC 60851.

NOTE 4 Other commonly used wires are given in annex B.

NOTE 5 Where, for technical reasons, the combinations of wires given in table 2 are not sufficient, other combinations can be agreed between purchaser and supplier. The single wire shall then be taken from IEC 60317-0-1.

### 4.3 Longueur du pas

La longueur du pas ne doit pas être supérieure à 60 mm, et il doit avoir une torsion en «S» (sens inverse des aiguilles d'une montre).

## 5 Résistance électrique

La résistance électrique à 20 °C doit être comprise entre les limites données dans le tableau 3.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1999+AMD1:2005 CSV

### 4.3 Length of lay

The length of lay shall not exceed 60 mm and shall have an "S" twist (counter-clockwise).

## 5 Electrical resistance

The resistance at 20 °C shall be within the limits given in table 3.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1999+AMD1:2005 CSV

Withd2Wm

Tableau 3 – Résistances électriques

| Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif<br>mm |       |       |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |          |          |          |          |  |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|--|
| 0,025                                                   |       | 0,032 |        | 0,040 |        | 0,050  |        | 0,063  |        | 0,071  |        | 0,100  |        | 0,125  |         | 0,200   |         | 0,315   |          | 0,400    |          |          |  |
| Résistance<br>Ω/m                                       |       |       |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |          |          |          |          |  |
| Min.                                                    | Max.  | Min.  | Max.   | Min.  | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.    | Min.    | Max.    | Min.    | Max.     | Min.     | Max.     |          |  |
| 3                                                       | 10,45 | 13,03 | 6,377  | 7,949 | 4,093  | 5,073  | 2,641  | 3,226  | 1,682  | 2,013  | 1,314  | 1,614  | 0,678  | 0,793  | 0,439   | 0,502   | 0,175   | 0,192   | 0,0707   | 0,0772   | 0,0439   | 0,0500   |  |
| 4                                                       | 7,835 | 9,769 | 4,783  | 5,962 | 3,070  | 3,805  | 1,961  | 2,420  | 1,261  | 1,510  | 0,995  | 1,210  | 0,509  | 0,595  | 0,329   | 0,376   | 0,131   | 0,144   | 0,0530   | 0,0579   | 0,0329   | 0,0375   |  |
| 5                                                       | 6,268 | 7,815 | 3,826  | 4,770 | 2,456  | 3,044  | 1,584  | 1,936  | 1,009  | 1,208  | 0,788  | 0,968  | 0,407  | 0,476  | 0,263   | 0,301   | 0,105   | 0,115   | 0,0424   | 0,0463   | 0,0263   | 0,0300   |  |
| 6                                                       | 5,223 | 6,513 | 3,188  | 3,975 | 2,047  | 2,536  | 1,320  | 1,613  | 0,841  | 1,007  | 0,657  | 0,807  | 0,339  | 0,397  | 0,220   | 0,251   | 0,0873  | 0,0962  | 0,0354   | 0,0386   | 0,0219   | 0,0250   |  |
| 8                                                       | 3,918 | 4,885 | 2,391  | 2,981 | 1,535  | 1,902  | 0,990  | 1,210  | 0,631  | 0,755  | 0,493  | 0,605  | 0,254  | 0,297  | 0,165   | 0,188   | 0,0655  | 0,0721  | 0,0265   | 0,0289   | 0,0165   | 0,0187   |  |
| 10                                                      | 3,134 | 3,908 | 1,913  | 2,385 | 1,228  | 1,522  | 0,792  | 0,968  | 0,505  | 0,604  | 0,394  | 0,484  | 0,203  | 0,238  | 0,132   | 0,150   | 0,0524  | 0,0577  | 0,0212   | 0,0232   | 0,0132   | 0,0150   |  |
| 12                                                      | 2,612 | 3,256 | 1,594  | 1,987 | 1,023  | 1,268  | 0,660  | 0,807  | 0,420  | 0,503  | 0,328  | 0,403  | 0,170  | 0,198  | 0,110   | 0,125   | 0,0436  | 0,0481  | 0,0177   | 0,0193   | 0,0110   | 0,0125   |  |
| 16                                                      | 1,959 | 2,442 | 1,196  | 1,490 | 0,768  | 0,951  | 0,495  | 0,605  | 0,315  | 0,378  | 0,246  | 0,303  | 0,127  | 0,149  | 0,0832  | 0,0940  | 0,0327  | 0,0361  | 0,0133   | 0,0145   | 0,00823  | 0,00937  |  |
| 20                                                      | 1,567 | 1,954 | 0,957  | 1,192 | 0,614  | 0,761  | 0,396  | 0,484  | 0,252  | 0,302  | 0,197  | 0,245  | 0,102  | 0,119  | 0,0659  | 0,0752  | 0,0262  | 0,0289  | 0,0106   | 0,0116   | 0,00658  | 0,00750  |  |
| 25                                                      | 1,254 | 1,563 | 0,765  | 0,954 | 0,491  | 0,609  | 0,317  | 0,387  | 0,202  | 0,242  | 0,158  | 0,194  | 0,0814 | 0,0952 | 0,0527  | 0,0602  | 0,0209  | 0,0231  | 0,00848  | 0,00926  | 0,00526  | 0,00600  |  |
| 32                                                      | 0,979 | 1,258 | 0,598  | 0,768 | 0,384  | 0,490  | 0,248  | 0,312  | 0,158  | 0,194  | 0,123  | 0,156  | 0,0636 | 0,0766 | 0,0412  | 0,0484  | 0,0164  | 0,0186  | 0,00663  | 0,00745  | 0,00411  | 0,00483  |  |
| 40                                                      | 0,784 | 1,006 | 0,478  | 0,614 | 0,307  | 0,392  | 0,198  | 0,249  | 0,126  | 0,156  | 0,0985 | 0,125  | 0,0509 | 0,0613 | 0,0329  | 0,0387  | 0,0131  | 0,0149  | 0,00530  | 0,00596  | 0,00329  | 0,00386  |  |
| 60                                                      | 0,522 | 0,684 | 0,319  | 0,417 | 0,205  | 0,266  | 0,132  | 0,169  | 0,0841 | 0,106  | 0,0657 | 0,0847 | 0,0339 | 0,0417 | 0,0220  | 0,0263  | 0,00873 | 0,0101  | 0,00354  | 0,00405  | 0,00219  | 0,00262  |  |
| 100                                                     | 0,313 | 0,410 | 0,191  | 0,250 | 0,123  | 0,160  | 0,0792 | 0,102  | 0,0505 | 0,0634 | 0,0394 | 0,0508 | 0,0203 | 0,0250 | 0,0132  | 0,0158  | 0,00524 | 0,00606 | 0,00212  | 0,00243  | 0,00132  | 0,00157  |  |
| 160                                                     | 0,196 | 0,261 | 0,120  | 0,160 | 0,0768 | 0,102  | 0,0495 | 0,0648 | 0,0315 | 0,0404 | 0,0246 | 0,0324 | 0,0127 | 0,0159 | 0,00823 | 0,0101  | 0,00327 | 0,00386 | 0,00133  | 0,00155  | 0,000823 | 0,00100  |  |
| 250                                                     | 0,125 | 0,167 | 0,0765 | 0,102 | 0,0491 | 0,0652 | 0,0317 | 0,0414 | 0,0202 | 0,0259 | 0,0158 | 0,0020 | 0,0081 | 0,0102 | 0,00527 | 0,00644 | 0,00209 | 0,00247 | 0,000848 | 0,000991 | 0,000526 | 0,000642 |  |

NOTE 1

Les limites données dans le tableau 3 sont dérivées des calculs effectués selon l'annexe C.

Au-dessus de la ligne

.....

la résistance maximale est calculée pour un seul assemblage, entre les lignes ----- et ----- pour deux assemblages, et au-dessous de la ligne ----- pour trois assemblages.

NOTE 2

Pour la résistance nominale et pour la section droite nominale voir l'annexe D.

NOTE 1 Les limites données dans le tableau 3 sont dérivées des calculs effectués selon l'annexe C.

Au-dessus de la ligne ..... la résistance maximale est calculée pour un seul assemblage, entre les lignes ..... et ..... pour deux assemblages, et au-dessous de la ligne ..... pour trois assemblages.

NOTE 2 Pour la résistance nominale et pour la section droite nominale voir l'annexe D.

Table 3 – Electrical resistances

| Number of wires | Nominal conductor diameter of the single wire<br>mm |       |        |       |        |        |        |        |        |        |        |                          |         |         |         |         |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 0,025                                               | 0,032 | 0,040  | 0,050 | 0,063  | 0,071  | 0,100  | 0,125  | 0,200  | 0,315  | 0,400  | Resistance<br>$\Omega/m$ |         |         |         |         |
|                 | Min.                                                | Max.  | Min.   | Max.  | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.                     | Min.    | Max.    | Min.    | Max.    |
| 3               | 10,45                                               | 13,03 | 6,377  | 7,949 | 4,093  | 5,073  | 2,641  | 3,226  | 1,682  | 2,013  | 1,314  | 1,614                    | 0,439   | 0,502   | 0,175   | 0,192   |
| 4               | 7,835                                               | 9,769 | 4,783  | 5,962 | 3,070  | 3,805  | 1,981  | 2,420  | 1,261  | 1,510  | 0,985  | 1,210                    | 0,329   | 0,376   | 0,131   | 0,144   |
| 5               | 6,268                                               | 7,815 | 3,826  | 4,770 | 2,456  | 3,044  | 1,584  | 1,936  | 1,009  | 1,208  | 0,788  | 0,968                    | 0,263   | 0,301   | 0,105   | 0,115   |
| 6               | 5,223                                               | 6,513 | 3,188  | 3,975 | 2,047  | 2,536  | 1,320  | 1,613  | 0,841  | 1,007  | 0,657  | 0,807                    | 0,220   | 0,251   | 0,0873  | 0,0962  |
| 8               | 3,918                                               | 4,885 | 2,391  | 2,981 | 1,535  | 1,902  | 0,990  | 1,210  | 0,631  | 0,755  | 0,493  | 0,605                    | 0,165   | 0,188   | 0,0655  | 0,0721  |
| 10              | 3,134                                               | 3,908 | 1,913  | 2,385 | 1,228  | 1,522  | 0,792  | 0,968  | 0,505  | 0,604  | 0,394  | 0,484                    | 0,132   | 0,150   | 0,0524  | 0,0577  |
| 12              | 2,612                                               | 3,256 | 1,594  | 1,987 | 1,023  | 1,268  | 0,660  | 0,807  | 0,420  | 0,503  | 0,328  | 0,403                    | 0,110   | 0,125   | 0,0436  | 0,0481  |
| 16              | 1,959                                               | 2,442 | 1,196  | 1,490 | 0,768  | 0,951  | 0,495  | 0,605  | 0,315  | 0,378  | 0,246  | 0,303                    | 0,0832  | 0,0940  | 0,0327  | 0,0361  |
| 20              | 1,567                                               | 1,954 | 0,957  | 1,192 | 0,614  | 0,761  | 0,396  | 0,484  | 0,252  | 0,302  | 0,197  | 0,245                    | 0,0659  | 0,0752  | 0,0262  | 0,0289  |
| 25              | 1,254                                               | 1,563 | 0,765  | 0,954 | 0,491  | 0,609  | 0,317  | 0,387  | 0,202  | 0,242  | 0,158  | 0,194                    | 0,0527  | 0,0602  | 0,0209  | 0,0231  |
| 32              | 0,979                                               | 1,258 | 0,598  | 0,768 | 0,384  | 0,490  | 0,248  | 0,312  | 0,158  | 0,194  | 0,123  | 0,156                    | 0,0412  | 0,0484  | 0,0164  | 0,0186  |
| 40              | 0,784                                               | 1,006 | 0,478  | 0,614 | 0,307  | 0,392  | 0,198  | 0,249  | 0,126  | 0,156  | 0,0985 | 0,125                    | 0,0329  | 0,0387  | 0,0131  | 0,0149  |
| 60              | 0,522                                               | 0,684 | 0,319  | 0,417 | 0,205  | 0,266  | 0,132  | 0,169  | 0,0841 | 0,106  | 0,0657 | 0,0847                   | 0,0220  | 0,0263  | 0,00873 | 0,0101  |
| 100             | 0,313                                               | 0,410 | 0,191  | 0,250 | 0,123  | 0,160  | 0,0792 | 0,102  | 0,0505 | 0,0634 | 0,0394 | 0,0508                   | 0,0132  | 0,0158  | 0,00524 | 0,00606 |
| 160             | 0,196                                               | 0,261 | 0,120  | 0,160 | 0,0768 | 0,102  | 0,0495 | 0,0648 | 0,0315 | 0,0404 | 0,0246 | 0,0324                   | 0,00823 | 0,0101  | 0,00327 | 0,00386 |
| 250             | 0,125                                               | 0,167 | 0,0765 | 0,102 | 0,0491 | 0,0652 | 0,0317 | 0,0414 | 0,0202 | 0,0259 | 0,0158 | 0,0020                   | 0,00527 | 0,00644 | 0,00209 | 0,00247 |
|                 |                                                     |       |        |       |        |        |        |        |        |        | 4      | 7                        |         |         |         |         |

NOTE 1 The limits shown in table 3 are derived from calculations made according to annex C.

Above the line ..... the maximum resistance has been calculated for 1× bunched, between the lines ..... and ..... for 2× bunched, and below the line ..... for 3× bunched.

NOTE 2 For nominal resistance and nominal cross-section area, see annex D.

## **6 Allongement**

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## **7 Effet de ressort**

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## **8 Souplesse et adhérence**

*Essai d'enroulement sur mandrin*

Les fils en cuivre émaillé toronnés doivent être sous une ou deux couches de soie.

La première couche doit être appliquée sur les fils toronnés en sens inverse du pas de toronnage. Quand on applique une seconde couche, le pas doit être inverse à celui de la première couche.

Le guipage doit être de qualité uniforme et chaque couche doit être unie et uniforme.

Quand il est contrôlé selon la méthode de la CEI 60851 le guipage de soie ne doit pas s'ouvrir suffisamment pour mettre à nu de façon évidente le fil émaillé.

Le diamètre du mandrin doit être approximativement égal à 10 fois celui du diamètre extérieur donné au tableau 2 et à l'annexe B.

## **9 Choc thermique**

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## **10 Thermoplasticité**

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## **11 Résistance à l'abrasion**

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## **12 Résistance aux solvants**

L'essai ne doit pas s'appliquer

## **13 Tension de claquage**

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## **6 Elongation**

Test inappropriate.

## **7 Springiness**

Test inappropriate.

## **8 Flexibility and adherence**

### *Mandrel test*

The bunched enamelled copper wires shall have a covering of one or two layers of silk.

The first layer shall be applied to the bunched wires in a direction opposite to the twist of the bunched wires. If a second layer is applied, it shall be in the opposite direction to the first layer.

The covering shall be uniform in quality and each layer shall be even and uniform.

When tested in accordance with the method given in IEC 60851, the silk covering shall not open sufficiently to expose clearly the enamelled wire.

The mandrel diameter shall be approximately 10 times the overall diameter according to table 2 and annex B.

## **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**

Test inappropriate.

#### 14 Continuité de l'isolant

L'essai ne doit pas s'appliquer.

#### 15 Indice de température

L'essai ne doit pas s'appliquer.

#### 16 Résistance aux réfrigérants

L'essai ne doit pas s'appliquer.

#### 17 Brasabilité

Le guipage soie doit avoir été enlevé. La température du bain de soudure doit être de  $375^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Le temps d'immersion doit être conforme au tableau 4.

**Tableau 4 – Temps d'immersion**

| Section droite nominale<br>des fils toronnés<br>mm |                         | Temps<br>d'immersion |
|----------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Au-dessus de                                       | Jusqu'à<br>et y compris | s                    |
| —                                                  | 0,080                   | 3                    |
| 0,080                                              | 0,125                   | 4                    |
| 0,125                                              | 0,200                   | 5                    |
| 0,200                                              | 0,300                   | 6                    |
| 0,300                                              | 0,500                   | 8                    |
| 0,500                                              | 0,800                   | 10                   |
| 0,800                                              | —                       | Selon convention     |

La soudure doit pénétrer la masse du toron et l'extérieur doit être lisse, effectivement étamé.

#### 18 Adhérence par chaleur ou par solvant

L'essai ne peut pas s'appliquer.

#### 19 Facteur de dissipation diélectrique

Il existe une méthode d'essai, mais aucune prescription pour son application éventuelle.

#### 20 Résistance à l'huile de transformateur

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## 14 Continuity of insulation

Test inappropriate.

## 15 Temperature index

Test inappropriate.

## 16 Resistance to refrigerants

Test inappropriate.

## 17 Solderability

The silk covering shall be removed. Temperature of the solder bath shall be  $375\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . The immersion time shall be as specified in table 4.

**Table 4 – Immersion time**

| Nominal cross-sectional area<br>of the bunched wires<br>mm |                        | Immersion<br>time |
|------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Over                                                       | Up to and<br>including | s                 |
| —                                                          | 0,080                  | 3                 |
| 0,080                                                      | 0,125                  | 4                 |
| 0,125                                                      | 0,200                  | 5                 |
| 0,200                                                      | 0,300                  | 6                 |
| 0,300                                                      | 0,500                  | 8                 |
| 0,500                                                      | 0,800                  | 10                |
| 0,800                                                      | —                      | As agreed         |

The solder shall penetrate the whole of the bunch and the outside shall be a smooth coating with evidence of effective tinning.

## 18 Heat or solvent bonding

Test inappropriate.

## 19 Dielectric dissipation factor

Test appropriate but no requirements specified.

## 20 Resistance to transformer oil

Test inappropriate.

## 21 Perte de masse

L'essai ne doit pas s'appliquer.

## 30 Conditionnement

Le type de conditionnement peut avoir une influence sur certaines propriétés du fil, par exemple la souplesse et l'adhérence. Le conditionnement, par exemple le type de la bobine de livraison, doit donc faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Le fil doit être enroulé régulièrement et de façon compacte sur les bobines ou dans les fûts. Aucune bobine ou fût ne doit contenir plus d'une longueur de fil, sauf accord entre acheteur et 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 acheteur et fournisseur.

Quand les fils sont fournis en couronnes, les dimensions et les poids maximaux de ces couronnes, ainsi que les dispositions supplémentaires prises pour protéger ces couronnes, doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

## 21 Loss of mass

Test inappropriate.

## 30 Packaging

The kind of packaging may influence certain properties of the wire, for example flexibility and adherence. 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 on spools or placed in containers. No spool or container shall contain more than one length of wire unless agreed to by 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 be agreed to by purchaser and supplier.

Where wires are delivered in coils, the dimensions and the maximum weights of such coils shall be agreed between purchaser and supplier. Any additional protection for coils shall also be agreed between purchaser and supplier.

## Annexe A (informative)

### Calcul du diamètre extérieur nominal

Le diamètre extérieur nominal des fils toronnés a été calculé à l'aide de la formule suivante:

$$D = p \times \sqrt{n} \times d + \text{l'épaisseur du guipage soie} *$$

où

$D$  est le diamètre nominal du fil toronné;

$p$  est le facteur de tassement;

$n$  est le nombre de fils constitutifs;

$d$  est le diamètre nominal extérieur d'un fil constitutif.

\* Le diamètre extérieur nominal du fil constitutif est le diamètre nominal du conducteur plus deux tiers de l'accroissement de diamètre maximal de grade 1 selon la CEI 60317-0-1. Le diamètre extérieur nominal des conducteurs émaillés toronnés recouverts de soie est le diamètre extérieur nominal des conducteurs émaillés toronnés, plus l'accroissement de diamètre donné par le guipage soie.

**Tableau A.1 – Facteur de tassement**

| Nombre de fils | Facteur de tassement |
|----------------|----------------------|
| 3 à 12         | 1,25                 |
| 16             | 1,26                 |
| 20             | 1,27                 |
| 25 à 400       | 1,28                 |

**Tableau A.2 – Diamètre nominal extérieur**

| Diamètre nominal du conducteur<br>mm | Diamètre nominal extérieur<br>mm | Diamètre nominal du conducteur<br>mm | Diamètre nominal extérieur<br>mm |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 0,025                                | 0,029                            | 0,100                                | 0,111                            |
| 0,032                                | 0,037                            | 0,125                                | 0,138                            |
| 0,040                                | 0,046                            | 0,200                                | 0,217                            |
| 0,050                                | 0,057                            | 0,315                                | 0,338                            |
| 0,063                                | 0,072                            | 0,400                                | 0,426                            |
| 0,071                                | 0,080                            |                                      |                                  |

**Tableau A.3 – Accroissement de diamètre**

| Sorte de guipage     | Diamètre extérieur nominal de fils toronnés<br>mm |                      | Accroissement de diamètre donné par le guipage soie<br>mm |
|----------------------|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------|
|                      | Au-dessus de                                      | Jusqu'à et y compris |                                                           |
| Un seul guipage soie | –                                                 | 0,450                | 0,030 à 0,035                                             |
|                      | 0,0450                                            | 0,600                | 0,035 à 0,040                                             |
| Deux guipages soie   | 0,600                                             | 1,000                | 0,060 à 0,070                                             |
|                      | 1,000                                             | –                    | 0,070 à 0,080                                             |

On recommande un seul guipage soie pour les fils toronnés de diamètres extérieur jusqu'à et y compris 0,600 mm.

## Annex A (informative)

### Calculation of the nominal overall diameter

The nominal overall diameter of the bunched wire has been calculated with the following formula:

$$D = p \times \sqrt{n} \times d + \text{the increase caused by the silk covering}^*$$

where

$D$  is the nominal bunched wire diameter;

$p$  is the packing factor;

$n$  is the number of single wires;

$d$  is the nominal overall diameter of the single wire.

\* Nominal overall diameter of the single wire is the nominal conductor diameter plus two-thirds of the maximum increase of grade 1 according to IEC 60317-0-1. The nominal overall diameter of the silk-covered bunched enamelled conductors is the nominal overall diameter of the bunched enamelled conductors plus the increase in diameter caused by the silk covering.

**Table A.1 – Packaging factor**

| Number of wires | Packaging factor |
|-----------------|------------------|
| 3 to 12         | 1,25             |
| 16              | 1,26             |
| 20              | 1,27             |
| 25 to 400       | 1,28             |

**Table A.2 – Nominal conductor diameters**

| Nominal conductor diameter<br>mm | Nominal overall diameter<br>mm | Nominal conductor diameter<br>mm | Nominal overall diameter<br>mm |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 0,025                            | 0,029                          | 0,100                            | 0,111                          |
| 0,032                            | 0,037                          | 0,125                            | 0,138                          |
| 0,040                            | 0,046                          | 0,200                            | 0,217                          |
| 0,050                            | 0,057                          | 0,315                            | 0,338                          |
| 0,063                            | 0,072                          | 0,400                            | 0,426                          |
| 0,071                            | 0,080                          |                                  |                                |

**Table A.3 – Increase in diameter**

| Type of covering     | Nominal overall diameter<br>of the bunched enamelled conductors<br>mm |                     | Increase in diameter<br>caused by the silk<br>covering<br>mm |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|
|                      | Over                                                                  | Up to and including |                                                              |
| Single silk covering | –<br>0,0450                                                           | 0,450<br>0,600      | 0,030 to 0,035<br>0,035 to 0,040                             |
| Double silk covering | 0,600<br>1,000                                                        | 1,000<br>–          | 0,060 to 0,070<br>0,070 to 0,080                             |

The single silk covering is recommended for overall diameters of bunched enamelled conductors up to and including 0,600 mm.

## Annexe B (informative)

### Dimensions facultatives

#### B.1 Diamètre extérieur

Tableau B.1 – Diamètre extérieur nominal

| Nombre de fils | Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif<br>mm |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 0,025                                                   | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,063 | 0,071 | 0,100 | 0,125 | 0,200 | 0,315 | 0,400 |
|                | Diamètre extérieur nominal<br>mm                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 9              | 0,140                                                   | 0,170 | 0,205 | 0,245 | 0,305 | 0,335 | 0,410 | 0,505 | 0,815 | 1,255 | 1,575 |
| 27             | 0,225                                                   | 0,280 | 0,340 | 0,410 | 0,515 | 0,570 | 0,730 | 0,895 | 1,405 | 2,170 | 2,735 |
| 50             | 0,295                                                   | 0,365 | 0,450 | 0,555 | 0,715 | 0,790 | 0,970 | 1,205 | 1,885 | 2,925 | 3,695 |
| 63             | 0,325                                                   | 0,410 | 0,505 | 0,615 | 0,795 | 0,880 | 1,090 | 1,345 | 2,105 | 3,275 | 4,140 |
| 80             | 0,365                                                   | 0,455 | 0,565 | 0,720 | 0,890 | 0,980 | 1,220 | 1,505 | 2,365 | 3,680 | 4,655 |
| 81             | 0,365                                                   | 0,460 | 0,565 | 0,720 | 0,895 | 0,985 | 1,225 | 1,515 | 2,380 | 3,705 | 4,685 |
| 120            | 0,440                                                   | 0,555 | 0,710 | 0,865 | 1,085 | 1,195 | 1,475 | 1,830 | 2,880 | 4,490 | 5,685 |
| 200            | 0,560                                                   | 0,735 | 0,900 | 1,105 | 1,380 | 1,525 | 1,885 | 2,340 | 3,695 | 5,775 | 7,315 |
| 320            | 0,730                                                   | 0,910 | 1,130 | 1,380 | 1,725 | 1,905 | –     | –     | –     | –     | –     |
| 400            | 0,805                                                   | 1,010 | 1,255 | 1,535 | 1,920 | 2,125 | –     | –     | –     | –     | –     |

NOTE 1 Au-dessus du trait, on applique normalement une couche de soie, et au-dessous du trait deux couches de soie.

NOTE 2 Les diamètres extérieurs sont calculés selon la méthode donnée à l'annexe A et mesurés selon la CEI 60851.

NOTE 3 Si pour des raisons techniques les combinaisons de fil données dans les tableaux 2 et B.1 ne sont pas suffisantes, d'autres combinaisons peuvent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur. Les fils constitutifs doivent être pris dans la CEI 60317-0-1.

#### B.2 Résistance électrique pour les dimensions facultatives

## Annex B (informative)

### Non-preferred combinations

#### B.1 Overall diameters

**Table B.1 – Nominal overall diameters**

| Number of wires | Nominal conductor diameter of the single wire<br>mm |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | 0,025                                               | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,063 | 0,071 | 0,100 | 0,125 | 0,200 | 0,315 | 0,400 |
|                 | Nominal overall diameter<br>mm                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 9               | 0,140                                               | 0,170 | 0,205 | 0,245 | 0,305 | 0,335 | 0,410 | 0,505 | 0,815 | 1,255 | 1,575 |
| 27              | 0,225                                               | 0,280 | 0,340 | 0,410 | 0,515 | 0,570 | 0,730 | 0,895 | 1,405 | 2,170 | 2,735 |
| 50              | 0,295                                               | 0,365 | 0,450 | 0,555 | 0,715 | 0,790 | 0,970 | 1,205 | 1,885 | 2,925 | 3,695 |
| 63              | 0,325                                               | 0,410 | 0,505 | 0,615 | 0,795 | 0,880 | 1,090 | 1,345 | 2,105 | 3,275 | 4,140 |
| 80              | 0,365                                               | 0,455 | 0,565 | 0,720 | 0,890 | 0,980 | 1,220 | 1,505 | 2,365 | 3,680 | 4,655 |
| 81              | 0,365                                               | 0,460 | 0,565 | 0,720 | 0,895 | 0,985 | 1,225 | 1,515 | 2,380 | 3,705 | 4,685 |
| 120             | 0,440                                               | 0,555 | 0,710 | 0,865 | 1,085 | 1,195 | 1,475 | 1,830 | 2,880 | 4,490 | 5,685 |
| 200             | 0,560                                               | 0,735 | 0,900 | 1,105 | 1,380 | 1,525 | 1,885 | 2,340 | 3,695 | 5,775 | 7,315 |
| 320             | 0,730                                               | 0,910 | 1,130 | 1,380 | 1,725 | 1,905 | –     | –     | –     | –     | –     |
| 400             | 0,805                                               | 1,010 | 1,255 | 1,535 | 1,920 | 2,125 | –     | –     | –     | –     | –     |

NOTE 1 Above the line, normally one silk layer is applied and below the line a double silk layer is applied.

NOTE 2 The overall diameters are calculated according to the method given in annex A and measured according to IEC 60851.

NOTE 3 Where, for technical reasons, the combinations given in tables 2 and B.1 are not sufficient, other combinations can be agreed between purchaser and supplier. The single wires should be taken from IEC 60317-0-1.

#### B.2 Resistance for non-preferred combinations

Tableau B.2 – Résistances électriques

| Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif<br>mm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |         |         |         |         |         |         |          |          |      |  |  |
|---------------------------------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|------|--|--|
| 0,025                                                   |        | 0,032 |        | 0,040  |        | 0,050  |        | 0,063  |        | 0,071   |        | 0,100  |        | 0,125   |         | 0,200   |         | 0,315   |         | 0,400    |          |      |  |  |
| Résistance<br>Ω/m                                       |        |       |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |         |         |         |         |         |         |          |          |      |  |  |
| Min.                                                    |        | Max.  |        | Min.   |        | Max.   |        | Min.   |        | Max.    |        | Min.   |        | Max.    |         | Min.    |         | Max.    |         | Min.     |          | Max. |  |  |
| 9                                                       | 3,482  | 4,342 | 2,126  | 1,364  | 1,691  | 0,880  | 1,075  | 0,561  | 0,671  | 0,338   | 0,538  | 0,226  | 0,264  | 0,146   | 0,167   | 0,0582  | 0,0641  | 0,0236  | 0,0257  | 0,0146   | 0,0167   |      |  |  |
|                                                         | 1,161  | 1,491 | 0,709  | 0,455  | 0,581  | 0,293  | 0,396  | 0,187  | 0,230  | 0,146   | 0,185  | 0,0753 | 0,0908 | 0,0488  | 0,0574  | 0,0194  | 0,0220  | 0,00786 | 0,00883 | 0,00487  | 0,00572  |      |  |  |
| 50                                                      | 0,627  | 0,821 | 0,383  | 0,246  | 0,320  | 0,158  | 0,203  | 0,101  | 0,127  | 0,0788  | 0,102  | 0,0407 | 0,0500 | 0,0263  | 0,0316  | 0,0105  | 0,0121  | 0,00424 | 0,00486 | 0,00263  | 0,00315  |      |  |  |
| 63                                                      | 0,497  | 0,651 | 0,304  | 0,195  | 0,254  | 0,126  | 0,161  | 0,0801 | 0,101  | 0,0626  | 0,0807 | 0,0323 | 0,0397 | 0,0209  | 0,0251  | 0,00831 | 0,00962 | 0,00337 | 0,00386 | 0,00209  | 0,00250  |      |  |  |
| 80                                                      | 0,392  | 0,513 | 0,239  | 0,154  | 0,200  | 0,0990 | 0,127  | 0,0661 | 0,0793 | 0,0493  | 0,0636 | 0,0254 | 0,0312 | 0,0165  | 0,0198  | 0,00655 | 0,00757 | 0,00265 | 0,00304 | 0,00165  | 0,00197  |      |  |  |
| 81                                                      | 0,387  | 0,507 | 0,236  | 0,152  | 0,197  | 0,0978 | 0,125  | 0,0623 | 0,0783 | 0,0487  | 0,0628 | 0,0251 | 0,0309 | 0,0163  | 0,0195  | 0,00647 | 0,00748 | 0,00262 | 0,00300 | 0,00162  | 0,00194  |      |  |  |
| 120                                                     | 0,261  | 0,349 | 0,159  | 0,102  | 0,136  | 0,0660 | 0,0863 | 0,0420 | 0,0539 | 0,0328  | 0,0432 | 0,0170 | 0,0212 | 0,0110  | 0,0134  | 0,00436 | 0,00515 | 0,00177 | 0,00207 | 0,00110  | 0,00134  |      |  |  |
| 200                                                     | 0,157  | 0,209 | 0,0957 | 0,0614 | 0,0814 | 0,0396 | 0,0518 | 0,0252 | 0,0323 | 0,0197  | 0,0259 | 0,0102 | 0,0127 | 0,00659 | 0,00805 | 0,00262 | 0,00309 | 0,00106 | 0,00124 | 0,000658 | 0,000802 |      |  |  |
| 320                                                     | 0,0979 | 0,131 | 0,0598 | 0,0384 | 0,0509 | 0,0248 | 0,0324 | 0,0158 | 0,0202 | 0,0123  | 0,0162 | -      | -      | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -        | -        |      |  |  |
| 400                                                     | 0,0784 | 0,105 | 0,0478 | 0,0307 | 0,0407 | 0,0198 | 0,0259 | 0,0126 | 0,0162 | 0,00985 | 0,0130 | -      | -      | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -        | -        |      |  |  |

NOTE 1

Les limites données ci-dessus sont dérivées des calculs effectués selon l'annexe C.

Au-dessus de la ligne

la résistance maximale est calculée pour un seul assemblage, entre les lignes

et

pour deux assemblages, et au-dessous de la ligne

pour trois assemblages.

NOTE 2

Pour la résistance nominale et pour la section droite nominale voir l'annexe D.

NOTE 1 Les limites données ci-dessus sont dérivées des calculs effectués selon l'annexe C.

Au-dessus de la ligne ..... la résistance maximale est calculée pour un seul assemblage, entre les lignes ..... et ..... pour deux assemblages, et au-dessous de la ligne ..... pour trois assemblages.

NOTE 2 Pour la résistance nominale et pour la section droite nominale voir l'annexe D.

Table B.2 – Electrical resistances

| Nominal conductor diameter of the single wire<br>mm |                   |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |         |         |         |         |         |         |          |          |
|-----------------------------------------------------|-------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 0,025                                               |                   | 0,032 |        | 0,040  |        | 0,050  |        | 0,063  |        | 0,071  |         | 0,100  |        | 0,125  |         | 0,200   |         | 0,315   |         | 0,400   |          |          |
| Number<br>of<br>wires                               | Resistance<br>Ω/m |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |         |         |         |         |         |         |          |          |
|                                                     | Min.              | Max.  | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.   | Max.   | Min.    | Max.   | Min.   | Max.   | Min.    | Max.    | Min.    | Max.    | Min.    | Max.    |          |          |
| 9                                                   | 3,482             | 4,342 | 2,126  | 2,650  | 1,364  | 1,691  | 0,880  | 1,075  | 0,561  | 0,671  | 0,438   | 0,538  | 0,226  | 0,264  | 0,146   | 0,167   | 0,0582  | 0,0641  | 0,0236  | 0,0257  | 0,0146   | 0,0167   |
| 27                                                  | 1,161             | 1,491 | 0,709  | 0,910  | 0,455  | 0,581  | 0,293  | 0,396  | 0,187  | 0,230  | 0,146   | 0,185  | 0,0753 | 0,0908 | 0,0488  | 0,0574  | 0,0194  | 0,0220  | 0,00786 | 0,00883 | 0,00487  | 0,00572  |
| 50                                                  | 0,627             | 0,821 | 0,383  | 0,501  | 0,246  | 0,320  | 0,158  | 0,203  | 0,101  | 0,127  | 0,0788  | 0,102  | 0,0407 | 0,0500 | 0,0263  | 0,0316  | 0,0105  | 0,0121  | 0,00424 | 0,00486 | 0,00263  | 0,00315  |
| 63                                                  | 0,497             | 0,651 | 0,304  | 0,398  | 0,195  | 0,254  | 0,126  | 0,161  | 0,0807 | 0,101  | 0,0626  | 0,0807 | 0,0323 | 0,0397 | 0,0209  | 0,0251  | 0,00831 | 0,00962 | 0,00337 | 0,00386 | 0,00209  | 0,00250  |
| 80                                                  | 0,392             | 0,513 | 0,239  | 0,313  | 0,154  | 0,200  | 0,0990 | 0,127  | 0,0631 | 0,0793 | 0,0493  | 0,0636 | 0,0254 | 0,0312 | 0,0165  | 0,0198  | 0,00655 | 0,00757 | 0,00265 | 0,00304 | 0,00165  | 0,00197  |
| 81                                                  | 0,387             | 0,507 | 0,236  | 0,309  | 0,152  | 0,197  | 0,0978 | 0,125  | 0,0623 | 0,0783 | 0,0487  | 0,0628 | 0,0251 | 0,0309 | 0,0163  | 0,0195  | 0,00647 | 0,00748 | 0,00262 | 0,00300 | 0,00162  | 0,00194  |
| 120                                                 | 0,261             | 0,349 | 0,159  | 0,213  | 0,102  | 0,136  | 0,0660 | 0,0863 | 0,0420 | 0,0539 | 0,0328  | 0,0432 | 0,0170 | 0,0212 | 0,0110  | 0,0134  | 0,00436 | 0,00515 | 0,00177 | 0,00207 | 0,00110  | 0,00134  |
| 200                                                 | 0,157             | 0,209 | 0,0957 | 0,128  | 0,0614 | 0,0814 | 0,0396 | 0,0518 | 0,0252 | 0,0323 | 0,0197  | 0,0259 | 0,0102 | 0,0127 | 0,00659 | 0,00805 | 0,00262 | 0,00309 | 0,00106 | 0,00124 | 0,000658 | 0,000802 |
| 320                                                 | 0,0979            | 0,131 | 0,0598 | 0,0798 | 0,0384 | 0,0509 | 0,0248 | 0,0324 | 0,0158 | 0,0202 | 0,0123  | 0,0163 | —      | —      | —       | —       | —       | —       | —       | —       | —        | —        |
| 400                                                 | 0,0784            | 0,105 | 0,0478 | 0,0638 | 0,0307 | 0,0407 | 0,0198 | 0,0259 | 0,0126 | 0,0162 | 0,00985 | 0,0136 | —      | —      | —       | —       | —       | —       | —       | —       | —        | —        |

NOTE 1

The limits shown in table 3 are derived from calculations made according to annex C.

Above the line

.....

the maximum resistance has been calculated for 1× bunched, between the lines

.....

and

.....

for 2× bunched, and below the line

.....

for 3× bunched.

NOTE 2

For nominal resistance and nominal cross-section area, see annex D.