

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60317-0-1

Edition 2.1

2000-01

Edition 2:1997 consolidée par l'amendement 1:1999
Edition 2:1997 consolidated with amendment 1:1999

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

**Partie 0-1:
Prescriptions générales –
Fil de section circulaire en cuivre émaillé**

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

**Part 0-1:
General requirements –
Enamelled round copper wire**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60317-0-1:1997+A1:1999

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**

60317-0-1

Edition 2.1

2000-01

Edition 2:1997 consolidée par l'amendement 1:1999
Edition 2:1997 consolidated with amendment 1:1999

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

**Partie 0-1:
Prescriptions générales –
Fil de section circulaire en cuivre émaillé**

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

**Part 0-1:
General requirements –
Enamelled round copper wire**

© IEC 2000 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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions et notes générales concernant les méthodes d'essai	10
4 Dimensions	14
5 Résistance électrique	20
6 Allongement.....	22
7 Effet de ressort	24
8 Souplesse et adhérence	26
9 Choc thermique.....	28
10 Thermoplasticité.....	28
11 Résistance à l'abrasion	28
12 Résistance aux solvants.....	30
13 Tension de claquage	30
14 Continuité de l'isolant (diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 1,600 mm)	34
15 Indice de température	34
16 Résistance aux réfrigérants.....	34
17 Brasabilité.....	34
18 Adhérence par chaleur ou par solvant.....	34
19 Facteur de dissipation diélectrique.....	34
20 Résistance à l'huile de transformateur	34
21 Perte de masse.....	36
30 Conditionnement.....	36
Annexe A (informative) Dimensions pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires (R 40)	38
Annexe B (informative) Méthode pour le calcul du diamètre extérieur minimal	44
Annexe C (informative) Méthode pour le calcul de la résistance linéique	46
Annexe D (informative) Résistance	50
Annexe E (informative) Essai de défaillance à haute température	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions and general notes on methods of test	11
4 Dimensions	15
5 Electrical resistance	21
6 Elongation	23
7 Springiness	25
8 Flexibility and adherence	27
9 Heat shock	29
10 Cut-through	29
11 Resistance to abrasion	29
12 Resistance to solvents	31
13 Breakdown voltage	31
14 Continuity of insulation (nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm)	35
15 Temperature index	35
16 Resistance to refrigerants	35
17 Solderability	35
18 Heat or solvent bonding	35
19 Dielectric dissipation factor	35
20 Resistance to transformer oil	35
21 Loss of mass	37
30 Packaging	37
Annex A (informative) Dimensions for intermediate nominal conductor diameters (R 40)	39
Annex B (informative) Method for the calculation of minimum overall diameter	45
Annex C (informative) Method for the calculation of linear resistance	47
Annex D (informative) Resistance	51
Annex E (informative) High temperature failure test	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-1: Prescriptions générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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, spécifications techniques, 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 60317-0-1 a été établie par le comité d'études 55 de la CEI: Fils de bobinage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1990, son amendement 1 (1992), son amendement 2 (1993) et constitue une révision technique.

La présente norme comprend toutes les prescriptions générales pour les fils de section circulaire en cuivre émaillé contenues dans la série CEI 60317, publiée en 1988.

La présente version consolidée de la CEI 60317-0-1 est issue de la deuxième édition (1997) [documents 55/559, 55/610/FDIS et 55/603, 55/630/RVD] et de son amendement 1 (1999) [documents 55/688/FDIS et 55/715/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 2.1.

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

**Part 0-1: General requirements –
Enamelled round copper wire**

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 specifications, 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.

This International Standard IEC 60317-0-1 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1990, its amendment 1 (1992), its amendment 2 (1993) and constitutes a technical revision.

This standard also contains all general requirements of enamelled round copper wires taken from the IEC 60317 series issued in 1988.

This consolidated version of IEC 60317-0-1 is based on the second edition (1997) [documents 55/559, 55/610/FDIS and 55/603, 55/630/RVD] and its amendment 1 (1999) [documents 55/688/FDIS and 55/715/RVD].

It bears the edition number 2.1.

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale constitue l'un des éléments d'une série traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série doit comporter trois groupes définissant respectivement:

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

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

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-0-1:1997+A1:1999 CSV

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-1: Prescriptions générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les prescriptions générales pour les fils de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé avec ou sans une couche adhérente.

La gamme des diamètres nominaux des conducteurs est donnée dans la feuille de spécification concernée.

Quand il est fait référence à un fil de bobinage conforme à la série CEI 60317 indiquée dans l'article 2, les informations suivantes sont données dans la description:

- la référence de la spécification CEI;
- le diamètre nominal du conducteur en millimètres;
- le grade.

EXEMPLE: CEI 60317-1 – 0,500 Grade 2

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions variables pour la présente partie de la CEI 60317. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et 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 normes indiquées ci-après. 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 60317-1:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 1: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec acétal de polyvinyle, classe 105*

CEI 60317-2:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 2: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130, avec une couche adhérente*

CEI 60317-3:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 3: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester, classe 155*

CEI 60317-4:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 4: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130*

CEI 60317-7:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 7: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyimide, classe 220*

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 0-1: General requirements – Enamelled round copper wire

1 Scope

This International Standard specifies the general requirements of enamelled round copper winding wires with or without a bonding layer.

The range of nominal conductor diameters is given in the relevant specification sheet.

When reference is made to a winding wire according to a standard of the IEC 60317 series mentioned under clause 2, the following information is given in the description:

- reference to IEC specification;
- nominal conductor diameter in millimetres;
- grade.

EXAMPLE: IEC 60317-1 – 0,500 Grade 2

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60317. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60317 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. 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 60317-1:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 1: Polyvinyl acetal enamelled round copper wire, class 105*

IEC 60317-2:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 2: Solderable polyurethane enamelled round copper wire, class 130, with a bonding layer*

IEC 60317-3:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 3: Polyester enamelled round copper wire, class 155*

IEC 60317-4:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 4: Solderable polyurethane enamelled round copper wire, class 130*

IEC 60317-7:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 7: Polyimide enamelled round copper wire, class 220*

CEI 60317-8:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 8: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyesterimide, classe 180*

CEI 60317-12:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 12: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec acétal de polyvinyle, classe 120*

CEI 60317-13:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 13: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester ou polyesterimide et avec surcouche polyamide-imide, classe 200*

CEI 60317-19:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 19: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable et avec surcouche polyamide, classe 130*

CEI 60317-20:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 20: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 155*

CEI 60317-21:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 21: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable et avec surcouche polyamide, classe 155*

CEI 60317-22:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 22: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester ou polyesterimide et avec surcouche polyamide, classe 180*

CEI 60317-23:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 23: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyesterimide brasable, classe 180*

CEI 60317-26:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 26: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyamide-imide, classe 200*

CEI 60317-34:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 34: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester, classe 130*

CEI 60851, *Méthodes d'essai des fils de bobinage*

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

3 Définitions et notes générales concernant les méthodes d'essai

3.1 Définitions

couche adhérente

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

classe

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

revêtement

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

conducteur

métal nu après enlèvement de l'isolant

IEC 60317-8:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled round copper wire, class 180*

IEC 60317-12:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 12: Polyvinyl acetal enamelled round copper wire, class 120*

IEC 60317-13:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 13: Polyester or polyesterimide overcoated with polyamide-imide, enamelled round copper wire, class 200*

IEC 60317-19:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 19: Solderable polyurethane overcoated with polyamide enamelled round copper wire, class 130*

IEC 60317-20:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 20: Solderable polyurethane enamelled round copper wire, class 155*

IEC 60317-21:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 21: Solderable polyurethane overcoated with polyamide enamelled round copper wire, class 155*

IEC 60317-22:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 22: Polyester or polyesterimide enamelled round copper wire overcoated with polyamide, class 180*

IEC 60317-23:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 23: Solderable polyesterimide enamelled round copper wire, class 180*

IEC 60317-26:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 26: Polyamide-imide enamelled round copper wire, class 200*

IEC 60317-34:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 34: Polyester enamelled round copper wire, class 130*

IEC 60851, *Methods of test for winding wires.*

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

3 Definitions and general notes on methods of test

3.1 Definitions

bonding layer

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

class

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

coating

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

conductor

the bare metal after removal of the insulation

craquelure

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

double revêtement

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

fil émaillé

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

grade

gamme d'épaisseurs d'isolant d'un fil

isolant

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

dimension nominale du conducteur

désignation de la taille du conducteur selon la CEI 60317

revêtement unique

isolant constitué d'un seul matériau

fil de bobinage

fil utilisé pour fabriquer un bobinage qui fournit un champ magnétique

fil

conducteur revêtu ou enveloppé d'un isolant

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 60317-0-1 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 préconditionnée dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que l'éprouvette atteigne 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.

crack

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

dual coating

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

enamelled wire

a wire coated with an insulation of cured resin

grade

the range of thickness of the insulation of a wire

insulation

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

nominal conductor dimension

the designation of the conductor size in accordance with IEC 60317

sole coating

an insulation composed of one material

winding wire

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

wire

a conductor coated or covered with an insulation

3.2 General notes on methods of test

All methods of test to be used for 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 60317-0-1 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 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

4.1 Diamètre du conducteur

La série des diamètres nominaux des conducteurs préférentiels doit correspondre à la série R 20 de l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données dans les tableaux 1 et 2.

L'utilisateur peut choisir des diamètres intermédiaires pour des raisons techniques. Ces diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires doivent être choisis dans la série R 40 de l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données dans l'annexe A.

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure à la tolérance donnée dans les tableaux 1 ou 2.

NOTE Pour les fils de diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,063 mm, voir le tableau 3.

4 Dimensions

4.1 Conductor diameter

The series of preferred nominal conductor diameters shall correspond to series R 20 according to ISO 3. The actual values and their tolerances are given in tables 1 and 2.

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

The conductor diameter shall not differ from the nominal diameter by more than the limit given in tables 1 or 2.

NOTE For wires up to and including 0,063 mm nominal conductor diameter, see table 3.

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

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance du conducteur ± mm	Accroissement minimal dû à l'isolant mm			Diamètre extérieur maximal mm		
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,018					0,022	0,024	
0,020					0,024	0,027	
0,022					0,027	0,030	
0,025					0,031	0,034	
0,028					0,034	0,038	
0,032					0,039	0,043	
0,036					0,044	0,049	
0,040					0,049	0,054	
0,045					0,055	0,061	
0,050					0,060	0,066	
0,056					0,067	0,074	
0,063					0,076	0,083	
0,071	0,003	0,007	0,012	0,018	0,084	0,091	0,097
0,080	0,003	0,007	0,014	0,020	0,094	0,101	0,108
0,090	0,003	0,008	0,015	0,022	0,105	0,113	0,120
0,100	0,003	0,008	0,016	0,023	0,117	0,125	0,132
0,112	0,003	0,009	0,017	0,026	0,130	0,139	0,147
0,125	0,003	0,010	0,019	0,028	0,144	0,154	0,163
0,140	0,003	0,011	0,021	0,030	0,160	0,171	0,181
0,160	0,003	0,012	0,023	0,033	0,182	0,194	0,205
0,180	0,003	0,013	0,025	0,036	0,204	0,217	0,229
0,200	0,003	0,014	0,027	0,039	0,226	0,239	0,252
0,224	0,003	0,015	0,029	0,043	0,252	0,266	0,280
0,250	0,004	0,017	0,032	0,048	0,281	0,297	0,312
0,280	0,004	0,018	0,033	0,050	0,312	0,329	0,345
0,315	0,004	0,019	0,035	0,053	0,349	0,367	0,384
0,355	0,004	0,020	0,038	0,057	0,392	0,411	0,428
0,400	0,005	0,021	0,040	0,060	0,439	0,459	0,478
0,450	0,005	0,022	0,042	0,064	0,491	0,513	0,533
0,500	0,005	0,024	0,045	0,067	0,544	0,566	0,587
0,560	0,006	0,025	0,047	0,071	0,606	0,630	0,653
0,630	0,006	0,027	0,050	0,075	0,679	0,704	0,728
0,710	0,007	0,028	0,053	0,080	0,762	0,789	0,814
0,800	0,008	0,030	0,056	0,085	0,855	0,884	0,911
0,900	0,009	0,032	0,060	0,090	0,959	0,989	1,018
1,000	0,010	0,034	0,063	0,095	1,062	1,094	1,124
1,120	0,011	0,034	0,065	0,098	1,184	1,217	1,248
1,250	0,013	0,035	0,067	0,100	1,316	1,349	1,381
1,400	0,014	0,036	0,069	0,103	0,468	1,502	1,535
1,600	0,016	0,038	0,071	0,107	1,670	1,706	1,740
1,800	0,018	0,039	0,073	0,110	1,872	1,909	1,944
2,000	0,020	0,040	0,075	0,113	2,074	2,112	2,148
2,240	0,022	0,041	0,077	0,116	2,316	2,355	2,392
2,500	0,025	0,042	0,079	0,119	2,578	2,618	2,656
2,800	0,028	0,043	0,081	0,123	2,880	2,922	2,961
3,150	0,032	0,045	0,084	0,127	3,233	3,276	3,316
3,550	0,036	0,046	0,086	0,130	3,635	3,679	3,721
4,000	0,040	0,047	0,089	0,134	4,088	4,133	4,176
4,500	0,045	0,049	0,092	0,138	4,591	4,637	4,681
5,000	0,050	0,050	0,094	0,142	5,093	5,141	5,186

NOTE 1 Les comités nationaux peuvent utiliser des prescriptions de diamètres extérieurs minimaux, à condition que ces derniers soient déterminés à partir des surépaisseurs minimales. Pour le calcul, voir l'annexe B.

NOTE 2 Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur de l'accroissement minimal correspondant à celui du diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

NOTE 3 Pour les dimensions des diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires pour R 40, voir l'annexe A.

Table 1 – Dimensions of enamelled wires (R 20)

Nominal conductor diameter mm	Conductor tolerance ± mm	Minimum increase due to the insulation mm			Maximum overall diameter mm		
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,018					0,022	0,024	
0,020					0,024	0,027	
0,022					0,027	0,030	
0,025					0,031	0,034	
0,028					0,034	0,038	
0,032					0,039	0,043	
0,036					0,044	0,049	
0,040					0,049	0,054	
0,045					0,055	0,061	
0,050					0,060	0,066	
0,056					0,067	0,074	
0,063					0,076	0,083	
0,071	0,003	0,007	0,012	0,018	0,084	0,091	0,097
0,080	0,003	0,007	0,014	0,020	0,094	0,101	0,108
0,090	0,003	0,008	0,015	0,022	0,105	0,113	0,120
0,100	0,003	0,008	0,016	0,023	0,117	0,125	0,132
0,112	0,003	0,009	0,017	0,026	0,130	0,139	0,147
0,125	0,003	0,010	0,019	0,028	0,144	0,154	0,163
0,140	0,003	0,011	0,021	0,030	0,160	0,171	0,181
0,160	0,003	0,012	0,023	0,033	0,182	0,194	0,205
0,180	0,003	0,013	0,025	0,036	0,204	0,217	0,229
0,200	0,003	0,014	0,027	0,039	0,226	0,239	0,252
0,224	0,003	0,015	0,029	0,043	0,252	0,266	0,280
0,250	0,004	0,017	0,032	0,048	0,281	0,297	0,312
0,280	0,004	0,018	0,033	0,050	0,312	0,329	0,345
0,315	0,004	0,019	0,035	0,053	0,349	0,367	0,384
0,355	0,004	0,020	0,038	0,057	0,392	0,411	0,428
0,400	0,005	0,021	0,040	0,060	0,439	0,459	0,478
0,450	0,005	0,022	0,042	0,064	0,491	0,513	0,533
0,500	0,005	0,024	0,045	0,067	0,544	0,566	0,587
0,560	0,006	0,025	0,047	0,071	0,606	0,630	0,653
0,630	0,006	0,027	0,050	0,075	0,679	0,704	0,728
0,710	0,007	0,028	0,053	0,080	0,762	0,789	0,814
0,800	0,008	0,030	0,056	0,085	0,855	0,884	0,911
0,900	0,009	0,032	0,060	0,090	0,959	0,989	1,018
1,000	0,010	0,034	0,063	0,095	1,062	1,094	1,124
1,120	0,011	0,034	0,065	0,098	1,184	1,217	1,248
1,250	0,013	0,035	0,067	0,100	1,316	1,349	1,381
1,400	0,014	0,036	0,069	0,103	0,468	1,502	1,535
1,600	0,016	0,038	0,071	0,107	1,670	1,706	1,740
1,800	0,018	0,039	0,073	0,110	1,872	1,909	1,944
2,000	0,020	0,040	0,075	0,113	2,074	2,112	2,148
2,240	0,022	0,041	0,077	0,116	2,316	2,355	2,392
2,500	0,025	0,042	0,079	0,119	2,578	2,618	2,656
2,800	0,028	0,043	0,081	0,123	2,880	2,922	2,961
3,150	0,032	0,045	0,084	0,127	3,233	3,276	3,316
3,550	0,036	0,046	0,086	0,130	3,635	3,679	3,721
4,000	0,040	0,047	0,089	0,134	4,088	4,133	4,176
4,500	0,045	0,049	0,092	0,138	4,591	4,637	4,681
5,000	0,050	0,050	0,094	0,142	5,093	5,141	5,186

NOTE 1 National committees may use minimum overall diameter requirements provided they are based on the minimum increases. The calculation is given in annex B.

NOTE 2 For intermediate nominal conductor diameters, the minimum increase figure corresponding to the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

NOTE 3 The dimensions of intermediate nominal conductor diameters for R 40 series are given in annex A.

Tableau 2 – Dimensions pour les fils émaillés avec une couche adhérente (R 20)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance du conducteur ± mm	Accroissement minimal de la sous-couche mm		Accroissement minimal de la couche adhérente mm	Diamètre extérieur maximal mm	
		Grade 1B	Grade 2B		Grade 1B	Grade 2B
0,020					0,026	0,029
0,022					0,030	0,033
0,025					0,034	0,037
0,028					0,038	0,042
0,032					0,044	0,048
0,036					0,050	0,055
0,040					0,055	0,060
0,045					0,062	0,068
0,050					0,068	0,074
0,056					0,075	0,082
0,063					0,085	0,092
0,071	0,003	0,007	0,012	0,006	0,094	0,101
0,080	0,003	0,007	0,014	0,007	0,105	0,112
0,090	0,003	0,008	0,015	0,007	0,117	0,125
0,100	0,003	0,008	0,016	0,007	0,129	0,137
0,112	0,003	0,009	0,017	0,008	0,143	0,152
0,125	0,003	0,010	0,019	0,009	0,158	0,168
0,140	0,003	0,011	0,021	0,010	0,175	0,186
0,160	0,003	0,012	0,023	0,010	0,197	0,209
0,180	0,003	0,013	0,025	0,010	0,220	0,233
0,200	0,003	0,014	0,027	0,011	0,243	0,256
0,224	0,003	0,015	0,029	0,012	0,270	0,284
0,250	0,004	0,017	0,032	0,013	0,300	0,316
0,280	0,004	0,018	0,033	0,013	0,331	0,348
0,315	0,004	0,019	0,035	0,014	0,369	0,387
0,355	0,004	0,020	0,038	0,015	0,413	0,432
0,400	0,005	0,021	0,040	0,016	0,461	0,481
0,450	0,005	0,022	0,042	0,016	0,514	0,536
0,500	0,005	0,024	0,045	0,017	0,568	0,590
0,560	0,006	0,025	0,047	0,017	0,630	0,654
0,630	0,006	0,027	0,050	0,018	0,704	0,729
0,710	0,007	0,028	0,053	0,019	0,788	0,815
0,800	0,008	0,030	0,056	0,020	0,882	0,911
0,900	0,009	0,032	0,060	0,020	0,987	1,017
1,000	0,010	0,034	0,063	0,021	1,091	1,123
1,120	0,011	0,034	0,065	0,022	1,214	1,247
1,250	0,013	0,035	0,067	0,022	1,346	1,379
1,400	0,014	0,036	0,069	0,023	1,499	1,533
1,600	0,016	0,038	0,071	0,023	1,702	1,738
1,800	0,018	0,039	0,073	0,024	1,905	1,942
2,000	0,020	0,040	0,075	0,025	2,108	2,146

NOTE 1 Les comités nationaux peuvent utiliser des prescriptions de diamètres extérieurs minimaux, à condition que ces derniers soient déterminés à partir des surépaisseurs minimales. Pour le calcul, voir l'annexe B.

NOTE 2 Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur de l'accroissement minimal correspondant à celui du diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

NOTE 3 Pour les dimensions des diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires pour R 40, voir l'annexe A.

Table 2 – Dimensions of enamelled wires with a bonding layer (R 20)

Nominal conductor diameter mm	Conductor tolerance ± mm	Minimum increase underlying coating mm		Minimum increase bonding layer mm	Maximum overall diameter mm	
		Grade 1B	Grade 2B		Grade 1B	Grade 2B
0,020					0,026	0,029
0,022					0,030	0,033
0,025					0,034	0,037
0,028					0,038	0,042
0,032					0,044	0,048
0,036					0,050	0,055
0,040					0,055	0,060
0,045					0,062	0,068
0,050					0,068	0,074
0,056					0,075	0,082
0,063					0,085	0,092
0,071	0,003	0,007	0,012	0,006	0,094	0,101
0,080	0,003	0,007	0,014	0,007	0,105	0,112
0,090	0,003	0,008	0,015	0,007	0,117	0,125
0,100	0,003	0,008	0,016	0,007	0,129	0,137
0,112	0,003	0,009	0,017	0,008	0,143	0,152
0,125	0,003	0,010	0,019	0,009	0,158	0,168
0,140	0,003	0,011	0,021	0,010	0,175	0,186
0,160	0,003	0,012	0,023	0,010	0,197	0,209
0,180	0,003	0,013	0,025	0,010	0,220	0,233
0,200	0,003	0,014	0,027	0,011	0,243	0,256
0,224	0,003	0,015	0,029	0,012	0,270	0,284
0,250	0,004	0,017	0,032	0,013	0,300	0,316
0,280	0,004	0,018	0,033	0,013	0,331	0,348
0,315	0,004	0,019	0,035	0,014	0,369	0,387
0,355	0,004	0,020	0,038	0,015	0,413	0,432
0,400	0,005	0,021	0,040	0,016	0,461	0,481
0,450	0,005	0,022	0,042	0,016	0,514	0,536
0,500	0,005	0,024	0,045	0,017	0,568	0,590
0,560	0,006	0,025	0,047	0,017	0,630	0,654
0,630	0,006	0,027	0,050	0,018	0,704	0,729
0,710	0,007	0,028	0,053	0,019	0,788	0,815
0,800	0,008	0,030	0,056	0,020	0,882	0,911
0,900	0,009	0,032	0,060	0,020	0,987	1,017
1,000	0,010	0,034	0,063	0,021	1,091	1,123
1,120	0,011	0,034	0,065	0,022	1,214	1,247
1,250	0,013	0,035	0,067	0,022	1,346	1,379
1,400	0,014	0,036	0,069	0,023	1,499	1,533
1,600	0,016	0,038	0,071	0,023	1,702	1,738
1,800	0,018	0,039	0,073	0,024	1,905	1,942
2,000	0,020	0,040	0,075	0,025	2,108	2,146

NOTE 1 National committees may use minimum overall diameter requirements provided they are based on the minimum increases. The calculation is given in annex B.

NOTE 2 For intermediate nominal conductor diameters, the minimum increase figure corresponding to the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

NOTE 3 The dimensions of intermediate nominal conductor diameters for R 40 series are given in annex A.

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

En chaque point, la différence entre les diamètres minimal et maximal ne doit pas être supérieure à la valeur donnée dans la deuxième colonne des tableaux 1 ou 2.

4.3 Accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant et à la couche adhérente (diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,063 mm)

4.3.1 Fils émaillés sans couche adhérente

L'accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau 1.

4.3.2 Fils émaillés avec une couche adhérente

L'accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant et comprenant la couche adhérente ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau 2.

4.4 Diamètre extérieur maximal

4.4.1 Fils émaillés sans couche adhérente

Le diamètre extérieur ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 1.

4.4.2 Fils émaillés avec une couche adhérente

Le diamètre extérieur ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 2.

5 Résistance électrique

Pour les diamètres nominaux jusqu'à et y compris 0,063 mm, la résistance électrique à 20 °C doit être comprise entre les limites données dans le tableau 3.

Pour les diamètres nominaux supérieurs à 0,063 mm, aucune valeur de résistance électrique n'est spécifiée.

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

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

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

4.3 Minimum increase in diameter due to the insulation and the bonding layer (nominal conductor diameters over 0,063 mm)

4.3.1 Enamelled wires without a bonding layer

The minimum increase in diameter due to the insulation shall not be less than the values given in table 1.

4.3.2 Enamelled wires with a bonding layer

The minimum increase in diameter due to the insulation including the bonding layer shall not be less than the values given in table 2.

4.4 Maximum overall diameter

4.4.1 Enamelled wires without a bonding layer

The maximum overall diameter shall not exceed the values given in table 1.

4.4.2 Enamelled wires with a bonding layer

The maximum overall diameter shall not exceed the values given in table 2.

5 Electrical resistance

For nominal conductor diameters up to and including 0,063 mm the resistance at 20 °C shall be within the limits given in table 3.

For nominal conductor diameters greater than 0,063 mm no resistance values are specified.

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

Tableau 3 – Résistances électriques

Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m		Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m	
	Minimale	Maximale		Minimale	Maximale
0,018	60,46	73,89	0,036	15,16	18,42
0,020	48,97	59,85	0,040	12,28	14,92
0,022	40,47	49,47	0,045	9,705	11,79
0,025	31,34	38,31	0,050	7,922	9,489
0,028	24,99	30,54	0,056	6,316	7,565
0,032	19,13	23,38	0,063	5,045	5,922

NOTE 1 Les limites indiquées sont dérivées de calculs effectués conformément à l'annexe C.

NOTE 2 Pour la résistance électrique nominale, voir l'annexe D.

6 Allongement

L'allongement à la rupture ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau 4.

Tableau 4 – Allongement

Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %
0,018	5	0,180	20	1,800	32
0,020	6	0,200	21	2,000	33
0,022	6	0,224	21	2,240	33
0,025	7	0,250	22	2,500	33
0,028	7	0,280	22	2,800	34
0,032	8	0,315	23	3,150	34
0,036	8	0,355	23	3,550	35
0,040	9	0,400	24	4,000	35
0,045	9	0,450	25	4,500	36
0,050	10	0,500	25	5,000	36
0,056	10	0,560	26		
0,063	12	0,630	27		
0,071	13	0,710	28		
0,080	14	0,800	28		
0,090	15	0,900	29		
0,100	16	1,000	30		
0,112	17	1,120	30		
0,125	17	1,250	31		
0,140	18	1,400	32		
0,160	19	1,600	32		

NOTE Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur de l'allongement qui est donnée pour le diamètre nominal immédiatement supérieur.

Table 3 – Electrical resistances

Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m		Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m	
	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum
0,018	60,46	73,89	0,036	15,16	18,42
0,020	48,97	59,85	0,040	12,28	14,92
0,022	40,47	49,47	0,045	9,705	11,79
0,025	31,34	38,31	0,050	7,922	9,489
0,028	24,99	30,54	0,056	6,316	7,565
0,032	19,13	23,38	0,063	5,045	5,922

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

NOTE 2 For the nominal resistance, see annex D.

6 Elongation

The elongation at fracture shall not be less than the value given in table 4.

Table 4 – Elongation

Nominal conductor diameter mm	Elongation minimum %	Nominal conductor diameter mm	Elongation minimum %	Nominal conductor diameter mm	Elongation minimum %
0,018	5	0,180	20	1,800	32
0,020	6	0,200	21	2,000	33
0,022	6	0,224	21	2,240	33
0,025	7	0,250	22	2,500	33
0,028	7	0,280	22	2,800	34
0,032	8	0,315	23	3,150	34
0,036	8	0,355	23	3,550	35
0,040	9	0,400	24	4,000	35
0,045	9	0,450	25	4,500	36
0,050	10	0,500	25	5,000	36
0,056	10	0,560	26		
0,063	12	0,630	27		
0,071	13	0,710	28		
0,080	14	0,800	28		
0,090	15	0,900	29		
0,100	16	1,000	30		
0,112	17	1,120	30		
0,125	17	1,250	31		
0,140	18	1,400	32		
0,160	19	1,600	32		

NOTE For intermediate nominal conductor diameters, the elongation value of the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

7 Effet de ressort

7.1 Diamètres nominaux des conducteurs au moins égaux à 0,080 mm et inférieurs ou égaux à 1,600 mm

Quand le fil est essayé avec le mandrin et la traction spécifiés au tableau 5, il ne doit pas donner de valeurs supérieures à celles de ce tableau.

Tableau 5 – Effet de ressort

Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre du mandrin mm	Traction N	Effet de ressort maximal degrés		
			Grade 1	Grade 2 et grade 1B	Grade 3 et grade 2B
0,080 0,090 0,100	5	0,25	70 67 64	80 77 73	100 94 90
0,112 0,125 0,140	7	0,50	64 62 59	73 70 67	88 84 79
0,160 0,180 0,200	10	1,0	59 57 54	67 65 62	78 75 72
0,024 0,250 0,280	12,5	2,0	51 49 47	59 56 53	68 65 61
0,315 0,355 0,400	19	4,0	50 48 45	55 53 50	62 59 55
0,450 0,500 0,560	25	8,0	44 43 41	48 47 44	53 51 48
0,630 0,710 0,800	37,5	12,0	46 44 41	50 47 43	53 50 46
0,900 1,000 1,120 1,250 1,400 1,600	50	15,0	45 42 39 35 32 28	48 45 41 37 34 30	51 47 34 39 36 32

NOTE Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur de l'effet de ressort qui est donnée pour le diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

7 Springiness

7.1 Nominal conductor diameters from 0,080 mm up to and including 1,600 mm

The wire shall not exceed the maximum springback as given in table 5, when tested on the mandrel required using the specified tension.

Table 5 – Springiness

Nominal conductor diameter mm	Mandrel diameter mm	Tension N	Maximum springback degrees		
			Grade 1	Grade 2 and grade 1B	Grade 3 and grade 2B
0,080 0,090 0,100	5	0,25	70 67 64	80 77 73	100 94 90
0,112 0,125 0,140	7	0,50	64 62 59	73 70 67	88 84 79
0,160 0,180 0,200	10	1,0	59 57 54	67 65 62	78 75 72
0,024 0,250 0,280	12,5	2,0	51 49 47	59 56 53	68 65 61
0,315 0,355 0,400	19	4,0	50 48 45	55 53 50	62 59 55
0,450 0,500 0,560	25	8,0	44 43 41	48 47 44	53 51 48
0,630 0,710 0,800	37,5	12,0	46 44 41	50 47 43	53 50 46
0,900 1,000 1,120 1,250 1,400 1,600	50	15,0	45 42 39 35 32 28	48 45 41 37 34 30	51 47 34 39 36 32

NOTE For intermediate nominal conductor diameters, the springback figure of the next largest nominal diameter shall be taken.

7.2 Diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 1,600 mm

Le fil ne doit pas donner un effet de ressort maximal supérieur à 5 degrés.

8 Souplesse et adhérence

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

Le revêtement ne doit pas montrer de craquelures après allongement du fil à la valeur spécifiée dans le tableau 6 et enroulement sur le mandrin approprié.

Tableau 6 – Diamètres du mandrin

Diamètre nominal du conducteur mm		Allongement avant enroulement sur mandrin %	Diamètre du mandrin mm
Au-dessus	Jusqu'à et y compris		
–	0,050	20*	0,150
0,050	0,063	15*	0,150
0,063	0,080	10	0,150
0,080	0,112	5	0,150
0,112	0,140	0	0,150
0,140	1,600	0	d^{**}

* Ou jusqu'à la rupture du cuivre, la valeur la plus basse étant retenue.
 ** d = diamètre nominal du conducteur.

8.2 Essai d'allongement (diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 1,600 mm)

Le revêtement ne doit pas montrer de craquelures après allongement du fil de 32 %.

8.3 Essai de traction brusque (diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter ni craquelure ni décollement.

8.4 Essai de décollement (diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter aucun décollement après que l'éprouvette a été soumise au nombre de tours R exigé en fonction de son diamètre nominal d_{nom} :

$$R = \frac{K}{d_{\text{nom}}} \text{ arrondi au nombre entier immédiatement inférieur.}$$

Le nombre K utilisé pour le calcul est donné dans la feuille de spécification concernée.

7.2 Nominal conductor diameters over 1,600 mm

The wire shall not exceed the maximum springback of 5 degrees.

8 Flexibility and adherence

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

The coating shall show no crack after the wire has been elongated as specified in table 6 and wound on the appropriate mandrel.

Table 6 – Mandrel winding

Nominal conductor diameter mm		Elongation before winding on mandrel %	Mandrel diameter mm
Above	Up to and including		
–	0,050	20*	0,150
0,050	0,063	15*	0,150
0,063	0,080	10	0,150
0,080	0,112	5	0,150
0,112	0,140	0	0,150
0,140	1,600	0	d^{**}

* Or to the breaking-point of copper, whichever is less.
 ** d = nominal conductor diameter of the wire.

8.2 Stretching test (nominal conductor diameters over 1,600 mm)

The coating shall show no crack after the wire has been elongated 32 %.

8.3 Jerk test (nominal conductor diameters up to and including 1,000 mm)

The coating shall show no crack or loss of adhesion.

8.4 Peel test (nominal conductor diameters over 1,000 mm)

The coating shall show no loss of adhesion after the specimen has been subjected to the number of revolutions R required by its nominal conductor diameter d_{nom} :

$$R = \frac{K}{d_{\text{nom}}} \text{ rounded down to a whole number of revolutions.}$$

The constant K used for the calculation is given in the relevant specification sheet.

9 Choc thermique

9.1 Diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 1,600 mm

Le revêtement ne doit pas montrer de craquelure. Le diamètre du mandrin est celui qui est spécifié dans le tableau 7. La température minimale de choc thermique est donnée dans la feuille de spécification concernée.

Tableau 7 – Diamètres du mandrin

Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre du mandrin mm
0,160	0,250
0,180	0,280
0,200	0,315
0,224	0,355
0,250	0,400
0,280	0,630
0,315	0,710
0,355	0,800
0,400	0,900
0,450	1,000
0,500	1,120
0,560	1,250
0,630	1,400
0,710	1,600
0,800	1,800
0,900	2,000
1,000	2,240
1,120	3,550
1,250	4,000
1,400	4,500
1,600	5,000

NOTE 1 Pour les diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 0,140 mm, le tableau 6 peut être appliqué.

NOTE 2 Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, le diamètre du mandrin relatif au diamètre immédiatement supérieur est utilisé.

9.2 Diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 1,600 mm

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure, après allongement de 25 %. La température minimale de choc thermique est donnée dans la feuille de spécification concernée.

10 Thermoplasticité

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

11 Résistance à l'abrasion

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

9 Heat shock

9.1 Nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm

The coating shall show no crack. The mandrel diameter shall be as specified in table 7. The minimum heat shock temperature is given in the relevant specification sheet.

Table 7 – Heat shock

Nominal conductor diameter mm	Mandrel diameter mm
0,160	0,250
0,180	0,280
0,200	0,315
0,224	0,355
0,250	0,400
0,280	0,630
0,315	0,710
0,355	0,800
0,400	0,900
0,450	1,000
0,500	1,120
0,560	1,250
0,630	1,400
0,710	1,600
0,800	1,800
0,900	2,000
1,000	2,240
1,120	3,550
1,250	4,000
1,400	4,500
1,600	5,000
NOTE 1 For nominal conductor diameters up to and including 0,140 mm, table 6 shall be applied.	
NOTE 2 For intermediate nominal conductor diameters, the mandrel diameter of the next largest nominal conductor diameter shall be taken.	

9.2 Nominal conductor diameters over 1,600 mm

The coating shall show no crack after having been elongated 25 %. The minimum heat shock temperature is given in the relevant specification sheet.

10 Cut-through

For requirements see the relevant specification sheet.

11 Resistance to abrasion

For requirements see the relevant specification sheet.

12 Résistance aux solvants

Solvant normalisé

Le revêtement ne doit pas être enlevé par un crayon de dureté «H».

13 Tension de claquage

Le fil doit répondre aux prescriptions spécifiées en 13.1, 13.2 et 13.3, respectivement, lorsqu'il est essayé à la température ambiante, et à la température élevée quand cela est demandé par l'acheteur.

La température élevée est donnée dans la feuille de spécification concernée.

13.1 Diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 0,100 mm

Au moins quatre des cinq éprouvettes ne doivent pas subir de claquage à des tensions inférieures ou égales à celles qui sont données dans le tableau 8.

Tableau 8 – Tension de claquage

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage (valeur efficace) V		
	Grade 1 et grade 1B	Grade 2 et grade 2B	Grade 3
	Température du local		
0,018	110	225	—
0,020	120	250	—
0,022	130	275	—
0,025	150	300	—
0,028	170	325	—
0,032	190	375	—
0,036	225	425	—
0,040	250	475	—
0,045	275	550	—
0,050	300	600	—
0,056	325	650	—
0,063	375	700	—
0,071	425	700	1 100
0,080	425	850	1 200
0,090	500	900	1 300
0,100	500	950	1 400

NOTE Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur qui est donnée pour le diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

12 Resistance to solvents

Standard solvent

Using a pencil of hardness "H" the coating shall not be removed.

13 Breakdown voltage

The wire shall meet the requirements given in 13.1, 13.2 and 13.3, respectively, when tested at room temperature and at elevated temperature when this is required by the purchaser.

The elevated temperature is given in the relevant specification sheet.

13.1 Nominal conductor diameters up to and including 0,100 mm

At least four of the five specimens tested shall not break down at a voltage less than or equal to that given in table 8.

Table 8 – Breakdown voltage

Nominal conductor diameter mm	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) V		
	Grade 1 and grade 1B	Grade 2 and grade 2B	Grade 3
	At room temperature		
0,018	110	225	—
0,020	120	250	—
0,022	130	275	—
0,025	150	300	—
0,028	170	325	—
0,032	190	375	—
0,036	225	425	—
0,040	250	475	—
0,045	275	550	—
0,050	300	600	—
0,056	325	650	—
0,063	375	700	—
0,071	425	700	1 100
0,080	425	850	1 200
0,090	500	900	1 300
0,100	500	950	1 400

NOTE For intermediate nominal conductor diameters, the figure of the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

13.2 Diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,100 mm et inférieurs ou égaux à 2,500 mm

Au moins quatre des cinq éprouvettes ne doivent pas subir de claquage à des tensions inférieures ou égales à celles qui sont données dans le tableau 9.

Tableau 9 – Tension de claquage

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage (valeur efficace) V					
	Grade 1 et grade 1B		Grade 2 et grade 2B		Grade 3	
	Température du local	Température élevée	Température du local	Température élevée	Température du local	Température élevée
0,112	1 300	1 000	2 700	2 000	3 900	2 900
0,125	1 500	1 100	2 800	2 100	4 100	3 100
0,140	1 600	1 200	3 000	2 300	4 200	3 200
0,160	1 700	1 300	3 200	2 400	4 400	3 300
0,180	1 700	1 300	3 300	2 500	4 700	3 500
0,200	1 800	1 400	3 500	2 600	5 100	3 800
0,224	1 900	1 400	3 700	2 800	5 200	3 900
0,250	2 100	1 600	3 900	2 900	5 500	4 100
0,280	2 200	1 700	4 000	3 000	5 800	4 400
0,315	2 200	1 700	4 100	3 100	6 100	4 600
0,355	2 300	1 700	4 300	3 200	6 400	4 800
0,400	2 300	1 700	4 400	3 300	6 600	5 000
0,450	2 300	1 700	4 400	3 300	6 800	5 100
0,500	2 400	1 800	4 600	3 500	7 000	5 300
0,560	2 500	1 900	4 600	3 500	7 100	5 300
0,630	2 600	2 000	4 800	3 600	7 100	5 300
0,710	2 600	2 000	4 800	3 600	7 200	5 400
0,800	2 600	2 000	4 900	3 700	7 400	5 600
0,900	2 700	2 000	5 000	3 800	7 600	5 700
1,000 jusqu'à et y compris 2,500	2 700	2 000	5 000	3 800	7 600	5 700

NOTE Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur qui est donnée pour le diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

13.3 Diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 2,500 mm

Au moins quatre des cinq éprouvettes ne doivent pas subir de claquage à des tensions inférieures ou égales à celles qui sont données dans le tableau 10.

Tableau 10 – Tension de claquage

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage (valeur efficace) V					
	Grade 1 et grade 1B		Grade 2 et grade 2B		Grade 3	
	Température du local	Température élevée	Température du local	Température élevée	Température du local	Température élevée
supérieur à 2,500	1 300	1 000	2 500	1 900	3 800	2 900

13.2 Nominal conductor diameters over 0,100 mm up to and including 2,500 mm

At least four of the five specimens tested shall not break down at a voltage less than or equal to that given in table 9.

Table 9 – Breakdown voltage

Nominal conductor diameter mm	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) V					
	Grade 1 and grade 1B		Grade 2 and grade 2B		Grade 3	
	Room temperature	Elevated temperature	Room temperature	Elevated temperature	Room temperature	Elevated temperature
0,112	1 300	1 000	2 700	2 000	3 900	2 900
0,125	1 500	1 100	2 800	2 100	4 100	3 100
0,140	1 600	1 200	3 000	2 300	4 200	3 200
0,160	1 700	1 300	3 200	2 400	4 400	3 300
0,180	1 700	1 300	3 300	2 500	4 700	3 500
0,200	1 800	1 400	3 500	2 600	5 100	3 800
0,224	1 900	1 400	3 700	2 800	5 200	3 900
0,250	2 100	1 600	3 900	2 900	5 500	4 100
0,280	2 200	1 700	4 000	3 000	5 800	4 400
0,315	2 200	1 700	4 100	3 100	6 100	4 600
0,355	2 300	1 700	4 300	3 200	6 400	4 800
0,400	2 300	1 700	4 400	3 300	6 600	5 000
0,450	2 300	1 700	4 400	3 300	6 800	5 100
0,500	2 400	1 800	4 600	3 500	7 000	5 300
0,560	2 500	1 900	4 600	3 500	7 100	5 300
0,630	2 600	2 000	4 800	3 600	7 100	5 300
0,710	2 600	2 000	4 800	3 600	7 200	5 400
0,800	2 600	2 000	4 900	3 700	7 400	5 600
0,900	2 700	2 000	5 000	3 800	7 600	5 700
1,000 up to and including 2,500	2 700	2 000	5 000	3 800	7 600	5 700

NOTE For intermediate nominal conductor diameters, the figure of the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

13.3 Nominal conductor diameters over 2,500 mm

At least four of the five specimens tested shall not break down at a voltage less than or equal to that given in table 10.

Table 10 – Breakdown voltage

Nominal conductor diameter mm	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) V					
	Grade 1 and grade 1B		Grade 2 and grade 2B		Grade 3	
	Room temperature	Elevated temperature	Room temperature	Elevated temperature	Room temperature	Elevated temperature
over 2,500	1 300	1 000	2 500	1 900	3 800	2 900

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

Le nombre de défauts pour 30 m de fil ne doit pas dépasser les valeurs du tableau 11.

Tableau 11 – Continuité de l'isolant

Diamètre nominal du conducteur mm		Nombre maximal de défauts pour 30 m		
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	Grade 1 et grade 1B	Grade 2 et grade 2B	Grade 3
–	0,050	60	24	3
0,050	0,080	60	24	3
0,080	0,125	40	15	3
0,125	1,600	25	5	3

15 Indice de température

L'essai est réalisé conformément à la CEI 60172 sur des éprouvettes non imprégnées dont le diamètre nominal du conducteur est de 1,000 mm, grade 2.

L'indice de température ne doit pas être inférieur à celui donné dans la feuille de spécification concernée et la durée de vie mesurée à la température d'essai la plus basse ne doit pas être inférieure à 5 000 h.

16 Résistance aux réfrigérants

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

17 Brasabilité

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

18 Adhérence par chaleur ou par solvant

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

19 Facteur de dissipation diélectrique

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

20 Résistance à l'huile de transformateur

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

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

The number of faults per 30 m of wire shall not exceed the values given in table 11.

Table 11 – Continuity of insulation

Nominal conductor diameter mm		Maximum number of faults per 30 m		
Over	Up to and including	Grade 1 and grade 1B	Grade 2 and grade 2B	Grade 3
–	0,050	60	24	1
0,050	0,080	60	24	3
0,080	0,125	40	15	3
0,125	1,600	25	5	3

15 Temperature index

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

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

16 Resistance to refrigerants

For requirements see the relevant specification sheet.

17 Solderability

For requirements see the relevant specification sheet.

18 Heat or solvent bonding

For requirements see the relevant specification sheet.

19 Dielectric dissipation factor

For requirements see the relevant specification sheet.

20 Resistance to transformer oil

For requirements see the relevant specification sheet.

21 Perte de masse

Pour les prescriptions, voir la feuille de spécification concernée.

30 Conditionnement

Le type de conditionnement peut avoir une influence sur certaines propriétés du fil, par exemple l'effet de ressort. 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 placé dans des 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 prises pour protéger ces couronnes, doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Des étiquettes sont fixées à chaque unité d'emballage conformément à l'accord préalable entre utilisateur et fournisseur, elles indiquent:

- a) le nom du fabricant et/ou la marque commerciale;
- b) le type de fil et d'isolant; par exemple le nom commercial et/ou le numéro de la spécification de la CEI;
- c) la masse nette de fil;
- d) la ou les dimensions nominales du fil et le grade de l'isolant;
- e) la date de fabrication.

21 Loss of mass

For requirements see the relevant specification sheet.

30 Packaging

The kind of packaging may influence certain properties of the wire, for example springback. 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.

Labels shall be attached to each packaging unit as agreed between supplier and user and shall include the following information:

- a) manufacturer's name and/or trade mark;
- b) type of wire and insulation, for instance trade name and/or IEC specification number;
- c) net mass of wire;
- d) nominal dimension(s) of wire and grade of insulation;
- e) date of manufacture.

Annexe A (informative)

Dimensions pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires (R 40)

Diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires qui peuvent être choisis par l'utilisateur pour des raisons techniques.

A.1 Fils émaillés sans couche adhérente

Tableau A.1 – Dimensions pour les fils émaillés (R 40)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance du conducteur ± mm	Accroissement minimal dû à l'isolant mm			Diamètre extérieur maximal mm		
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,019					0,023	0,026	
0,021					0,026	0,028	
0,024					0,029	0,032	
0,027					0,033	0,036	
0,030					0,037	0,041	
0,034					0,041	0,046	
0,038					0,046	0,051	
0,043					0,052	0,058	
0,048					0,059	0,065	
0,053					0,064	0,070	
0,060					0,072	0,079	
0,067	0,003	0,007	0,012	0,018	0,080	0,088	
0,075	0,003	0,007	0,014	0,020	0,089	0,095	0,102
0,085	0,003	0,008	0,015	0,022	0,100	0,107	0,114
0,095	0,003	0,008	0,016	0,023	0,111	0,119	0,126
0,106	0,003	0,009	0,017	0,026	0,123	0,132	0,140
0,118	0,003	0,010	0,019	0,028	0,136	0,145	0,154
0,132	0,003	0,011	0,021	0,030	0,152	0,162	0,171
0,150	0,003	0,012	0,023	0,033	0,171	0,182	0,193
0,170	0,003	0,013	0,025	0,036	0,194	0,205	0,217
0,190	0,003	0,014	0,027	0,039	0,216	0,228	0,240
0,212	0,003	0,015	0,029	0,043	0,240	0,254	0,268
0,236	0,004	0,017	0,032	0,048	0,267	0,283	0,298
0,265	0,004	0,018	0,033	0,050	0,297	0,314	0,330
0,300	0,004	0,019	0,035	0,053	0,334	0,352	0,360
0,335	0,004	0,020	0,038	0,057	0,372	0,391	0,408
0,375	0,005	0,021	0,040	0,060	0,414	0,434	0,453
0,425	0,005	0,022	0,042	0,064	0,466	0,488	0,508
0,475	0,005	0,024	0,045	0,067	0,519	0,541	0,562
0,530	0,006	0,025	0,047	0,071	0,576	0,600	0,623
0,600	0,006	0,027	0,050	0,075	0,649	0,674	0,698
0,670	0,007	0,028	0,053	0,080	0,722	0,749	0,774
0,750	0,008	0,030	0,056	0,085	0,805	0,834	0,861
0,850	0,009	0,032	0,060	0,090	0,909	0,939	0,968
0,950	0,010	0,034	0,063	0,095	1,012	1,044	1,074
1,060	0,011	0,034	0,065	0,098	1,124	1,157	1,188
1,180	0,012	0,035	0,067	0,100	1,246	1,279	1,311
1,320	0,013	0,036	0,069	0,103	1,388	1,422	1,455
1,500	0,015	0,038	0,071	0,107	1,570	1,606	1,640
1,700	0,017	0,039	0,073	0,110	1,772	1,809	1,844

Annex A (informative)

Dimensions for intermediate nominal conductor diameters (R 40)

Intermediate nominal conductor diameters from which the user may select intermediate sizes only for technical reasons.

A.1 Enamelled wires without a bonding layer

Table A.1 – Dimensions of enamelled wires (R 40)

Nominal conductor diameter mm	Conductor tolerance ± mm	Minimum increase due to the insulation mm			Maximum overall diameter mm		
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,019					0,023	0,026	
0,021					0,026	0,028	
0,024					0,029	0,032	
0,027					0,033	0,036	
0,030					0,037	0,041	
0,034					0,041	0,046	
0,038					0,046	0,051	
0,043					0,052	0,058	
0,048					0,059	0,065	
0,053					0,064	0,070	
0,060					0,072	0,079	
0,067	0,003	0,007	0,012	0,018	0,080	0,088	
0,075	0,003	0,007	0,014	0,020	0,089	0,095	0,102
0,085	0,003	0,008	0,015	0,022	0,100	0,107	0,114
0,095	0,003	0,008	0,016	0,023	0,111	0,119	0,126
0,106	0,003	0,009	0,017	0,026	0,123	0,132	0,140
0,118	0,003	0,010	0,019	0,028	0,136	0,145	0,154
0,132	0,003	0,011	0,021	0,030	0,152	0,162	0,171
0,150	0,003	0,012	0,023	0,033	0,171	0,182	0,193
0,170	0,003	0,013	0,025	0,036	0,194	0,205	0,217
0,190	0,003	0,014	0,027	0,039	0,216	0,228	0,240
0,212	0,003	0,015	0,029	0,043	0,240	0,254	0,268
0,236	0,004	0,017	0,032	0,048	0,267	0,283	0,298
0,265	0,004	0,018	0,033	0,050	0,297	0,314	0,330
0,300	0,004	0,019	0,035	0,053	0,334	0,352	0,360
0,335	0,004	0,020	0,038	0,057	0,372	0,391	0,408
0,375	0,005	0,021	0,040	0,060	0,414	0,434	0,453
0,425	0,005	0,022	0,042	0,064	0,466	0,488	0,508
0,475	0,005	0,024	0,045	0,067	0,519	0,541	0,562
0,530	0,006	0,025	0,047	0,071	0,576	0,600	0,623
0,600	0,006	0,027	0,050	0,075	0,649	0,674	0,698
0,670	0,007	0,028	0,053	0,080	0,722	0,749	0,774
0,750	0,008	0,030	0,056	0,085	0,805	0,834	0,861
0,850	0,009	0,032	0,060	0,090	0,909	0,939	0,968
0,950	0,010	0,034	0,063	0,095	1,012	1,044	1,074
1,060	0,011	0,034	0,065	0,098	1,124	1,157	1,188
1,180	0,012	0,035	0,067	0,100	1,246	1,279	1,311
1,320	0,013	0,036	0,069	0,103	1,388	1,422	1,455
1,500	0,015	0,038	0,071	0,107	1,570	1,606	1,640
1,700	0,017	0,039	0,073	0,110	1,772	1,809	1,844

Tableau A.1 (fin)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance du conducteur ± mm	Accroissement minimal dû à l'isolant mm			Diamètre extérieur maximal mm		
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Grade 2	Grade 3
1,900	0,019	0,040	0,075	0,113	1,974	2,012	2,048
2,120	0,021	0,041	0,077	0,116	2,196	2,235	2,272
2,360	0,024	0,042	0,079	0,119	2,438	2,478	2,516
2,650	0,027	0,043	0,081	0,123	2,730	2,772	2,811
3,000	0,030	0,045	0,084	0,127	3,083	3,126	3,166
3,350	0,034	0,046	0,086	0,130	3,435	3,479	3,521
3,750	0,038	0,047	0,089	0,134	3,838	3,883	3,926
4,250	0,043	0,049	0,092	0,138	4,341	4,387	4,431
4,750	0,048	0,050	0,094	0,142	4,843	4,891	4,936

NOTE Les comités nationaux peuvent utiliser des prescriptions de diamètres extérieurs minimaux, à condition que ces derniers soient déterminés à partir des surépaisseurs minimales. Pour le calcul, voir l'annexe B.

A.2 Fils émaillés avec une couche adhérente

Tableau A.2 – Dimensions pour les fils émaillés avec une couche adhérente (R 40)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance du conducteur ± mm	Accroissement minimal de la sous-couche mm		Accroissement minimal de la couche adhérente mm	Diamètre extérieur maximal mm	
		Grade 1B	Grade 2B		Grade 1B	Grade 2B
0,021					0,029	0,031
0,024					0,032	0,035
0,027					0,037	0,040
0,030					0,042	0,046
0,034					0,047	0,052
0,038						
0,043					0,052	0,057
0,048					0,059	0,065
0,053					0,067	0,073
0,060					0,072	0,078
					0,081	0,088
0,067	0,003	0,007	0,012	0,006	0,090	0,098
0,075	0,003	0,007	0,014	0,007	0,100	0,106
0,085	0,003	0,008	0,015	0,007	0,112	0,119
0,095	0,003	0,008	0,016	0,007	0,123	0,131
0,106	0,003	0,009	0,017	0,008	0,136	0,145
0,118	0,003	0,010	0,019	0,009	0,150	0,159
0,132	0,003	0,011	0,021	0,010	0,167	0,177
0,150	0,003	0,012	0,023	0,010	0,186	0,197
0,170	0,003	0,013	0,025	0,010	0,210	0,221
0,190	0,003	0,014	0,027	0,011	0,233	0,245
0,212	0,003	0,015	0,029	0,012	0,258	0,272
0,236	0,004	0,017	0,032	0,013	0,286	0,302
0,265	0,004	0,018	0,033	0,013	0,316	0,333
0,300	0,004	0,019	0,035	0,014	0,354	0,372
0,335	0,004	0,020	0,038	0,015	0,393	0,412
0,375	0,005	0,021	0,040	0,016	0,436	0,456
0,425	0,005	0,022	0,042	0,016	0,489	0,511
0,475	0,005	0,024	0,045	0,017	0,543	0,565
0,530	0,006	0,025	0,047	0,017	0,600	0,624
0,600	0,006	0,027	0,050	0,018	0,674	0,699

Table A.1 (concluded)

Nominal conductor diameter mm	Conductor tolerance ± mm	Minimum increase due to the insulation mm			Maximum overall diameter mm		
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Grade 2	Grade 3
1,900	0,019	0,040	0,075	0,113	1,974	2,012	2,048
2,120	0,021	0,041	0,077	0,116	2,196	2,235	2,272
2,360	0,024	0,042	0,079	0,119	2,438	2,478	2,516
2,650	0,027	0,043	0,081	0,123	2,730	2,772	2,811
3,000	0,030	0,045	0,084	0,127	3,083	3,126	3,166
3,350	0,034	0,046	0,086	0,130	3,435	3,479	3,521
3,750	0,038	0,047	0,089	0,134	3,838	3,883	3,926
4,250	0,043	0,049	0,092	0,138	4,341	4,387	4,431
4,750	0,048	0,050	0,094	0,142	4,843	4,891	4,936

NOTE National committees may use minimum overall diameter requirements provided they are based on the minimum increases. The calculation is given in annex B.

A.2 Enamelled wires with a bonding layer**Table A.2 – Dimensions of enamelled wires with a bonding layer (R 40)**

Nominal conductor diameter mm	Conductor tolerance ± mm	Minimum increase underlying coating mm		Minimum increase bonding layer mm	Maximum overall diameter mm	
		Grade 1B	Grade 2B		Grade 1B	Grade 2B
0,021					0,029	0,031
0,024					0,032	0,035
0,027					0,037	0,040
0,030					0,042	0,046
0,034					0,047	0,052
0,038						
0,043					0,052	0,057
0,048					0,059	0,065
0,053					0,067	0,073
0,060					0,072	0,078
					0,081	0,088
0,067	0,003	0,007	0,012	0,006	0,090	0,098
0,075	0,003	0,007	0,014	0,007	0,100	0,106
0,085	0,003	0,008	0,015	0,007	0,112	0,119
0,095	0,003	0,008	0,016	0,007	0,123	0,131
0,106	0,003	0,008	0,017	0,008	0,136	0,145
0,118	0,003	0,010	0,019	0,009	0,150	0,159
0,132	0,003	0,011	0,021	0,010	0,167	0,177
0,150	0,003	0,012	0,023	0,010	0,186	0,197
0,170	0,003	0,013	0,025	0,010	0,210	0,221
0,190	0,003	0,014	0,027	0,011	0,233	0,245
0,212	0,003	0,015	0,029	0,012	0,258	0,272
0,236	0,004	0,017	0,032	0,013	0,286	0,302
0,265	0,004	0,018	0,033	0,013	0,316	0,333
0,300	0,004	0,019	0,035	0,014	0,354	0,372
0,335	0,004	0,020	0,038	0,015	0,393	0,412
0,375	0,005	0,021	0,040	0,016	0,436	0,456
0,425	0,005	0,022	0,042	0,016	0,489	0,511
0,475	0,005	0,024	0,045	0,017	0,543	0,565
0,530	0,006	0,025	0,047	0,017	0,600	0,624
0,600	0,006	0,027	0,050	0,018	0,674	0,699

Table A.2 (*fin*)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance du conducteur ± mm	Accroissement minimal de la sous-couche mm		Accroissement minimal de la couche adhérente mm	Diamètre extérieur maximal mm	
		Grade 1B	Grade 2B		Grade 1B	Grade 2B
0,670	0,007	0,028	0,053	0,019	0,748	0,775
0,750	0,008	0,030	0,056	0,020	0,832	0,861
0,850	0,009	0,032	0,060	0,020	0,937	0,967
0,950	0,010	0,034	0,063	0,021	1,041	1,073
1,060	0,011	0,034	0,065	0,022	1,154	1,187
1,180	0,012	0,035	0,067	0,022	1,276	1,309
1,320	0,013	0,036	0,069	0,023	1,419	1,453
1,500	0,015	0,038	0,071	0,023	1,602	1,638
1,700	0,017	0,039	0,073	0,024	1,805	1,842
1,900	0,019	0,040	0,075	0,025	2,008	2,046

NOTE Les comités nationaux peuvent utiliser des prescriptions de diamètres extérieurs minimaux, à condition que ces derniers soient déterminés à partir des surépaisseurs minimales. Pour le calcul, voir l'annexe B.

Table A.2 (concluded)

Nominal conductor diameter	Conductor tolerance	Minimum increase underlying coating		Minimum increase bonding layer	Maximum overall diameter	
		mm			mm	
	mm	± mm	Grade 1B	Grade 2B	mm	Grade 1B
0,670	0,007	0,028	0,053	0,019	0,748	0,775
0,750	0,008	0,030	0,056	0,020	0,832	0,861
0,850	0,009	0,032	0,060	0,020	0,937	0,967
0,950	0,010	0,034	0,063	0,021	1,041	1,073
1,060	0,011	0,034	0,065	0,022	1,154	1,187
1,180	0,012	0,035	0,067	0,022	1,276	1,309
1,320	0,013	0,036	0,069	0,023	1,419	1,453
1,500	0,015	0,038	0,071	0,023	1,602	1,638
1,700	0,017	0,039	0,073	0,024	1,805	1,842
1,900	0,019	0,040	0,075	0,025	2,008	2,046

NOTE National committees may use minimum overall diameter requirements provided they are based on the minimum increases. The calculation is given in annex B.

Annexe B (informative)

Méthode pour le calcul du diamètre extérieur minimal

B.1 Fils émaillés sans couche adhérente

Les diamètres extérieurs minimaux sont calculés sur la base suivante:

grade 1: diamètre nominal du conducteur + accroissement minimal grade 1*;

grade 2: diamètre extérieur maximal grade 1 + 0,001 mm;

grade 3: diamètre extérieur maximal grade 2 + 0,001 mm.

* Pour les diamètres nominaux des conducteurs inférieurs à 0,071 mm, le chiffre de l'accroissement minimal pour le grade 1 est 0,1 fois le diamètre nominal du conducteur.

B.2 Fils émaillés avec une couche adhérente

Les diamètres extérieurs minimaux sont calculés sur la base suivante:

grade 1B: diamètre nominal du conducteur + accroissement minimal de la sous-couche du grade 1B* + l'accroissement minimal de la couche adhérente;

grade 2B: diamètre extérieur du conducteur + accroissement minimal de la sous-couche du grade 2B* + l'accroissement minimal de la couche adhérente.

* Pour les diamètres nominaux des conducteurs inférieurs à 0,071 mm, la valeur de l'accroissement minimal de la sous-couche est:

pour le grade 1B: 0,1 fois le diamètre nominal du conducteur;

pour le grade 2B: 0,2 fois le diamètre nominal du conducteur.

Pour l'accroissement minimal de la couche adhérente, voir le tableau ci-dessous.

Diamètre nominal du conducteur mm	Accroissement minimal de la couche adhérente mm
0,020	0,001
0,022	0,002
0,025	0,002
0,028	0,003
0,032	0,003
0,036	0,004
0,040	0,004
0,045	0,004
0,050	0,005
0,056	0,005
0,063	0,005

Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la valeur de l'accroissement minimal correspondant à celui du diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

Annex B (informative)

Method for the calculation of minimum overall diameter

B.1 Enamelled wires without a bonding layer

The minimum overall diameters are calculated on the following basis:

grade 1: Nominal conductor diameter + minimum increase grade 1*;

grade 2: Maximum overall diameter grade 1 + 0,001 mm;

grade 3: Maximum overall diameter grade 2 + 0,001 mm.

* For nominal conductor diameters smaller than 0,071 mm the minimum increase figure for Grade 1 is 0,1 times the nominal conductor diameter.

B.2 Enamelled wires with a bonding layer

The minimum overall diameters are calculated on the following basis:

grade 1B: Nominal conductor diameter + minimum increase of the underlying coating of grade 1B* + the minimum increase of the bonding layer.

grade 2B: Nominal conductor diameter + minimum increase of the underlying coating of grade 2B* + the minimum increase of the bonding layer.

* For nominal conductor diameters smaller than 0,071 mm the minimum increase figure of the underlying coating is:

for grade 1B: 0,1 times the nominal conductor diameter;

for grade 2B: 0,2 times the nominal conductor diameter.

For the minimum increase of the bonding layer, see table below:

Nominal conductor diameter mm	Minimum increase bonding layer mm
0,020	0,001
0,022	0,002
0,025	0,002
0,028	0,003
0,032	0,003
0,036	0,004
0,040	0,004
0,045	0,004
0,050	0,005
0,056	0,005
0,063	0,005

For intermediate nominal conductor diameters, the minimum increase figure corresponding to the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

Annexe C (informative)

Méthode pour le calcul de la résistance linéique

Les valeurs extrêmes de la résistance électrique sont calculées sur les bases suivantes:

C.1 Pour diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 0,063 mm

Les valeurs des rapports:

$K_{\min}$ de la résistance minimale à la résistance nominale et

$K_{\max}$ de la résistance maximale à la résistance nominale

sont imposées pour chaque diamètre nominal du conducteur.

La résistance linéique est calculée à partir de:

$$R_{\min} = K_{\min} \times \rho_{\text{nom}} \times (\Omega \text{ m}^{-1})$$

$$R_{\max} = K_{\max} \times \rho_{\text{nom}} \times (\Omega \text{ m}^{-1})$$

où:

$K_{\min}$ et $K_{\max}$ ont les valeurs données dans le tableau ci-dessous;

ρ_{nom} est prise égale à $1/58,5 \Omega \text{ mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$;

q_{nom} est la section droite en millimètres carrés, calculée à partir de d_{nom} selon la relation

$$q_{\text{nom}} = \frac{\pi}{4} \times d_{\text{nom}}^2$$

Tableau C.1 – Rapports

d_{nom} mm	$K_{\min}$	$K_{\max}$
0,018	0,900	1,100
0,020	0,900	1,100
0,022	0,900	1,100
0,025	0,900	1,100
0,028	0,900	1,100
0,032	0,900	1,100
0,036	0,903	1,097
0,040	0,903	1,097
0,045	0,903	1,097
0,050	0,910	1,090
0,056	0,910	1,090
0,063	0,920	1,080

Annex C (informative)

Method for the calculation of linear resistance

The limits of electrical resistance are calculated on the following basis:

C.1 For nominal conductor diameters up to and including 0,063 mm

The values of the ratios:

$K_{\min}$ of the minimum resistance to the nominal resistance, and

$K_{\max}$ of the maximum resistance to the nominal resistance

are given for each nominal conductor diameter.

The linear resistance is calculated from:

$$R_{\min} = K_{\min} \times \rho_{\text{nom}} \times (\Omega \text{ m}^{-1})$$

$$R_{\max} = K_{\max} \times \rho_{\text{nom}} \times (\Omega \text{ m}^{-1})$$

where

$K_{\min}$ and $K_{\max}$ have the values given in table C.1;

ρ_{nom} is $1/58,5 \Omega \text{ mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$;

q_{nom} is the cross-section of the conductor in square millimetres, calculated from d_{nom} by

$$q_{\text{nom}} = \frac{\pi}{4} \times d_{\text{nom}}^2$$

Table C.1 – Ratios

d_{nom} mm	$K_{\min}$	$K_{\max}$
0,018	0,900	1,100
0,020	0,900	1,100
0,022	0,900	1,100
0,025	0,900	1,100
0,028	0,900	1,100
0,032	0,900	1,100
0,036	0,903	1,097
0,040	0,903	1,097
0,045	0,903	1,097
0,050	0,910	1,090
0,056	0,910	1,090
0,063	0,920	1,080