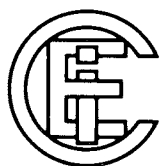


NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
317-26

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale

International Electrotechnical Commission

Международная Электротехническая Комиссия

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Vingt-sixième partie: Fil de bobinage de section circulaire
en cuivre émaillé avec polyamide-imide, classe 200

Specifications for particular types of winding wires

Part 26: Polyamide-imide enamelled round copper
winding wire, class 200

Publication
317-26: 1988

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
317-26

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Vingt-sixième partie: Fil de bobinage de section circulaire
en cuivre émaillé avec polyamide-imide, classe 200

Specifications for particular types of winding wires

Part 26: Polyamide-imide enamelled round copper
winding wire, class 200

© CEI 1988 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 photocopie 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Notes générales concernant les méthodes d'essai	6
4. Dimensions	8
5. Résistance électrique	12
6. Allongement	12
7. Effet de ressort	14
8. Souplesse et adhérence	16
9. Choc thermique	18
10. Thermoplasticité	18
11. Résistance à l'abrasion	18
12. Résistance aux solvants	20
13. Tension de claquage	20
14. Continuité de l'isolant	24
15. Endurance thermique	24
16. Résistance aux réfrigérants	24
17. Brasabilité	24
18. Adhérence par chaleur et par solvant	24
19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques	24
20. Résistance à l'huile de transformateur en présence d'eau	26
21. Perte de masse	26
22. Défaillance à haute température	26
30. Conditionnement	26
 ANNEXE A - Méthode de calcul de la résistance linéique	28
ANNEXE B - Résistance	30
ANNEXE C - Méthode pour le calcul du diamètre extérieur minimal	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General notes on test methods	7
4. Dimensions	9
5. Electrical resistance	13
6. Elongation	13
7. Springiness	15
8. Flexibility and adherence	17
9. Heat shock	19
10. Cut through	19
11. Resistance to abrasion	19
12. Solvent resistance	21
13. Breakdown voltage	21
14. Continuity of covering	25
15. Thermal endurance	25
16. Resistance to refrigerants	25
17. Solderability	25
18. Heat and solvent bonding	25
19. Dielectric loss tangent	25
20. Resistance to transformer oil in the presence of water	27
21. Loss of mass	27
22. High temperature failure	27
30. Packaging	27
APPENDIX A - Method of calculation of linear resistance	29
APPENDIX B - Resistance	31
APPENDIX C - Method for the calculation of minimum overall diameter	33

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPECIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Vingt-sixième partie: Fil de bobinage de section circulaire en cuivre
émaillé avec polyamide-imide, classe 200

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 55 de la CEI: Fils de bobinage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
55(BC)320	55(BC)357

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 172 (1987): Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés.
182: Dimensions de base des fils de bobinage.
182-1 (1984): Première partie: Diamètres de conducteurs pour fils de bobinage de section circulaire.
182-2 (1987): Deuxième partie: Diamètres extérieurs maximaux des fils de bobinage de section circulaire, émaillés.
264: Conditionnement des fils de bobinage.
317: Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage.
851: Méthodes d'essai des fils de bobinage.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRESPart 26: Polyamide-imide enamelled round copper
winding wire, class 200

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 55: Winding wires.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
55(C0)320	55(C0)357

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 172 (1987): Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires.
182: Basic dimensions of winding wires.
182-1 (1984): Part 1: Diameters of conductors for round winding wires.
182-2 (1987): Part 2: Maximum overall diameters of enamelled round winding wires.
264: Packaging of winding wires.
317: Specifications for particular types of winding wires.
851: Methods of test for winding wires.

SPECIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Vingt-sixième partie: Fil de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé avec polyamide-imide, classe 200

INTRODUCTION

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

- 1) Les dimensions de base (Publication 182 de la CEI).
- 2) Les méthodes d'essai (Publication 851 de la CEI).
- 3) Les spécifications (Publication 317 de la CEI).
- 4) Le conditionnement (Publication 264 de la CEI).

1. Domaine d'application

La présente norme concerne les fils de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé de classe 200 avec un revêtement unique à base de résine polyamide-imide.

Note. - Un revêtement unique est un isolant fait d'un seul matériau.

Une classe 200 est une classe thermique qui exige un indice de température minimal de 200 et une température de choc thermique d'au moins 220 °C.

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

- Grade 1: 0,071 mm jusqu'à et y compris 1,600 mm
- Grade 2: 0,071 mm jusqu'à et y compris 0,500 mm.

Note. - Les diamètres nominaux des conducteurs sont pris dans la Publication 182-1 de la CEI.

2. Objet

Normaliser des exigences et des dimensions pour la gamme des fils mentionnée dans l'article 1.

3. Notes générales concernant les méthodes d'essai

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente norme figurent dans la Publication 851 de la CEI.

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRESPart 26: Polyamide-imide enamelled round copper
winding wire, class 200

INTRODUCTION

This standard is one of a series which deals with insulated wires used for windings in electrical equipment. The series has four groups describing:

- 1) Basic dimensions (IEC Publication 182).
- 2) Methods of test (IEC Publication 851).
- 3) Specifications (IEC Publication 317).
- 4) Packaging (IEC Publication 264).

1. Scope

This standard relates to enamelled round copper winding wire of class 200 with a sole coating based on polyamide-imide resin.

Note.- A sole coating is an insulation made of one material.

Class 200 is a thermal class that requires a minimum temperature index of 200 and a heat shock temperature of at least 220 °C.

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

- Grade 1: 0.071 mm up to and including 1.600 mm
- Grade 2: 0.071 mm up to and including 0.500 mm.

Note.- The nominal conductor diameters are taken from IEC Publication 182-1.

2. Object

To standardize requirements and dimensions for the range of wires referred to in Clause 1.

3. General notes on test methods

All methods of test used in this standard are given in IEC Publication 851.

Les numéros d'articles dans cette publication sont identiques aux numéros d'essais respectifs de la Publication 851 de la CEI.

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente norme, la Publication 317-26 de la CEI 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 de spécification.

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%. Le fil doit, avant exécution des mesures, être préconditionné dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que le fil 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.

Note. - Lorsque le terme "fil" est utilisé, il indique le matériau isolé à l'état de livraison; lorsque le terme "conducteur" est utilisé, il indique le métal nu après enlèvement du revêtement.

4. Dimensions

4.1 Diamètre extérieur maximal

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

Tableau I

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Diamètre extérieur maximal (mm)		Diamètre nominal du conducteur (mm)	Diamètre extérieur maximal (mm)	
	Grade 1	Grade 2		Grade 1	Grade 2
0,071	0,084	0,091	0,400	0,439	0,459
0,080	0,094	0,101	0,450	0,491	0,513
0,090	0,105	0,113	0,500	0,544	0,566
0,100	0,117	0,125	0,560	0,606	-
0,112	0,130	0,139	0,630	0,679	-
0,125	0,144	0,154	0,710	0,762	-
0,140	0,160	0,171	0,800	0,855	-
0,160	0,182	0,194	0,900	0,959	-
0,180	0,204	0,217	1,000	1,062	-
0,200	0,226	0,239	1,120	1,184	-
0,224	0,252	0,266	1,250	1,316	-
0,250	0,281	0,297	1,400	1,468	-
0,280	0,312	0,329	1,600	1,670	-
0,315	0,349	0,367			
0,355	0,392	0,411			

The clause numbers used in this publication are identical with the respective test numbers of IEC Publication 851.

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this standard, IEC Publication 317-26 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.

Note.- Where the word "wire" is used, it means the insulated wire as received; where the word "conductor" is used, it means the bare metal after removal of the coating.

4. Dimensions

4.1 Maximum overall diameter

The overall diameter shall not exceed the values given in Table I.

Table I

Nominal conductor diameter (mm)	Maximum overall diameter (mm)		Nominal conductor diameter (mm)	Maximum overall diameter (mm)	
	Grade 1	Grade 2		Grade 1	Grade 2
0.071	0.084	0.091	0.400	0.439	0.459
0.080	0.094	0.101	0.450	0.491	0.513
0.090	0.105	0.113	0.500	0.544	0.566
0.100	0.117	0.125	0.560	0.606	-
0.112	0.130	0.139	0.630	0.679	-
0.125	0.144	0.154	0.710	0.762	-
0.140	0.160	0.171	0.800	0.855	-
0.160	0.182	0.194	0.900	0.959	-
0.180	0.204	0.217	1.000	1.062	-
0.200	0.226	0.239	1.120	1.184	-
0.224	0.252	0.266	1.250	1.316	-
0.250	0.281	0.297	1.400	1.468	-
0.280	0.312	0.329	1.600	1.670	-
0.315	0.349	0.367			
0.355	0.392	0.411			

Notes 1.- Les diamètres extérieurs maximaux sont pris dans la Publication 182-2 de la CEI.

2.- Pour les diamètres extérieurs maximaux des diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires (R40), voir l'annexe A de la Publication 182-2 de la CEI.

4.2 Tolérance sur le diamètre du conducteur

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure à la tolérance donnée dans le tableau II.

Tableau II

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Tolérance $\pm$ (mm)	Diamètre nominal du conducteur (mm)	Tolérance $\pm$ (mm)
0,071	0,003	0,400	0,005
0,080	0,003	0,450	0,005
0,090	0,003	0,500	0,005
0,100	0,003	0,560	0,006
0,112	0,003	0,630	0,006
0,125	0,003	0,710	0,007
0,140	0,003	0,800	0,008
0,160	0,003	0,900	0,009
0,180	0,003	1,000	0,010
0,200	0,003	1,120	0,011
0,224	0,003	1,250	0,013
0,250	0,004	1,400	0,014
0,280	0,004	1,600	0,016
0,315	0,004		
0,355	0,004		

Note.- Pour les diamètres nominaux des conducteurs intermédiaires, utiliser la tolérance donnée pour le diamètre nominal du conducteur immédiatement supérieur.

4.3 Faux-rond du conducteur

En chaque point, la différence entre les diamètres minimal et maximal ne doit pas être supérieure à la valeur des colonnes 2 et 4 du tableau II.

4.4 Accroissement minimal de diamètre dû à l'isolant

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

Notes 1.- The maximum overall diameters are taken from IEC Publication 182-2.

2.- For the maximum overall diameters of intermediate nominal conductor diameters (R40), see Appendix A of IEC Publication 182-2.

4.2 Tolerance on conductor diameter

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

Table II

Nominal conductor diameter (mm)	Tolerance + - (mm)	Nominal conductor diameter (mm)	Tolerance + - (mm)
0.071	0.003	0.400	0.005
0.080	0.003	0.450	0.005
0.090	0.003	0.500	0.005
0.100	0.003	0.560	0.006
0.112	0.003	0.630	0.006
0.125	0.003	0.710	0.007
0.140	0.003	0.800	0.008
0.160	0.003	0.900	0.009
0.180	0.003	1.000	0.010
0.200	0.003	1.120	0.011
0.224	0.003	1.250	0.013
0.250	0.004	1.400	0.014
0.280	0.004	1.600	0.016
0.315	0.004		
0.355	0.004		

Note.- For intermediate nominal conductor diameters, the tolerance of the next largest nominal conductor diameter shall be taken.

4.3 Out-of-roundness of conductor

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

4.4 Minimum increase in diameter due to the insulation

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

Tableau III

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Accroissement minimal (mm)		Diamètre nominal du conducteur (mm)	Accroissement minimal (mm)	
	Grade 1	Grade 2		Grade 1	Grade 2
0,071	0,007	0,012	0,400	0,021	0,040
0,080	0,007	0,014	0,450	0,022	0,042
0,090	0,008	0,015	0,500	0,024	0,045
0,100	0,008	0,016	0,560	0,025	-
0,112	0,009	0,017	0,630	0,027	-
0,125	0,010	0,019	0,710	0,028	-
0,140	0,011	0,021	0,800	0,030	-
0,160	0,012	0,023	0,900	0,032	-
0,180	0,013	0,025	1,000	0,034	-
0,200	0,014	0,027	1,120	0,034	-
0,224	0,015	0,029	1,250	0,035	-
0,250	0,017	0,032	1,400	0,036	-
0,280	0,018	0,033	1,600	0,038	-
0,315	0,019	0,035			
0,355	0,020	0,038			

Notes 1.- Les Comités nationaux peuvent utiliser des prescriptions de diamètres extérieurs minimaux à condition que ces derniers soient déterminés à partir des surépaisseurs minimales spécifiées dans le tableau III.

Pour le calcul, voir l'annexe C.

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.

5. Résistance électrique

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 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 B.

Note.- Pour la résistance électrique nominale, voir l'annexe B.

6. Allongement

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

Table III

Nominal conductor diameter (mm)	Minimum increase (mm)		Nominal conductor diameter (mm)	Minimum increase (mm)	
	Grade 1	Grade 2		Grade 1	Grade 2
0.071	0.007	0.012	0.400	0.021	0.040
0.080	0.007	0.014	0.450	0.022	0.042
0.090	0.008	0.015	0.500	0.024	0.045
0.100	0.008	0.016	0.560	0.025	-
0.112	0.009	0.017	0.630	0.027	-
0.125	0.010	0.019	0.710	0.028	-
0.140	0.011	0.021	0.800	0.030	-
0.160	0.012	0.023	0.900	0.032	-
0.180	0.013	0.025	1.000	0.034	-
0.200	0.014	0.027	1.120	0.034	-
0.224	0.015	0.029	1.250	0.035	-
0.250	0.017	0.032	1.400	0.036	-
0.280	0.018	0.033	1.600	0.038	-
0.315	0.019	0.035			
0.355	0.020	0.038			

Notes 1.- National Committees may use minimum overall diameter requirements provided they are based on the minimum increases as specified in Table III.

For the calculation see Appendix C.

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

5. Electrical resistance

No resistance values are specified.

By agreement between purchaser and supplier, resistance measurements may be made for nominal conductor diameters up to and including 1.000 mm.

In the case of such an agreement, the resistance at 20 °C shall be within the limits given in Appendix B.

Note.- For the nominal resistance, see Appendix B.

6. Elongation

The elongation at fracture shall not be less than the value given in Table IV.

Tableau IV

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

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

7. Effet de ressort

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

Tableau V

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Diamètre du mandrin (mm)	Traction (N)	Effet de ressort maximal (degrés)	
			Grade	
			1	2
0,080 0,090 0,100	5	0,25	70 67 64	80 77 73
0,112 0,125 0,140	7	0,50	64 62 59	73 70 67
0,160 0,180 0,200	10	1,0	59 57 54	67 65 62

Table IV

Nominal conductor diameter (mm)	Elongation minimum (%)	Nominal conductor diameter (mm)	Elongation minimum (%)
0.071	13	0.400	24
0.080	14	0.450	25
0.090	15	0.500	25
0.100	16	0.560	26
0.112	17	0.630	27
0.125	17	0.710	28
0.140	18	0.800	28
0.160	19	0.900	29
0.180	20	1.000	30
0.200	21	1.120	30
0.224	21	1.250	31
0.250	22	1.400	32
0.280	22	1.600	32
0.315	23		
0.355	23		

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

7. Springiness

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

Table V

Nominal conductor diameter (mm)	Mandrel diameter (mm)	Tension (N)	Maximum springback (degrees)	
			Grade	
			1	2
0.080 0.090 0.100	5	0.25	70 67 64	80 77 73
0.112 0.125 0.140	7	0.50	64 62 59	73 70 67
0.160 0.180 0.200	10	1.0	59 57 54	67 65 62

Tableau V (suite)

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Diamètre du mandrin (mm)	Traction (N)	Effet de ressort maximal (degrés)	
			Grade	
			1	2
0,224 0,250 0,280	12,5	2,0	51 49 47	59 56 53
0,315 0,355 0,400	19	4,0	50 48 45	55 53 50
0,450 0,500 0,560	25	8,0	44 43 41	48 47 -
0,630 0,710 0,800	37,5	12,0	46 44 41	- - -
0,900 1,000 1,120 1,250 1,400 1,600	50	15,0	45 42 39 35 32 28	- - - - - -

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.

8. Souplesse et adhérence

8.1 Essai d'enroulement sur mandrin

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

Tableau VI

Diamètre nominal du conducteur (mm)		Allongement avant enroulement sur mandrin (%)	Diamètre du mandrin*
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris		
-	1,600	-	D

* D = le diamètre extérieur du fil.

Table V (continued)

Nominal conductor diameter (mm)	Mandrel diameter (mm)	Tension (N)	Maximum springback (degrees)	
			Grade	
			1	2
0.224 0.250 0.280	12.5	2.0	51 49 47	59 56 53
0.315 0.355 0.400	19	4.0	50 48 45	55 53 50
0.450 0.500 0.560	25	8.0	44 43 41	48 47 -
0.630 0.710 0.800	37.5	12.0	46 44 41	- - -
0.900 1.000 1.120 1.250 1.400 1.600	50	15.0	45 42 39 35 32 28	- - - - - -

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

8. Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test

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

Table VI

Nominal conductor diameter (mm)		Elongation before winding on mandrel (%)	Mandrel diameter*
Over	Up to and including		
-	1.600	-	D

* D = overall diameter of the wire.

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

Le revêtement ne doit présenter ni craquelures ni décollement.

8.3 *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 du diamètre nominal du conducteur d_{nom} :

$$R = \frac{K}{d_{nom}}$$

arrondi au nombre entier immédiatement inférieur de révolutions.

Le nombre K utilisé pour le calcul doit être égal à 75 mm.

9. Choc thermique

A, 220 °C minimal:

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure. Le diamètre du mandrin est celui qui est spécifié dans le tableau VII.

Tableau VII

Diamètre nominal du conducteur (mm)		Diamètre du mandrin**
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
-	0,160	3D*
0,160	0,250	4D*
0,250	1,000	2D
1,000	1,600	3D

* Avant d'être enroulée sur le mandrin, l'éprouvette doit être allongée de 20% ou jusqu'à la rupture du cuivre, la valeur la plus basse étant retenue.

** D = le diamètre extérieur du fil.

10. Thermoplasticité

Aucun claquage ne doit se produire pendant 2 min à une température de 350 °C.

11. Résistance à l'abrasion

11.1 *Diamètres nominaux des conducteurs au moins égaux à 0,250 mm et inférieurs ou égaux à 1,600 mm*

Le fil doit répondre aux prescriptions du tableau VIII.

8.2 *Jerk test* (nominal conductor diameters up to and including 1.000 mm)

The coating shall show no crack or loss of adhesion.

8.3 *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} :

$$R = \frac{K}{d_{\text{nom}}}$$

rounded down to a whole number of revolutions.

The constant K used for the calculation shall be 75 mm.

9. Heat shock

At 220 °C minimum:

The coating shall show no crack. The mandrel diameter shall be as specified in Table VII.

Table VII

Nominal conductor diameter (mm)		Mandrel diameter**
Over	Up to and including	
0.160	0.160	3D*
0.250	0.250	4D*
1.000	1.000	2D
	1.600	3D

* Before winding on the mandrel, the specimen shall be stretched 20% or to the breaking-point of the copper, whichever is less.

** D = overall diameter of the wire.

10. Cut through

No failure shall occur within 2 min at 350 °C.

11. Resistance to abrasion

11.1 *Nominal conductor diameters from 0.250 mm up to and including 1.600 mm*

The wire shall meet the requirements given in Table VIII.

Tableau VIII

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Grade 1		Grade 2	
	Charge minimale moyenne de rupture (N)	Charge minimale de rupture d'une mesure (N)	Charge minimale moyenne de rupture (N)	Charge minimale de rupture d'une mesure (N)
0,250	3,00	2,55	4,90	4,15
0,280	3,25	2,75	5,25	4,45
0,315	3,50	2,95	5,65	4,80
0,355	3,75	3,20	6,05	5,15
0,400	4,05	3,45	6,50	5,50
0,450	4,35	3,70	7,00	5,90
0,500	4,65	3,95	7,50	6,35
0,560	5,00	4,25	-	-
0,630	5,35	4,55	-	-
0,710	5,70	4,85	-	-
0,800	6,10	5,15	-	-
0,900	6,55	5,55	-	-
1,000	7,05	5,95	-	-
1,120	7,60	6,45	-	-
1,250	8,20	6,95	-	-
1,400	8,80	7,45	-	-
1,600	9,45	8,00	-	-

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

12. Résistance aux solvants

12.1 Essai au 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 aux paragraphes 13.1 et 13.2, respectivement, lorsqu'il est essayé à la température ambiante, et à la température de 200 °C quand ceci est demandé par l'acheteur.

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 IX.

Table VIII

Nominal conductor diameter (mm)	Grade 1		Grade 2	
	Minimum average force to failure (N)	Minimum force to failure of each measurement (N)	Minimum average force to failure (N)	Minimum force to failure of each measurement (N)
0.250	3.00	2.55	4.90	4.15
0.280	3.25	2.75	5.25	4.45
0.315	3.50	2.95	5.65	4.80
0.355	3.75	3.20	6.05	5.15
0.400	4.05	3.45	6.50	5.50
0.450	4.35	3.70	7.00	5.90
0.500	4.65	3.95	7.50	6.35
0.560	5.00	4.25	-	-
0.630	5.35	4.55	-	-
0.710	5.70	4.85	-	-
0.800	6.10	5.15	-	-
0.900	6.55	5.55	-	-
1.000	7.05	5.95	-	-
1.120	7.60	6.45	-	-
1.250	8.20	6.95	-	-
1.400	8.80	7.45	-	-
1.600	9.45	8.00	-	-

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

12. Solvent resistance

12.1 Standard solvent test

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

13. Breakdown voltage

The wire shall meet the requirements given in Sub-clauses 13.1 and 13.2, respectively, when tested at room temperature and at 200 °C when this is required by the purchaser.

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 IX.

Tableau IX

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Tension minimale de claquage (valeur efficace) (V)	
	Grade 1	Grade 2
	Température du local	
0,071	425	700
0,080	425	850
0,090	500	900
0,100	500	950

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

13.2 Diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 0,100 mm et inférieurs ou égaux à 1,600 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 X.

Tableau X

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

Table IX

Nominal conductor diameter (mm)	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) (V)	
	Grade 1	Grade 2
	At room temperature	
0.071	425	700
0.080	425	850
0.090	500	900
0.100	500	950

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

13.2 Nominal conductor diameters over 0.100 mm up to and including 1.600 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 X.

Table X

Nominal conductor diameter (mm)	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) (V)			
	Grade 1		Grade 2	
	Room temperature	200 °C	Room temperature	200 °C
0.112	1 300	1 000	2 700	2 000
0.125	1 500	1 100	2 800	2 100
0.140	1 600	1 200	3 000	2 300
0.160	1 700	1 300	3 200	2 400
0.180	1 700	1 300	3 300	2 500
0.200	1 800	1 400	3 500	2 600
0.224	1 900	1 400	3 700	2 800
0.250	2 100	1 600	3 900	2 900
0.280	2 200	1 700	4 000	3 000
0.315	2 200	1 700	4 100	3 100
0.355	2 300	1 700	4 300	3 200
0.400	2 300	1 700	4 400	3 300
0.450	2 300	1 700	4 400	3 300
0.500	2 400	1 800	4 600	3 500
0.560	2 500	1 900	-	-
0.630	2 600	2 000	-	-
0.710	2 600	2 000	-	-
0.800	2 600	2 000	-	-
0.900	2 700	2 000	-	-
1.000 up to and including 1.600	2 700	2 000	-	-

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

14. Continuité de l'isolant

A l'étude.

15. Endurance thermique

Quand l'endurance thermique d'éprouvettes non imprégnées est vérifiée selon la méthode donnée dans la Publication 172 de la CEI, la température correspondant à la durée de vie extrapolée à 20 000 h ne doit pas être inférieure à 200 °C et la durée de vie mesurée à la température d'essai la plus basse ne doit pas être inférieure à 5 000 h.

Si l'acheteur le demande, le fournisseur de fils émaillés fournira la preuve que le fil satisfait aux prescriptions d'endurance thermique.

L'essai doit être effectué avec un fil de 0,500 mm, grade 2, sauf convention entre acheteur et fournisseur.

Notes 1.- Les prescriptions relatives à l'endurance thermique basées sur une durée de vie extrapolée à 20 000 h s'appliquent à des fils émaillés n'ayant pas reçu d'imprégnation et non pas comme à un élément d'un système d'isolation.

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

16. Résistance aux réfrigérants

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

17. Brasabilité

L'essai ne peut pas s'appliquer.

18. Adhérence par chaleur et par solvant

L'essai ne peut pas s'appliquer.

19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques

L'essai ne doit pas s'appliquer.

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

14. Continuity of covering

Under consideration.

15. Thermal endurance

When unvarnished specimens are tested in accordance with the method given in IEC Publication 172, the temperature corresponding to an extrapolated life of 20 000 h shall not be less than 200 °C and the measured life at the lowest test temperature shall not be less than 5 000 h.

When required by a purchaser, the supplier of the enamelled wire shall supply evidence that the wire meets the requirements for thermal endurance.

The test shall be carried out on a wire having a nominal conductor diameter of 0.500 mm Grade 2, unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

Notes 1.- The thermal endurance requirement based on an extrapolated life of 20 000 h relates to enamelled wires tested unvarnished and not as part of an insulation system.

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

16. Resistance to refrigerants

Test appropriate but no requirements specified.

17. Solderability

Test inappropriate.

18. Heat and solvent bonding

Test inappropriate.

19. Dielectric loss tangent

Test inappropriate.

20. Résistance à l'huile de transformateur en présence d'eau

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

21. Perte de masse

L'essai ne doit pas s'appliquer.

22. Défaillance à haute température

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

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 dans les fûts d'emballage. Chaque bobine ou fût ne doit pas 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 doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur, ainsi que les dispositions supplémentaires prises pour protéger ces couronnes.

20. Resistance to transformer oil in the presence of water

Test appropriate but no requirements specified.

21. Loss of mass

Test inappropriate.

22. High temperature failure

Test appropriate but no requirements specified.

30. Packaging

The kind of packaging may influence certain properties of the wire, e.g. springback.

Therefore the kind of packaging, e.g. 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 by purchaser and supplier. Marking of the label when there is more than one length and for identification of the separate lengths in the package shall be agreed 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

METHODE DE CALCUL DE LA RESISTANCE LINEIQUE

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

Pour diamètres nominaux des conducteurs inférieurs ou égaux à 1,000 mm

Les valeurs minimale et maximale de la résistance sont calculées respectivement à partir des valeurs minimale et maximale de la résistivité en tenant compte pour chaque diamètre du conducteur de la tolérance dimensionnelle sur ce diamètre.

La résistance linéique est calculée à partir de:

$$R_{\min} = \rho_{\min} \times q_{\max}^{-1} \quad (\Omega m^{-1})$$

$$R_{\max} = \rho_{\max} \times q_{\min}^{-1} \quad (\Omega m^{-1})$$

où:

$$\rho_{\min} = 1/59 \, \Omega \, mm^2 m^{-1}$$

$$\rho_{\max} = 1/58 \, \Omega \, mm^2 m^{-1}$$

$$q = \text{la section droite du conducteur en millimètres carrés}$$

APPENDIX A

METHOD OF CALCULATION OF LINEAR RESISTANCE

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

For nominal conductor diameters up to and including 1.000 mm

The minimum and the maximum values of resistance are calculated from the minimum and maximum values of the resistivity by taking into account for each conductor diameter the relevant dimensional tolerance.

The linear resistance is calculated from:

$$R_{\min} = \rho_{\min} \times q_{\max}^{-1} \quad (\Omega \text{m}^{-1})$$

$$R_{\max} = \rho_{\max} \times q_{\min}^{-1} \quad (\Omega \text{m}^{-1})$$

where:

$$\rho_{\min} = 1/59 \, \Omega \, \text{mm}^2 \, \text{m}^{-1}$$

$$\rho_{\max} = 1/58 \, \Omega \, \text{mm}^2 \, \text{m}^{-1}$$

$$q = \text{the cross-section of the conductor in square millimetres}$$

ANNEXE B

RESISTANCE

Les valeurs de la résistance nominale indiquées dans le tableau suivant sont données uniquement à titre d'information et sont calculées sur le diamètre nominal du conducteur avec une résistivité nominale de $1/58,5 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$.

Les valeurs minimale et maximale de la résistance pour les diamètres nominaux des conducteurs jusqu'à et y compris 1,000 mm, sont dérivées de calculs effectués conformément à l'annexe A.

Diamètre nominal du conducteur (mm)	Résistance (Ω/m)			Diamètre nominal du conducteur (mm)	Résistance nominale (Ω/m)
	Minimum	Nominale	Maximum		
0,071	3,941	4,318	4,747	1,120	0,01735
0,080	3,133	3,401	3,703	1,250	0,01393
0,090	2,495	2,687	2,900	1,400	0,01110
0,100	2,034	2,176	2,333	1,600	0,008502
0,112	1,632	1,735	1,848		
0,125	1,317	1,393	1,475		
0,140	1,055	1,110	1,170		
0,160	0,8122	0,8502	0,8906		
0,180	0,6444	0,6718	0,7007		
0,200	0,5237	0,5441	0,5657		
0,224	0,4188	0,4338	0,4495		
0,250	0,3345	0,3482	0,3628		
0,280	0,2676	0,2776	0,2882		
0,315	0,2121	0,2193	0,2270		
0,355	0,1674	0,1727	0,1782		
0,400	0,1316	0,1360	0,1407		
0,450	0,1042	0,1075	0,1109		
0,500	0,08462	0,08706	0,08959		
0,560	0,06736	0,06940	0,07153		
0,630	0,05335	0,05484	0,05638		
0,710	0,04198	0,04318	0,04442		
0,800	0,03305	0,03401	0,03500		
0,900	0,02612	0,02687	0,02765		
1,000	0,02116	0,02176	0,02240		