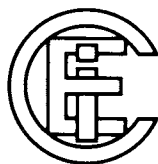


NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
317-25

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale

International Electrotechnical Commission

Международная Электротехническая Комиссия

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Vingt-cinquième partie: Fil de bobinage de section circulaire
en aluminium émaillé avec polyester(imide) et avec surcouche
polyamide-imide, classe 200

Specifications for particular types of winding wires

Part 25: Polyester(imide) overcoated with polyamide-imide,
enamelled round aluminium winding wire, class 200

Publication
317-25: 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.

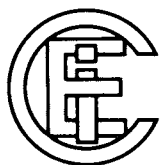
IEC publications prepared by the same Technical Committee

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
317-25

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale

International Electrotechnical Commission

Международная Электротехническая Комиссия

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Vingt-cinquième partie: Fil de bobinage de section circulaire
en aluminium émaillé avec polyester(imide) et avec surcouche
polyamide-imide, classe 200

Specifications for particular types of winding wires

Part 25: Polyester(imide) overcoated with polyamide-imide,
enamelled round aluminium 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	14
9. Choc thermique	16
10. Thermoplasticité	16
11. Résistance à l'abrasion	16
12. Résistance aux solvants	18
13. Tension de claquage	18
14. Continuité de l'isolant	20
15. Endurance thermique	22
16. Résistance aux réfrigérants	22
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	24
21. Perte de masse	24
22. Défaillance à haute température	24
30. Conditionnement	24
ANNEXE A - Méthode de calcul de la résistance linéique	26
ANNEXE B - Résistance	28
ANNEXE C - Méthode pour le calcul du diamètre extérieur minimal	30

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	15
9. Heat shock	17
10. Cut through	17
11. Resistance to abrasion	17
12. Solvent resistance	19
13. Breakdown voltage	19
14. Continuity of covering	21
15. Thermal endurance	23
16. Resistance to refrigerants	23
17. Solderability	25
18. Heat and solvent bonding	25
19. Dielectric loss tangent	25
20. Resistance to transformer oil in the presence of water	25
21. Loss of mass	25
22. High temperature failure	25
30. Packaging	25
APPENDIX A - Method of calculation of linear resistance	27
APPENDIX B - Resistance	29
APPENDIX C - Method for the calculation of minimum overall diameter	31

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPECIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGEVingt-cinquième partie: Fil de bobinage de section circulaire
en aluminium émaillé avec polyester(imide) et avec
surcouche 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)321	55(BC)358

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° 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 25: Polyester(imide) overcoated with polyamide-imide,
enamelled round aluminium 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)321	55(C0)358

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-cinquième partie: Fil de bobinage de section circulaire en aluminium émaillé avec polyester(imide) et avec surcouche 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 aluminium émaillé de classe 200 avec un double revêtement. La sous-couche est à base de résine polyester ou polyesterimide, qui peut être modifiée. La surcouche est à base de résine polyamide-imide.

Note.- Une résine modifiée est une résine qui a subi une modification chimique, ou qui contient un ou plusieurs additifs pour améliorer certaines performances ou des caractéristiques d'utilisation. Elle doit conserver l'identité chimique fondamentale de la résine initiale et répondre à toutes les exigences du fil.

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: 0,400 mm jusqu'à et y compris 3,150 mm
- Grade 2: 0,400 mm jusqu'à et y compris 5,000 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 WIRES

Part 25: Polyester(imide) overcoated with polyamide-imide, enamelled round aluminium 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 aluminium winding wire of class 200 with a dual coating. The underlying coating is based on polyester or polyesterimide resin, which may be modified. The superimposed coating is based on polyamide-imide resin.

Note.- A modified resin is a resin that has undergone a chemical change, or contains one or more additives to enhance certain performance or application characteristics. It must retain the essential chemical identity of the original resin and meet all specified wire requirements.

Class 200 is a thermal class which 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: 0.400 mm up to and including 3.150 mm
- Grade 2: 0.400 mm up to and including 5.000 mm.

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

2. Object

To standardize requirements and dimensions for the ranges of wire 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 317-25 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
0,400	0,439	0,459	2,240	2,316	2,355
0,450	0,491	0,513	2,500	2,578	2,618
0,500	0,544	0,566	2,800	2,880	2,922
0,560	0,606	0,630	3,150	3,233	3,276
0,630	0,679	0,704	3,550	-	3,679
0,710	0,762	0,789	4,000	-	4,133
0,800	0,855	0,884	4,500	-	4,637
0,900	0,959	0,989	5,000	-	5,141
1,000	1,062	1,094			
1,120	1,184	1,217			
1,250	1,316	1,349			
1,400	1,468	1,502			
1,600	1,670	1,706			
1,800	1,872	1,909			
2,000	2,074	2,112			

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 317-25 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
0.400	0.439	0.459	2.240	2.316	2.355
0.450	0.491	0.513	2.500	2.578	2.618
0.500	0.544	0.566	2.800	2.880	2.922
0.560	0.606	0.630	3.150	3.233	3.276
0.630	0.679	0.704	3.550	-	3.679
0.710	0.762	0.789	4.000	-	4.133
0.800	0.855	0.884	4.500	-	4.637
0.900	0.959	0.989	5.000	-	5.141
1.000	1.062	1.094			
1.120	1.184	1.217			
1.250	1.316	1.349			
1.400	1.468	1.502			
1.600	1.670	1.706			
1.800	1.872	1.909			
2.000	2.074	2.112			

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 + - (mm)	Diamètre nominal du conducteur (mm)	Tolérance + - (mm)
0,400	0,005	2,240	0,022
0,450	0,005	2,500	0,025
0,500	0,005	2,800	0,028
0,560	0,006	3,150	0,032
0,630	0,006	3,550	0,036
0,710	0,007	4,000	0,040
0,800	0,008	4,500	0,045
0,900	0,009	5,000	0,050
1,000	0,010		
1,120	0,011		
1,250	0,013		
1,400	0,014		
1,600	0,016		
1,800	0,018		
2,000	0,020		

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 minimal 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)
0.400	0.005	2.240	0.022
0.450	0.005	2.500	0.025
0.500	0.005	2.800	0.028
0.560	0.006	3.150	0.032
0.630	0.006	3.550	0.036
0.710	0.007	4.000	0.040
0.800	0.008	4.500	0.045
0.900	0.009	5.000	0.050
1.000	0.010		
1.120	0.011		
1.250	0.013		
1.400	0.014		
1.600	0.016		
1.800	0.018		
2.000	0.020		

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 and 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
0,400	0,021	0,040	2,240	0,041	0,077
0,450	0,022	0,042	2,500	0,042	0,079
0,500	0,024	0,045	2,800	0,043	0,081
0,560	0,025	0,047	3,150	0,045	0,084
0,630	0,027	0,050	3,550	-	0,086
0,710	0,028	0,053	4,000	-	0,089
0,800	0,030	0,056	4,500	-	0,092
0,900	0,032	0,060	5,000	-	0,094
1,000	0,034	0,063			
1,120	0,034	0,065			
1,250	0,035	0,067			
1,400	0,036	0,069			
1,600	0,038	0,071			
1,800	0,039	0,073			
2,000	0,040	0,075			

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 fournisseur et client, 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 et la charge à la rupture ne doivent pas être inférieurs 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
0.400	0.021	0.040	2.240	0.041	0.077
0.450	0.022	0.042	2.500	0.042	0.079
0.500	0.024	0.045	2.800	0.043	0.081
0.560	0.025	0.047	3.150	0.045	0.084
0.630	0.027	0.050	3.550	-	0.086
0.710	0.028	0.053	4.000	-	0.089
0.800	0.030	0.056	4.500	-	0.092
0.900	0.032	0.060	5.000	-	0.094
1.000	0.034	0.063			
1.120	0.034	0.065			
1.250	0.035	0.067			
1.400	0.036	0.069			
1.600	0.038	0.071			
1.800	0.039	0.073			
2.000	0.040	0.075			

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

In the case of such an agreement, the electrical 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 and tensile strength shall not be less than the values given in Table IV.

Tableau IV

Diamètre nominal du conducteur (mm)		Allongement minimal (%)	Charge minimale à la rupture (N mm ⁻²)
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris		
-	0,400	10	90
0,400	1,000	12	90
1,000	2,000	15	80
2,000	5,000	15	70

7. Effet de ressort

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

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 V et enroulement sur le mandrin approprié.

Tableau V

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

* D = le diamètre extérieur du fil.

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

Le revêtement ne doit pas montrer de craquelures après un allongement du fil de 15%.

8.3 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.

Table IV

Nominal conductor diameter (mm)		Elongation minimum (%)	Tensile strength minimum (N mm ⁻²)
Over	Up to and including		
-	0.400	10	90
0.400	1.000	12	90
1.000	2.000	15	80
2.000	5.000	15	70

7. Springiness

Test appropriate but no requirements specified.

8. Flexibility and adherence8.1 *Mandrel winding test* (nominal conductor diameters up to and including 1.600 mm)

The coating shall show no crack after the wire has been wound on a mandrel as specified in Table V.

Table V

Nominal conductor diameter (mm)		Mandrel diameter*
Over	Up to and including	
-	1.600	3D

* D = overall 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 15%.

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

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

9. Choc thermique

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

A 220 °C minimal:

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

Tableau VI

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

* D = le diamètre extérieur du fil.

9.2 *Diamètres nominaux des conducteurs supérieurs à 1,600 mm*

A 220 °C minimal:

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure, après allongement de 15%.

10. Thermoplasticité

Aucun claquage ne doit se produire pendant 2 min à une température de 320 °C.

11. Résistance à l'abrasion

11.1 *Diamètres nominaux des conducteurs inférieurs ou égaux à 2,500 mm*

Le fil doit répondre aux prescriptions du tableau VII.

8.4 *Peel test* (nominal conductor diameters over 1.000 mm)

Test appropriate but no requirements specified.

9. Heat shock

9.1 *Nominal conductor diameters up to and including 1.600 mm*

At 220 °C minimum:

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

Table VI

Nominal conductor diameter (mm)		Mandrel diameter*
Over	Up to and including	
-	1.600	3D

* D = overall diameter of the wire.

9.2 *Nominal conductor diameters over 1.600 mm*

At 220 °C minimum:

The coating shall show no crack after having been elongated 15%.

10. Cut through

No failure shall occur within 2 min at 320 °C.

11. Resistance to abrasion

11.1 *Nominal conductor diameters up to and including 2.500 mm*

The wire shall meet the requirements given in Table VII.

Tableau VII

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)
0,400	1,95	1,65	3,15	2,65
0,450	2,10	1,75	3,40	2,85
0,500	2,25	1,90	3,60	3,05
0,560	2,40	2,05	3,85	3,25
0,630	2,55	2,20	4,15	3,50
0,710	2,75	2,35	4,45	3,75
0,800	2,95	2,50	4,75	4,05
0,900	3,15	2,70	5,10	4,30
1,000	3,40	2,90	5,45	4,60
1,120	3,70	3,10	5,80	4,90
1,250	3,95	3,35	6,25	5,25
1,400	4,25	3,60	6,65	5,45
1,600	4,60	3,90	7,15	5,85
1,800	5,00	4,20	7,70	6,50
2,000	5,30	4,50	8,20	6,95
2,240	5,70	4,80	8,75	7,40
2,500	6,10	5,15	9,30	7,90

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 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 VIII.

Table VII

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)
0.400	1.95	1.65	3.15	2.65
0.450	2.10	1.75	3.40	2.85
0.500	2.25	1.90	3.60	3.05
0.560	2.40	2.05	3.85	3.25
0.630	2.55	2.20	4.15	3.50
0.710	2.75	2.35	4.45	3.75
0.800	2.95	2.50	4.75	4.05
0.900	3.15	2.70	5.10	4.30
1.000	3.40	2.90	5.45	4.60
1.120	3.70	3.10	5.80	4.90
1.250	3.95	3.35	6.25	5.25
1.400	4.25	3.60	6.65	5.45
1.600	4.60	3.90	7.15	5.85
1.800	5.00	4.20	7.70	6.50
2.000	5.30	4.50	8.20	6.95
2.240	5.70	4.80	8.75	7.40
2.500	6.10	5.15	9.30	7.90

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 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 VIII.

Tableau VIII

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
0,400	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	4 600	3 500
0,630	2 600	2 000	4 800	3 600
0,710	2 600	2 000	4 800	3 600
0,800	2 600	2 000	4 900	3 700
0,900	2 700	2 000	5 000	3 800
1,000 jusqu'à et y compris 2,500	2 700	2 000	5 000	3 800

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 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 IX.

Tableau IX

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
supérieur à 2,500	1 300	1 000	2 500	1 900

14. Continuité de l'isolant

A l'étude.

Table VIII

Nominal conductor diameter (mm)	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) (V)			
	Grade 1		Grade 2	
	Room temperature	200 °C	Room temperature	200 °C
0.400	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	4 600	3 500
0.630	2 600	2 000	4 800	3 600
0.710	2 600	2 000	4 800	3 600
0.800	2 600	2 000	4 900	3 700
0.900	2 700	2 000	5 000	3 800
1.000 up to and including 2.500	2 700	2 000	5 000	3 800

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

13.2 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 IX.

Table IX

Nominal conductor diameter (mm)	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) (V)			
	Grade 1		Grade 2	
	Room temperature	200 °C	Room temperature	200 °C
over 2.500	1 300	1 000	2 500	1 900

14. Continuity of covering

Under consideration.

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 ayant un diamètre conducteur nominal de 1,000 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 de 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

Note.- Cet essai est seulement applicable aux fils utilisés dans les systèmes réfrigérants.

16.1 *Extraction par le trichloréthylène*

Le pourcentage de matières extraites ne doit pas être supérieur à 0,6% pour les diamètres nominaux des conducteurs inférieurs ou égaux à 3,000 mm.

16.2 *Extraction par le monochlorodifluorométhane (réfrigérant 22)*

Le pourcentage de matières extraites ne doit pas être supérieur à 0,25% pour les diamètres nominaux des conducteurs inférieurs ou égaux à 3,000 mm.

16.3 *Formation de cloques après le monochlorodifluorométhane (réfrigérant 22)*

Cet essai n'est réalisé que sur la base d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Aucune éprouvette ne doit présenter plus de 4 cloques. Les cloques ayant une dimension inférieure à la moitié du diamètre du fil ne seront pas prises en considération quand l'élément de revêtement concerné reste solidement attaché au reste du revêtement.

L'adhérence du revêtement après l'essai de formation de cloques est vérifiée en enroulant le fil sur un mandrin de 4D*, le fil ne devant alors présenter aucune craquelure.

* D = le diamètre extérieur du fil.

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 be not less than 200 °C and the measured life at the lowest test temperature shall be not 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 1.000 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

Note.- This test is only applicable for wires used in refrigerant systems.

16.1 *Extraction with trichloroethylene*

The percentage of extractable matter shall not exceed 0.6% for nominal conductor diameters up to and including 3.000 mm.

16.2 *Extraction with monochlorodifluoromethane (refrigerant 22)*

The percentage of extractable matter shall not exceed 0.25% for nominal conductor diameters up to and including 3.000 mm.

16.3 *Blistering in monochlorodifluoromethane (refrigerant 22)*

This test is made only when agreed between purchaser and supplier.

None of the specimens shall show more than four blisters. Any blister less than half the diameter of the wire shall be ignored when the piece of coating affected is still firmly attached to the rest of the coating.

The adherence of the coating after the blister test is checked by winding the wire on a mandrel of 4D*; the wire shall then show no cracks.

* D = overall diameter of the wire.

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.

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.

17. Solderability

Test inappropriate.

18. Heat and solvent bonding

Test inappropriate.

19. Dielectric loss tangent

Test inappropriate.

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 to 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 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 such 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:

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

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

où:

$$\rho_{\min} = 1/36,2 \, \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$$

$$\rho_{\max} = 1/35,5 \, \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$$

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