

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 317-5

Première édition — First edition

1970

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

**Cinquième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques,
adhérent sous l'action de la chaleur ou de solvant**

Specifications for particular types of winding wires

**Part 5: Heat or solvent bonding enamelled round copper wire with high
mechanical properties**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-5:1970

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 317-5

Première édition — First edition

1970

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Cinquième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques,
adhérent sous l'action de la chaleur ou de solvant

Specifications for particular types of winding wires

Part 5: Heat or solvent bonding enamelled round copper wire with high
mechanical properties



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Notes générales concernant les essais	6
4. Diamètre	8
5. Résistance électrique	10
6. Allongement	12
7. Effet de ressort	12
8. Souplesse et adhérence	12
9. Essai de choc thermique	14
10. Essai de thermoplasticité	14
11. Résistance à l'abrasion	14
12. Essai aux solvants	14
13. Tension de claquage	14
14. Continuité de l'isolation	16
15. Endurance thermique	16
16. Résistance aux réfrigérants	18
17. Essai de soudabilité	18
18. Essai d'adhérence par chaleur et par solvant	18
19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques	18
20. Conditionnement	18
ANNEXE A — Méthode de calcul de la résistance linéique	20
ANNEXE B — Résistance nominale	22

Notes 1. — Les diamètres de fils spécifiés dans la présente recommandation sont tirés de la Publication 182-1 de la CEI: Dimensions de base des fils de bobinage, Première partie: Diamètres de conducteurs pour fils de bobinage de section circulaire.

2. — Les diamètres extérieurs maximaux spécifiés dans la présente recommandation sont tirés de la Publication 182-2 de la CEI: Dimensions de base des fils de bobinage, Deuxième partie: Diamètres extérieurs maximaux des fils de bobinage de section circulaire, émaillés.

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

Clause

1. Scope	7
2. Object	7
3. General notes on tests	7
4. Diameter	9
5. Resistance	11
6. Elongation	13
7. Springiness	13
8. Flexibility and adherence	13
9. Heat shock	15
10. Cut through	15
11. Resistance to abrasion	15
12. Solvent test	15
13. Breakdown voltage	15
14. Continuity of covering	17
15. Thermal endurance	17
16. Resistance to refrigerants	19
17. Solder test	19
18. Heat and solvent bonding test	19
19. Dielectric loss tangent	19
20. Packaging	19
APPENDIX A — Method of calculation of linear resistance	21
APPENDIX B — Nominal resistance	23

Notes 1. — The wire diameters used in this Recommendation have been derived from IEC Publication 182-1, Basic Dimensions of Winding Wires, Part 1: Diameters of Conductors for Round Winding Wires.

2. — The maximum over-all diameters in this Recommendation have been derived from IEC Publication 182-2, Basic Dimensions of Winding Wires, Part 2: Maximum Over-all Diameters of Enamelled Round Winding Wires.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Cinquième partie : Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques, adhérent sous l'action de la chaleur ou de solvant

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bucarest en 1962. De nouveaux projets furent discutés lors des réunions tenues à Vienne en 1963, à La Haye en 1965 et à Tel-Aviv en 1966. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1966. Des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois et la Procédure des Deux Mois en septembre 1967.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette cinquième partie:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 5 : Heat or solvent bonding enamelled round copper wire with high mechanical properties

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 55, Winding Wires.

A first draft was discussed at the meeting held in Bucharest in 1962. New drafts were discussed at the meetings held in Vienna in 1963, in The Hague in 1965 and in Tel-Aviv in 1966. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1966. Amendments were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule and under the Two Months' Procedure in September 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 5:

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Cinquième partie : Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques, adhérent sous l'action de la chaleur ou de solvant

INTRODUCTION

La présente recommandation 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.
- 2) Les méthodes d'essai.
- 3) Les spécifications pour des types particuliers de fils.
- 4) Le conditionnement.

Le système d'unités utilisé est le système SI; dans ce système le newton (symbole N) est l'unité de force; 1 newton = 0,102 kgf.

1. Domaine d'application

Cette recommandation concerne les fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques, adhérent sous l'action de la chaleur ou de solvant (fils de cuivre émaillés, par exemple, avec un émail de base acétal de polyvinyle recouvert d'une couche thermoadhésive).

La gamme des dimensions de fils couverte par la présente recommandation est :

- Grade 1: 0,020 mm jusqu'à et y compris 2,000 mm.
- Grade 2: 0,020 mm jusqu'à et y compris 2,000 mm.

2. Objet

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

3. Notes générales concernant les essais

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente recommandation figurent dans la Publication 251-1 de la CEI: Méthodes d'essai des fils de bobinage, Première partie: Fils émaillés à section circulaire, et les numéros d'articles dans les deux publications sont les mêmes pour les mêmes essais.

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente recommandation, la Publication 317-5 de la CEI prévaut.

Dans le cas où aucune gamme de dimensions n'est donnée pour un essai, l'essai s'applique à toutes les dimensions couvertes 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 %. Le fil doit, avant exécution des mesures, être préconditionné sous ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que le fil atteigne la stabilité.

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 5 : Heat or solvent bonding enamelled round copper wire with high mechanical properties

INTRODUCTION

This Recommendation is one of a series which will deal with insulated wires used for windings of electrical equipment. The series will have four groups describing:

- 1) Basic dimensions.
- 2) Methods of test.
- 3) Specifications for particular types of wires.
- 4) Packaging.

The SI system of units will be used in which the newton (symbol N) is the unit of force; 1 newton = 0.102 kgf.

1. Scope

This Recommendation relates to heat or solvent bonding enamelled round copper wire with high mechanical properties (copper wire covered with, for example, enamel on polyvinylacetal base and coated with a heat or solvent bonding layer).

The range of sizes of wire covered by this Recommendation is:

- Grade 1: 0.020 mm up to and including 2.000 mm.
- Grade 2: 0.020 mm up to and including 2.000 mm.

2. Object

To recommend requirements and dimensions for the ranges of wires referred to in Clause 1.

3. General notes on tests

All methods of test used in this Recommendation are given in IEC Publication 251-1, Methods of Test for Winding Wires, Part 1: Enamelled Round Wires, and the clause numbers used in both publications are the same for each test.

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this Recommendation, IEC Publication 317-5 shall prevail.

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

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out within a range of 15 °C to 35 °C and a relative humidity of 45% to 75%. Before measurements are made, the specimens shall be pre-conditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the specimens to reach stability.

Le fil* à essayer doit être prélevé de son conditionnement de façon qu'il ne soit pas soumis à une tension ou à des pliages inutiles. Avant chaque essai, il convient d'éliminer une longueur de fil suffisante pour être sûr que les échantillons ne comportent aucun fil endommagé.

4. Diamètre

4.2 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		Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre extérieur maximal	
	Grade 1 ¹⁾ mm	Grade 2 ¹⁾ mm		Grade 1 ¹⁾ mm	Grade 2 ¹⁾ mm
0,020	0,027	0,029	0,500	0,575	0,594
0,025	0,035	0,038	0,560	0,636	0,657
0,032	0,044	0,047	0,630	0,710	0,732
0,040	0,055	0,059	0,710	0,795	0,818
0,050	0,069	0,075	0,750	0,837	0,860
0,063	0,086	0,093	0,800	0,890	0,914
0,071	0,096	0,103	0,850	0,942	0,966
0,080	0,106	0,113	0,900	0,995	1,020
0,090	0,118	0,125	0,950	1,047	1,071
0,100	0,131	0,139	1,000	1,098	1,123
0,112	0,145	0,154	1,060	1,160	1,185
0,125	0,161	0,171	1,120	1,222	1,247
0,140	0,178	0,188	1,180	1,284	1,309
0,160	0,201	0,213	1,250	1,356	1,382
0,180	0,225	0,238	1,320	1,428	1,454
0,200	0,248	0,263	1,400	1,511	1,538
0,224	0,275	0,291	1,500	1,613	1,640
0,250	0,304	0,321	1,600	1,717	1,745
0,280	0,338	0,357	1,700	1,819	1,847
0,315	0,375	0,394	1,800	1,922	1,950
0,355	0,418	0,437	1,900	2,024	2,052
0,400	0,466	0,486	2,000	2,126	2,154
0,450	0,520	0,541			

¹⁾ Grade 1 et Grade 2 ne concernent que l'isolation de base.

4.3 Tolérance sur le diamètre du conducteur (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,070 mm)

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure aux tolérances données dans le tableau II.

Note. — Pour les fils de diamètre nominal du conducteur inférieur à 0,070 mm, les valeurs limites de résistance figurant dans le tableau III sont applicables.

4.4 Faux ronds du conducteur (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,070 mm)

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

* 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 de l'émail.

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, discard sufficient wire to ensure that any damaged wire is not included in the test specimens.

4. Diameter

4.2 Maximum over-all diameter

The over-all diameter shall not exceed the values given in Table I.

TABLE I

Nominal conductor diameter mm	Maximum over-all diameter		Nominal conductor diameter mm	Maximum over-all diameter	
	Grade 1 ¹⁾ mm	Grade 2 ¹⁾ mm		Grade 1 ¹⁾ mm	Grade 2 ¹⁾ mm
0.020	0.027	0.029	0.500	0.575	0.594
0.025	0.035	0.038	0.560	0.636	0.657
0.032	0.044	0.047	0.630	0.710	0.732
0.040	0.055	0.059	0.710	0.795	0.818
0.050	0.069	0.075	0.750	0.837	0.860
0.063	0.086	0.093	0.800	0.890	0.914
0.071	0.096	0.103	0.850	0.942	0.966
0.080	0.106	0.113	0.900	0.995	1.020
0.090	0.118	0.125	0.950	1.047	1.071
0.100	0.131	0.139	1.000	1.098	1.123
0.112	0.145	0.154	1.060	1.160	1.185
0.125	0.161	0.171	1.120	1.222	1.247
0.140	0.178	0.188	1.180	1.284	1.309
0.160	0.201	0.213	1.250	1.356	1.382
0.180	0.225	0.238	1.320	1.428	1.454
0.200	0.248	0.263	1.400	1.511	1.538
0.224	0.275	0.291	1.500	1.613	1.640
0.250	0.304	0.321	1.600	1.717	1.745
0.280	0.338	0.357	1.700	1.819	1.847
0.315	0.375	0.394	1.800	1.922	1.950
0.355	0.418	0.437	1.900	2.024	2.052
0.400	0.466	0.486	2.000	2.126	2.154
0.450	0.520	0.541			

¹⁾ Grade 1 and Grade 2 are applicable for basic insulation only.

4.3 Tolerance of conductor diameter (nominal conductor diameter over 0.070 mm)

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

Note. — For wires < 0.070 mm nominal conductor diameter, the resistance limits given in Table III apply.

4.4 Out of roundness of conductor (nominal conductor diameter over 0.070 mm)

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.

* Where the word *wire* is used, it means the insulated material as received; where the word *conductor* is used, it means the bare metal after removal of the enamel.

TABLEAU II

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm	Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm
0,071	0,003	0,710	0,007
0,080	0,003	0,750	0,008
0,090	0,003	0,800	0,008
0,100	0,003	0,850	0,009
0,112	0,003	0,900	0,009
0,125	0,003	0,950	0,010
0,140	0,003	1,000	0,010
0,160	0,003	1,060	0,011
0,180	0,003	1,120	0,011
0,200	0,003	1,180	0,012
0,224	0,003	1,250	0,013
0,250	0,004	1,320	0,013
0,280	0,004	1,400	0,014
0,315	0,004	1,500	0,015
0,355	0,004	1,600	0,016
0,400	0,005	1,700	0,017
0,450	0,005	1,800	0,018
0,500	0,005	1,900	0,019
0,560	0,006	2,000	0,020
0,630	0,006		

5. Résistance électrique (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 1,000 mm)

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

TABLEAU III

Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m		Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m	
	Min.	Max.		Min.	Max.
0,020	46,65	65,31	0,315	0,2139	0,2289
0,025	30,56	41,09	0,355	0,1689	0,1797
0,032	18,87	24,44	0,400	0,1327	0,1419
0,040	12,21	15,37	0,450	0,1051	0,1118
0,050	7,903	9,659	0,500	0,085 34	0,090 37
0,063	5,033	6,029	0,560	0,067 94	0,072 15
0,071	3,985	4,725	0,630	0,053 81	0,056 87
0,080	3,156	3,704	0,710	0,042 34	0,044 81
0,090	2,507	2,913	0,750	0,037 88	0,040 22
0,100	2,042	2,349	0,800	0,033 34	0,035 30
0,112	1,646	1,864	0,850	0,029 50	0,031 31
0,125	1,328	1,488	0,900	0,026 34	0,027 89
0,140	1,064	1,180	0,950	0,023 62	0,025 06
0,160	0,8192	0,8983	1,000	0,021 34	0,022 59
0,180	0,6499	0,7068			
0,200	0,5281	0,5706			
0,224	0,4224	0,4534			
0,250	0,3373	0,3659			
0,280	0,2698	0,2907			

Notes 1. — Les limites indiquées dans le tableau III sont dérivées de calculs effectués conformément à l'annexe A.

2. — Pour la résistance électrique nominale, voir l'annexe B.

TABLE II

Nominal conductor diameter mm	Tolerance ± mm	Nominal conductor diameter mm	Tolerance ± mm
0.071	0.003	0.710	0.007
0.080	0.003	0.750	0.008
0.090	0.003	0.800	0.008
0.100	0.003	0.850	0.009
0.112	0.003	0.900	0.009
0.125	0.003	0.950	0.010
0.140	0.003	1.000	0.010
0.160	0.003	1.060	0.011
0.180	0.003	1.120	0.011
0.200	0.003	1.180	0.012
0.224	0.003	1.250	0.013
0.250	0.004	1.320	0.013
0.280	0.004	1.400	0.014
0.315	0.004	1.500	0.015
0.355	0.004	1.600	0.016
0.400	0.005	1.700	0.017
0.450	0.005	1.800	0.018
0.500	0.005	1.900	0.019
0.560	0.006	2.000	0.020
0.630	0.006		

5. Resistance (nominal conductor diameter up to and including 1.000 mm)

The resistance at 20 °C shall be within the limits given in Table III.

TABLE III

Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m		Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m	
	Min.	Max.		Min.	Max.
0.020	46.65	65.31	0.315	0.2139	0.2289
0.025	30.56	41.09	0.355	0.1689	0.1797
0.032	18.87	24.44	0.400	0.1327	0.1419
0.040	12.21	15.37	0.450	0.1051	0.1118
			0.500	0.085 34	0.090 37
0.050	7.903	9.659	0.560	0.067 94	0.072 15
0.063	5.033	6.029	0.630	0.053 81	0.056 87
0.071	3.985	4.725	0.710	0.042 34	0.044 81
0.080	3.256	3.704	0.750	0.037 88	0.040 22
0.090	2.507	2.913	0.800	0.033 34	0.035 30
0.100	2.042	2.349	0.850	0.029 50	0.031 31
0.112	1.646	1.864	0.900	0.026 34	0.027 89
0.125	1.328	1.488	0.950	0.023 62	0.025 06
0.140	1.064	1.180	1.000	0.021 34	0.022 59
0.160	0.8192	0.8983			
0.180	0.6499	0.7068			
0.200	0.5281	0.5706			
0.224	0.4224	0.4534			
0.250	0.3373	0.3659			
0.280	0.2698	0.2907			

Notes 1. — The limits shown in Table III are derived from calculations made according to Appendix A.

2. — For the nominal resistance, see Appendix B.

6. Allongement

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

TABLEAU IV

Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %
0,020	6	0,630	27
0,025	7	0,710	28
0,032	8	0,750	28
0,040	9	0,800	28
0,050	10	0,850	28
0,063	12	0,900	29
0,071	13	0,950	29
0,080	14	1,000	30
0,090	15	1,060	30
0,100	16	1,120	30
0,112	17	1,180	31
0,125	17	1,250	31
0,140	18	1,320	32
0,160	19	1,400	32
0,180	20	1,500	32
0,200	21	1,600	32
0,224	21	1,700	32
0,250	22	1,800	32
0,280	22	1,900	32
0,315	23	2,000	33
0,355	23		
0,400	24		
0,450	25		
0,500	25		
0,560	26		

Note. — Pour les dimensions intermédiaires, les valeurs de l'allongement sont celles qui sont données pour le diamètre immédiatement inférieur.

7. Effet de ressort

A l'étude. (Le tableau V n'est pas inclus dans cette recommandation.)

8. Souplesse et adhérence

8.1 Essai d'enroulement sur mandrin

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure après enroulement du fil sur un mandrin dont le diamètre est spécifié au tableau VI, page 14.

8.2 Essai de traction brusque (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter ni craquelure ni décollement.

8.3 Essai de décollement (diamètre nominal du conducteur supérieur à 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter aucun décollement après que le fil a été soumis au nombre de tours exigé en fonction de son diamètre.

Ce nombre doit être calculé en divisant 175 par le diamètre nominal, exprimé en millimètres.

Le nombre de tours est calculé et arrondi au nombre entier immédiatement inférieur.

6. Elongation

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

TABLE IV

Nominal conductor diameter mm	Elongation minimum %	Nominal conductor diameter mm	Elongation minimum %
0.020	6	0.630	27
0.025	7	0.710	28
0.032	8	0.750	28
0.040	9	0.800	28
0.050	10	0.850	28
0.063	12	0.900	29
0.071	13	0.950	29
0.080	14	1.000	30
0.090	15	1.060	30
0.100	16	1.120	30
0.112	17	1.180	31
0.125	17	1.250	31
0.140	18	1.320	32
0.160	19	1.400	32
0.180	20	1.500	32
0.200	21	1.600	32
0.224	21	1.700	32
0.250	22	1.800	32
0.280	22	1.900	32
0.315	23	2.000	33
0.355	23		
0.400	24		
0.450	25		
0.500	25		
0.560	26		

Note. — For intermediate sizes, the elongation values to be taken are those given for the nearest lower diameter.

7. Springiness

Under consideration. (Table V is not included in this Recommendation.)

8. Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test

The covering shall show no crack after having been wound on a mandrel with a diameter as specified in Table VI, page 15.

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

The covering shall show no crack or loss of adhesion.

8.3 Peel test (nominal conductor diameter over 1.000 mm)

The covering shall show no loss of adhesion after the wire has been subjected to the number of revolutions required by its diameter.

This number shall be calculated by dividing 175 by the nominal diameter, expressed in millimetres.

Any fraction of a revolution shall be deleted from the calculated values and the resulting number used in the test.

TABLEAU VI

Diamètre nominal du conducteur mm		Diamètre du mandrin
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
— 0,040 0,250	0,040 0,250 2,000	0,150 mm* 3 <i>d</i> * <i>d</i>

9. Essai de choc thermique

A une température comprise entre 155 °C et 160 °C

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	
— 0,040 0,250	0,040 0,250 2,000	0,150 mm* 3 <i>d</i> <i>d</i>

10. Essai de thermoplasticité

Aucun claquage ne doit se produire pendant 2 min à une température de 170 °C.

11. Résistance à l'abrasion (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,250 mm et inférieur ou égal à 2,000 mm)

Ne s'applique pas. (Le tableau VIII n'est pas inclus dans cette recommandation.)

12. Essai aux solvants

12.1 Solvant normalisé

Ne s'applique pas.

13. Tension de claquage

13.1 Le fil doit répondre aux prescriptions spécifiées aux paragraphes 13.2 et 13.3 respectivement lorsqu'il est essayé à la température du local**.

13.2 Diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,040 mm

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

* Le fil doit être allongé à 20 % ou jusqu'à la rupture du cuivre, la valeur la plus basse étant applicable, avant d'être enroulé sur le mandrin.

** Un essai à haute température est à l'étude.

TABLE VI

Nominal conductor diameter mm		Mandrel diameter
Over	Up to and including	
— 0.040 0.250	0.040 0.250 2.000	0.150 mm* $\frac{3}{4}d^*$ d

9. **Heat shock**

At 155 °C to 160 °C

The covering 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	
— 0.040 0.250	0.040 0.250 2.000	0.150 mm* $\frac{3}{4}d^*$ d

10. **Cut through**

No failure shall occur within 2 min at 170 °C.

11. **Resistance to abrasion (nominal conductor diameter from 0.250 mm up to and including 2.000 mm)**

Not applicable. (Table VIII is not included in this Recommendation.)

12. **Solvent test**

12.1 *Standard solvent*

Not applicable.

13. **Breakdown voltage**

13.1 The wire shall meet the requirements given in Sub-clauses 13.2 and 13.3 respectively when being tested at room temperature**.

13.2 *Nominal conductor diameter up to and including 0.040 mm.*

At least four of five samples tested shall not breakdown at voltages less than those given in Table IX.

* The wire shall be stretched 20% or to the breaking point of the copper, whichever is less before winding on the mandrel.

** A test at elevated temperature is under consideration.

TABLEAU IX

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage V (eff.)	
	Grade 1	Grade 2
0,020	40	100
0,025	60	120
0,032	70	150
0,040	100	200

13.3 Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,040 mm et inférieur ou égal à 2,000 mm

Des éprouvettes de fil torsadé sont réalisées selon le paragraphe 13.3 de la Publication 251-1 de la CEI; la charge spécifiée étant encore appliquée, les éprouvettes sont maintenues à 170° C pendant 10 min afin de coller les fils ensemble.

Le traitement par solvant est réalisé selon accord préalable entre fournisseur et utilisateur.

La tension de claquage ne doit pas être inférieure à celle donnée dans le tableau X. Si l'une des cinq éprouvettes donne une valeur inférieure à celle du tableau, l'essai doit être recommencé sur une deuxième série de cinq éprouvettes. Il ne doit alors se produire aucun claquage.

TABLEAU X

Diamètre nominal du conducteur mm		Tension minimale de claquage V (eff.)	
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	Grade 1	Grade 2
0,040	0,050	350	700
0,050	0,063	400	800
0,063	0,080	500	950
0,080	0,100	600	1 200
0,100	0,125	700	1 300
0,125	0,160	800	1 500
0,160	0,200	900	1 700
0,200	0,250	1 000	2 000
0,250	0,315	1 200	2 200
0,315	0,400	1 400	2 400
0,400	0,500	1 600	2 800
0,500	0,710	1 800	3 100
0,710	0,850	1 900	3 500
0,850	0,950	2 000	3 700
0,950	1,120	2 100	3 800
1,120	1,320	2 200	3 900
1,320	1,600	2 300	4 000
1,600	1,900	2 400	4 300
1,900	2,000	2 500	4 400

(Le tableau XI n'est pas inclus dans cette recommandation.)

14. Continuité de l'isolation (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,500 mm)

Ne s'applique pas. (Le tableau XII n'est pas inclus dans cette recommandation.)

15. Endurance thermique

A l'étude.

TABLE IX

Nominal conductor diameter mm	Breakdown voltage minimum V (r.m.s.)	
	Grade 1	Grade 2
0.020	40	100
0.025	60	120
0.032	70	150
0.040	100	200

13.3 Nominal conductor diameter over 0.040 mm up to and including 2.000 mm

Twisted wire specimens are made in accordance with Sub-clause 13.3 of IEC Publication 251-1 and, with the load specified still being applied, are maintained at 170 °C for 10 min to bond the two wires together.

The treatment for solvent bonding wires shall be agreed upon between manufacturer and user.

The breakdown voltage shall not be less than the value given in Table X. If, however, of the five samples tested one has a lower value than that of the table, the test shall be repeated with a second series of samples and no failure shall be accepted.

TABLE X

Nominal conductor diameter mm		Breakdown voltage minimum V (r.m.s.)	
Over	Up to and including	Grade 1	Grade 2
0.040	0.050	350	700
0.050	0.063	400	800
0.063	0.080	500	950
0.080	0.100	600	1 200
0.100	0.125	700	1 300
0.125	0.160	800	1 500
0.160	0.200	900	1 700
0.200	0.250	1 000	2 000
0.250	0.315	1 200	2 200
0.315	0.400	1 400	2 400
0.400	0.500	1 600	2 800
0.500	0.710	1 800	3 100
0.710	0.850	1 900	3 500
0.850	0.950	2 000	3 700
0.950	1.120	2 100	3 800
1.120	1.320	2 200	3 900
1.320	1.600	2 300	4 000
1.600	1.900	2 400	4 300
1.900	2.000	2 500	4 400

(Table XI is not included in this Recommendation.)

14. Continuity of covering (nominal conductor diameter up to and including 0.500 mm)

Not applicable. (Table XII is not included in this Recommendation.)

15. Thermal endurance

Under consideration.

16. Résistance aux réfrigérants

Ne s'applique pas.

17. Essai de soudabilité

Ne s'applique pas.

18. Essai d'adhérence par chaleur et par solvant

18.1 Adhérence par chaleur

L'éprouvette est préparée selon la méthode d'essai, la température de l'étuve pour le collage est de $170 \pm 2^\circ\text{C}$ ou à une autre valeur selon accord préalable entre fournisseur et utilisateur.

Aucune spire (en dehors de la première et de la dernière) ne doit se séparer sous l'action de la charge indiquée dans le tableau XIII.

TABLEAU XIII

Diamètre nominal du conducteur mm		Charge N
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
—	0,050	A l'étude
0,050	0,071	0,05
0,071	0,100	0,08
0,100	0,160	0,12
0,160	0,200	0,25
0,200	0,315	0,35
0,315	0,400	0,70
0,400	0,500	1,10
0,500	0,630	1,60
0,630	0,710	2,20
0,710	0,800	2,80
0,800	0,900	3,40
0,900	1,000	4,20
1,000	1,120	5,00
1,120	1,250	5,80
1,250	1,400	6,30
1,400	1,600	8,50
1,600	1,800	10,50
1,800	2,000	10,50

18.2 Adhérence par solvant

A l'étude.

19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques

Ne s'applique pas.

20. Conditionnement

Le fil doit être enroulé régulièrement et de manière compacte sur des bobines ou dans des fûts d'emballage. Chaque bobine ou fût ne doit pas contenir plus de deux longueurs de fil.

Si une bobine contient plus d'une longueur, une bande de papier doit être insérée entre les couches pour indiquer le début d'une nouvelle longueur de fil. Le papier doit prendre toute la largeur de la bobine.

Si un fût d'emballage contient plus d'une longueur, les deux longueurs doivent être séparées par un col en papier ou par un moyen analogue.

Si une bobine ou un fût d'emballage contient deux longueurs de fil, l'étiquette doit le mentionner.

16. Resistance to refrigerants

Not applicable.

17. Solder test

Not applicable.

18. Heat and solvent bonding test

18.1 Heat bonding

When preparing a test sample according to the test method, the temperature of the oven for bonding shall be 170 ± 2 °C or as agreed between manufacturer and user.

Under the action of the load, as specified in Table XIII, no turn shall be separated other than the first and last turn.

TABLE XIII

Nominal conductor diameter mm		Load N
Over	Up to and including	
—	0.050	Under consideration
0.050	0.071	0.05
0.071	0.100	0.08
0.100	0.160	0.12
0.160	0.200	0.25
0.200	0.315	0.35
0.315	0.400	0.70
0.400	0.500	1.10
0.500	0.630	1.60
0.630	0.710	2.20
0.710	0.800	2.80
0.800	0.900	3.40
0.900	1.000	4.20
1.000	1.126	5.00
1.126	1.250	5.80
1.250	1.400	6.30
1.400	1.600	8.50
1.600	1.800	10.50
1.800	2.000	10.50

18.2 Solvent bonding

Under consideration.

19. Dielectric loss tangent

Not applicable.

20. Packaging

The wire shall be wound evenly and compactly on reels or in containers. Each reel or container shall contain no more than two lengths of wire.

If the contents of a reel consist of more than one length, a slip of paper shall be inserted between the layers to indicate the commencement of a fresh length of wire. The paper shall extend across the whole width of the reel.

If the contents of a container consist of more than one length, the two lengths shall be separated by a paper collar or similar means.

If a delivery reel or a container contains two lengths of winding wire, this shall be marked on the label.

ANNEXE A

MÉTHODE DE CALCUL DE LA RÉSISTANCE LINÉIQUE

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

1. Pour $0,020 \text{ mm} \leq d \leq 0,100 \text{ mm}$

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.

La résistance linéique est calculée à partir de:

$$R_{\min} = K_{\min} \cdot \varrho_{\text{nom}} \cdot q_{\text{nom}}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

$$R_{\max} = K_{\max} \cdot \varrho_{\text{nom}} \cdot q_{\text{nom}}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

Où:

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

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

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

$$q = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{nom}}^2$$

TABLEAU

d_{nom} mm	$K_{\min}$	$K_{\max}$
0,020	0,85	1,19
0,025	0,87	1,17
0,032	0,88	1,14
0,040	0,89	1,12
0,050	0,90	1,10
0,063	0,91	1,09
0,071	0,915	1,085
0,080	0,920	1,080
0,090	0,925	1,075
0,100	0,930	1,070

2. Pour $0,10 \text{ mm} < d \leq 1,00 \text{ mm}$

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 nominal de la tolérance dimensionnelle sur ce diamètre.

La résistance linéique est calculée à partir de:

$$R_{\min} = \varrho_{\min} \cdot q_{\max}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

$$R_{\max} = \varrho_{\max} \cdot q_{\min}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

Où:

$$\varrho_{\min} = 1/58,5 [\Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}]$$

$$\varrho_{\max} = 1/57,5 [\Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}]$$