

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 317-7

Première édition — First edition

1972

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Septième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé d'indice de température 220

Specifications for particular types of winding wires

Part 7: Enamelled round copper wires with a temperature index of 220



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 60317-7:1972

Withdrawn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 317-7

Première édition — First edition

1972

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Septième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé d'indice de température 220

Specifications for particular types of winding wires

Part 7: Enamelled round copper wires with a temperature index of 220



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	14
8. Souplesse et adhérence	16
9. Essai de choc thermique	16
10. Essai de thermoplasticité	18
11. Résistance à l'abrasion	18
12. Essai aux solvants	20
13. Tension de claquage	22
14. Continuité de l'isolation	24
15. Endurance thermique	24
16. Résistance aux réfrigérants	26
17. Essai de soudabilité	26
18. Essai d'adhérence par chaleur et par solvant	26
19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques	26
20. Conditionnement	26
21. Tangente de l'angle de pertes diélectriques, seulement pour les émaux à base de polyimides aromatiques	26
ANNEXE A — Méthode de calcul de la résistance linéique	28
ANNEXE B — Résistance nominale	30

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	15
8. Flexibility and adherence	17
9. Heat shock	17
10. Cut-through	19
11. Resistance to abrasion	19
12. Solvent test	21
13. Breakdown voltage	23
14. Continuity of covering	25
15. Thermal endurance	25
16. Resistance to refrigerants	27
17. Solder test	27
18. Heat and solvent bonding test	27
19. Dielectric dissipation factor $\tan \delta$	27
20. Packaging	27
21. Dielectric dissipation factor ($\tan \delta$), only for enamels with a basis of aromatic polyimides	27
APPENDIX A — Method of calculation of linear resistance	29
APPENDIX B — Nominal resistance	31

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

**Septième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé
d'indice de température 220**

PRÉAMBULE

- 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.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 55 de la CEI: Fils de bobinage. Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Tel-Aviv en 1966 et à Stockholm en 1968. A la suite de la dernière réunion, un projet définitif, document 55 (Bureau central) 73, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1969.

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

Afrique du Sud	Israël
Allemagne	Japon
Australie	Royaume-Uni
Autriche	Suède
Belgique	Suisse
Corée (République démocratique populaire de)	Tchécoslovaquie
Danemark	Turquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
France	Yougoslavie
Inde	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES
Part 7: Enamelled round copper wires with a temperature index of 220

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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

Drafts were discussed at the meetings held in Tel Aviv in 1966 and in Stockholm in 1968. As a result of the latter meeting, a final draft, document 55(Central Office)73, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Democratic People's
Austria	Republic of)
Belgium	South Africa
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
India	United Kingdom
Israel	Yugoslavia
Japan	

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Septième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé d'indice de température 220

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 comporte quatre groupes définissant respectivement:

- 1) Les dimensions de base (Publication 182 de la CEI).
- 2) Les méthodes d'essai (Publication 251 de la CEI).
- 3) Les spécifications pour des types particuliers de fils (Publication 317 de la CEI).
- 4) Le conditionnement (Publication 264 de la CEI).

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 d'indice de température 220* (fils de cuivre émaillés, par exemple, avec un émail de base polyimide aromatique).

Ce fil supporte une violente surcharge pendant de courtes périodes et possède une résistance élevée aux solvants.

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 5,000 mm

2. **Objet**

Recommander des exigences et des dimensions pour la gamme des fils mentionnée à 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, cette dernière 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 présente recommandation.

*Pour l'application de cette recommandation, l'indice de température est en relation avec les exigences mentionnées à l'article 15.

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 7: Enamelled round copper wires with a temperature index of 220

INTRODUCTION

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

- 1) Basic dimensions (IEC Publication 182).
- 2) Methods of test (IEC Publication 251).
- 3) Specifications for particular types of wires (IEC Publication 317).
- 4) Packaging (IEC Publication 264).

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 enamelled round copper wires with a temperature index of 220* (copper wire covered with, for example, enamel on aromatic polyimide base).

This wire will withstand heavy overloads for short periods and has also a high solvent resistance.

The ranges of sizes of wire covered by this recommendation are:

- Grade 1: 0.020 mm up to and including 2.000 mm
Grade 2: 0.020 mm up to and including 5.000 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, the latter shall prevail.

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

* For the purpose of this recommendation, the temperature index is related to the requirement given in Clause 15.

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.

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 mm	Grade 2 mm		Grade 1 mm	Grade 2 mm
0,020	0,025	0,027	0,900	0,965	0,990
0,025	0,031	0,034	0,950	1,017	1,041
0,032	0,040	0,043	1,000	1,068	1,093
0,040	0,050	0,054	1,060	1,130	1,155
0,050	0,062	0,068	1,120	1,192	1,217
0,063	0,078	0,085	1,180	1,254	1,279
0,071	0,088	0,095	1,250	1,325	1,351
0,080	0,098	0,105	1,320	1,397	1,423
0,090	0,110	0,117	1,400	1,479	1,506
0,100	0,121	0,129	1,500	1,581	1,608
0,112	0,134	0,143	1,600	1,683	1,711
0,125	0,149	0,159	1,700	1,785	1,813
0,140	0,166	0,176	1,800	1,888	1,916
0,160	0,187	0,199	1,900	1,990	2,018
0,180	0,209	0,222	2,000	2,092	2,120
0,200	0,230	0,245	2,120		2,243
0,224	0,256	0,272	2,240		2,366
0,250	0,284	0,301	2,360		2,488
0,280	0,315	0,334	2,500		2,631
0,315	0,352	0,371	2,650		2,784
0,355	0,395	0,414	2,800		2,938
0,400	0,442	0,462	3,000		3,142
0,450	0,495	0,516	3,150		3,294
0,500	0,548	0,569	3,350		3,498
0,560	0,611	0,632	3,550		3,702
0,630	0,684	0,706	3,750		3,905
0,710	0,767	0,790	4,000		4,160
0,750	0,809	0,832	4,250		4,414
0,800	0,861	0,885	4,500		4,668
0,850	0,913	0,937	4,750		4,923
			5,000		5,177

* 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.

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.

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	Maximum over-all diameter		Nominal conductor diameter	Maximum over-all diameter	
	Grade 1	Grade 2		Grade 1	Grade 2
mm	mm	mm	mm	mm	mm
0.020	0.025	0.027	0.900	0.965	0.990
0.025	0.031	0.034	0.950	1.017	1.041
0.032	0.040	0.043	1.000	1.068	1.093
0.040	0.050	0.054	1.060	1.130	1.155
0.050	0.062	0.068	1.120	1.192	1.217
0.063	0.078	0.085	1.180	1.254	1.279
0.071	0.088	0.095	1.250	1.325	1.351
0.080	0.098	0.105	1.320	1.397	1.423
0.090	0.110	0.117	1.400	1.479	1.506
0.100	0.121	0.129	1.500	1.581	1.608
0.112	0.134	0.143	1.600	1.683	1.711
0.125	0.149	0.159	1.700	1.785	1.813
0.140	0.166	0.176	1.800	1.888	1.916
0.160	0.187	0.199	1.900	1.990	2.018
0.180	0.209	0.222	2.000	2.092	2.120
0.200	0.230	0.245	2.120		2.243
0.224	0.256	0.272	2.240		2.366
0.250	0.284	0.301	2.360		2.488
0.280	0.315	0.334	2.500		2.631
0.315	0.352	0.371	2.650		2.784
0.355	0.395	0.414	2.800		2.938
0.400	0.442	0.462	3.000		3.142
0.450	0.495	0.516	3.150		3.294
0.500	0.548	0.569	3.350		3.498
0.560	0.611	0.632	3.550		3.702
0.630	0.684	0.706	3.750		3.905
0.710	0.767	0.790	4.000		4.160
0.750	0.809	0.832	4.250		4.414
0.800	0.861	0.885	4.500		4.668
0.850	0.913	0.937	4.750		4.923
			5.000		5.177

*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.

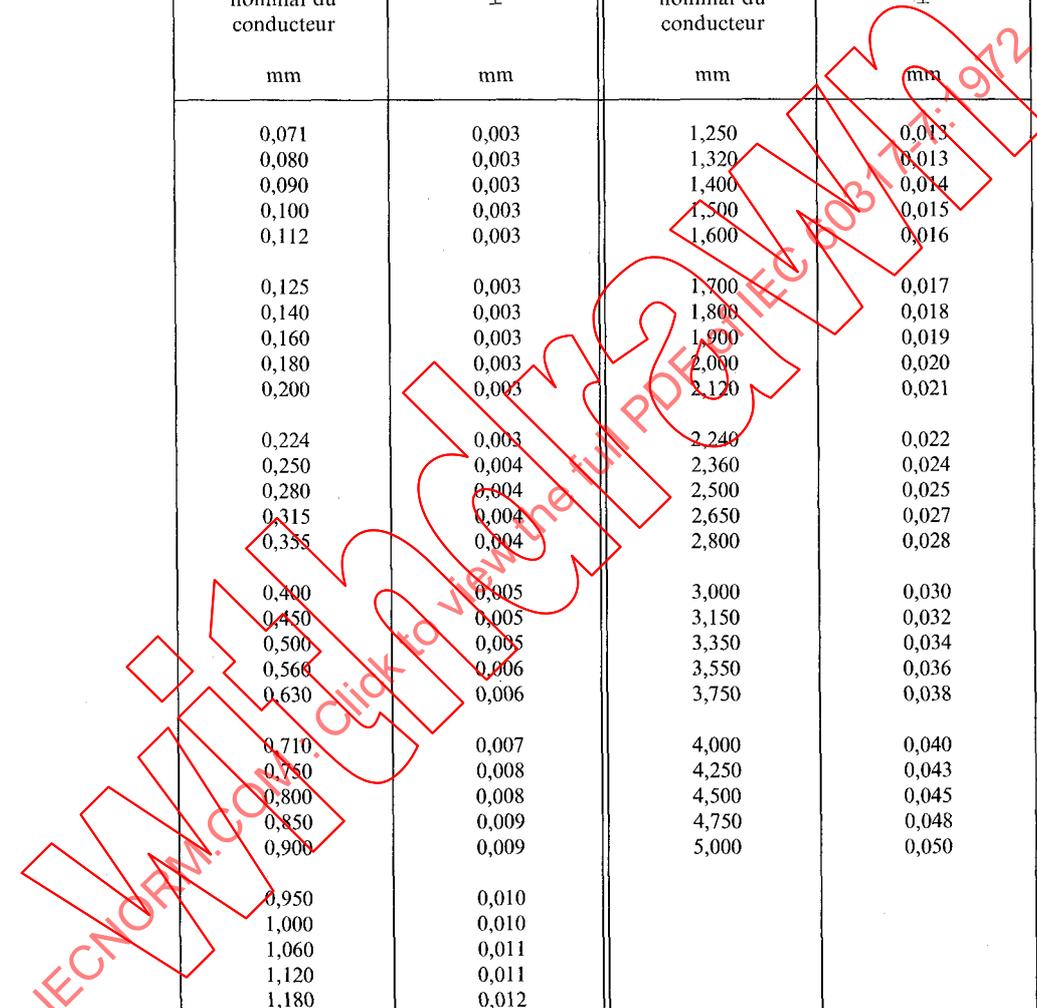
4.3 Tolérance sur le diamètre du conducteur (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,070 mm)

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.

TABLEAU II

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm	Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm
0,071	0,003	1,250	0,013
0,080	0,003	1,320	0,013
0,090	0,003	1,400	0,014
0,100	0,003	1,500	0,015
0,112	0,003	1,600	0,016
0,125	0,003	1,700	0,017
0,140	0,003	1,800	0,018
0,160	0,003	1,900	0,019
0,180	0,003	2,000	0,020
0,200	0,003	2,120	0,021
0,224	0,003	2,240	0,022
0,250	0,004	2,360	0,024
0,280	0,004	2,500	0,025
0,315	0,004	2,650	0,027
0,355	0,004	2,800	0,028
0,400	0,005	3,000	0,030
0,450	0,005	3,150	0,032
0,500	0,005	3,350	0,034
0,560	0,006	3,550	0,036
0,630	0,006	3,750	0,038
0,710	0,007	4,000	0,040
0,750	0,008	4,250	0,043
0,800	0,008	4,500	0,045
0,850	0,009	4,750	0,048
0,900	0,009	5,000	0,050
0,950	0,010		
1,000	0,010		
1,060	0,011		
1,120	0,011		
1,180	0,012		



4.4 Faux rond 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.

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.

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.

TABLE II

Nominal conductor diameter	Tolerance ±	Nominal conductor diameter	Tolerance ±
mm	mm	mm	mm
0.071	0.003	1.250	0.013
0.080	0.003	1.320	0.013
0.090	0.003	1.400	0.014
0.100	0.003	1.500	0.015
0.112	0.003	1.600	0.016
0.125	0.003	1.700	0.017
0.140	0.003	1.800	0.018
0.160	0.003	1.900	0.019
0.180	0.003	2.000	0.020
0.200	0.003	2.120	0.021
0.224	0.003	2.240	0.022
0.250	0.004	2.360	0.024
0.280	0.004	2.500	0.025
0.315	0.004	2.650	0.027
0.355	0.004	2.800	0.028
0.400	0.005	3.000	0.030
0.450	0.005	3.150	0.032
0.500	0.005	3.350	0.034
0.560	0.006	3.550	0.036
0.630	0.006	3.750	0.038
0.710	0.007	4.000	0.040
0.750	0.008	4.250	0.043
0.800	0.008	4.500	0.045
0.850	0.009	4.750	0.048
0.900	0.009	5.000	0.050
0.950	0.010		
1.000	0.010		
1.060	0.011		
1.120	0.011		
1.180	0.012		

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

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

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.

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
			0,500	0,08534	0,09037
0,050	7,903	9,659	0,560	0,06794	0,07215
0,063	5,033	6,029	0,630	0,05381	0,05687
0,071	3,985	4,725	0,710	0,04234	0,04481
0,080	3,156	3,704	0,750	0,03788	0,04022
0,090	2,507	2,913	0,800	0,03334	0,03530
0,100	2,042	2,349	0,850	0,02950	0,03131
0,112	1,646	1,864	0,900	0,02634	0,02789
0,125	1,328	1,488	0,950	0,02362	0,02506
0,140	1,064	1,180	1,000	0,02134	0,02259
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. — 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.

6. Allongement

L'allongement à la 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 %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %
0,020	6	0,355	23	1,600	32
0,025	7	0,400	24	1,700	32
0,032	8	0,450	25	1,800	32
0,040	9	0,500	25	1,900	32
0,050	10	0,560	26	2,000	33
0,063	12	0,630	27	2,120	33
0,071	13	0,710	28	2,240	33
0,080	14	0,750	28	2,360	33
0,090	15	0,800	28	2,500	33
0,100	16	0,850	28	2,650	34
0,112	17	0,900	29	2,800	34
0,125	17	0,950	29	3,000	34
0,140	18	1,000	30	3,150	34
0,160	19	1,060	30	3,350	34
0,180	20	1,120	30	3,550	35
0,200	21	1,180	31	3,750	35
0,224	21	1,250	31	4,000	35
0,250	22	1,320	32	4,250	35
0,280	22	1,400	32	4,500	36
0,315	23	1,500	32	4,750	36
				5,000	36

Note. — Pour les dimensions intermédiaires entre 0,020 mm et 0,050 mm, les valeurs de l'allongement sont celles qui sont données pour le diamètre immédiatement inférieur.

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	0.08534	0.09037
0.050	7.903	9.659	0.560	0.06794	0.07215
0.063	5.033	6.029	0.630	0.05381	0.05687
0.071	3.985	4.725	0.710	0.04234	0.04481
0.080	3.156	3.704	0.750	0.03788	0.04022
0.090	2.507	2.913	0.800	0.03334	0.03530
0.100	2.042	2.349	0.850	0.02959	0.03131
0.112	1.646	1.864	0.900	0.02634	0.02789
0.125	1.328	1.488	0.950	0.02362	0.02506
0.140	1.064	1.180	1.000	0.02134	0.02259
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. **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	Nominal conductor diameter mm	Elongation minimum
	%		%		%
0.020	6	0.355	23	1.600	32
0.025	7	0.400	24	1.700	32
0.032	8	0.450	25	1.800	32
0.040	9	0.500	25	1.900	32
0.050	10	0.560	26	2.000	33
0.063	12	0.630	27	2.120	33
0.071	13	0.710	28	2.240	33
0.080	14	0.750	28	2.360	33
0.090	15	0.800	28	2.500	33
0.100	16	0.850	28	2.650	34
0.112	17	0.900	29	2.800	34
0.125	17	0.950	29	3.000	34
0.140	18	1.000	30	3.150	34
0.160	19	1.060	30	3.350	34
0.180	20	1.120	30	3.550	35
0.200	21	1.180	31	3.750	35
0.224	21	1.250	31	4.000	35
0.250	22	1.320	32	4.250	35
0.280	22	1.400	32	4.500	36
0.315	23	1.500	32	4.750	36
				5.000	36

Note. — For intermediate sizes between 0.020 mm and 0.050 mm, the elongation values to be taken are those given for the nearest lower diameter.

7. **Effet de ressort (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,050 mm et inférieur ou égal à 1,600 mm)**

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	Grade 2
0,050 0,063 0,071	3	0,1	72	87
			68	82
			65	77
0,080 0,090 0,100	5	0,25	70	86
			67	77
			64	73
0,112 0,125 0,140	7	0,50	64	73
			62	70
			59	67
0,160 0,180 0,200	10	1,0	59	67
			57	65
			54	62
0,224 0,250 0,280	12,5	2,0	51	59
			49	56
			47	53
0,315 0,355 0,400	19	4,0	50	55
			48	53
			45	50
0,450 0,500 0,560	25	8,0	44	48
			43	47
			41	44
0,630 0,710 0,750 0,800	37,5	12,0	46	50
			44	47
			43	45
			41	43
0,850 0,900 0,950 1,000 1,060 1,120 1,180 1,250 1,320 1,400 1,500 1,600	50	15,0	47	49
			45	48
			44	46
			42	45
			41	43
			39	41
			37	39
			35	37
			34	36
			32	34
			30	32
			28	30

7. Springiness (nominal conductor diameter from 0.050 mm up to and including 1.600 mm)

The wire shall not extend the maximum spring-back 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 spring-back degrees	
			Grade 1	Grade 2
0.050 0.063 0.071	3	0.1	72 68 65	87 82 77
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
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 44
0.630 0.710 0.750 0.800	37.5	12.0	46 44 43 41	50 47 45 43
0.850 0.900 0.950 1.000 1.060 1.120 1.180 1.250 1.320 1.400 1.500 1.600	50	15.0	47 45 44 42 41 39 37 35 34 32 30 28	49 48 46 45 43 41 39 37 36 34 32 30

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.

TABLEAU VI

Diamètre nominal du conducteur mm		Diamètre du mandrin
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
—	0,040	0,150 mm*
0,040	0,250	3 <i>d</i> *
0,250	2,000	<i>d</i>
2,000	5,000	2 <i>d</i>

* 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.

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 90 par le diamètre nominal, exprimé en millimètres.

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

9. **Essai de choc thermique**

A une température comprise entre 240 °C et 250 °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	0,150 mm*
0,040	0,250	3 <i>d</i> *
0,250	2,000	<i>d</i>
2,000	5,000	2 <i>d</i>

* 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.

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.

TABLE VI

Nominal conductor diameter mm		Mandrel diameter
Over	Up to and including	
—	0.040	0.150 mm*
0.040	0.250	3 <i>d</i> *
0.250	2.000	<i>d</i>
2.000	5.000	2 <i>d</i>

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

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 90 by the nominal diameter, expressed in millimeters.

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

9. **Heat shock**

At 240 °C to 250 °C

The covering shall show no cracks. 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	0.150 mm*
0.040	0.250	3 <i>d</i> *
0.250	2.000	<i>d</i>
2.000	5.000	2 <i>d</i>

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

10. **Essai de thermoplasticité**

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

11. **Résistance à l'abrasion (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,250 mm et inférieur ou égal à 2,500 mm)**

11.1 *Essai répété d'abrasion*

La moyenne du nombre de cycles ne doit pas être inférieure à 40 et aucune valeur individuelle ne doit être inférieure à 16. La charge appliquée est celle qui figure dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Diamètre nominal du conducteur mm	Charge		Diamètre nominal du conducteur mm	Charge	
	Grade 1 N	Grade 2 N		Grade 1 N	Grade 2 N
0,250	1,6	2,0	1,060	4,7	5,9
0,280	1,7	2,2	1,120	4,9	6,1
0,315	1,9	2,4	1,180	5,1	6,3
0,355	2,1	2,7	1,250	5,3	6,6
0,400	2,3	2,9	1,320	5,5	6,8
0,450	2,6	3,2	1,400	5,7	7,1
0,500	2,7	3,4	1,500	6,0	7,4
0,560	3,0	3,7	1,600	6,2	7,7
0,630	3,2	4,0	1,700	6,5	8,0
0,710	3,5	4,4	1,800	6,8	8,3
0,750	3,7	4,7	1,900	6,8	8,3
0,800	3,8	4,9	2,000	6,8	8,3
0,850	4,0	5,1	2,120		8,3
0,900	4,2	5,3	2,240		8,3
0,950	4,4	5,5	2,360		8,3
1,000	4,5	5,7	2,500		8,3

10. **Cut-through**

No failure shall occur within 2 min at 350 °C

11. **Resistance to abrasion (nominal conductor diameter from 0.250 mm up to and including 2.500 mm)**

11.1 *Repeated scrape resistance test*

The average of the number of strokes shall not be less than 40 and no individual value shall be less than 16. The load applied shall be as given in Table VIII.

TABLEAU VIII

Nominal conductor diameter mm	Load		Nominal conductor diameter mm	Load	
	Grade 1 N	Grade 2 N		Grade 1 N	Grade 2 N
0.250	1.6	2.0	1.060	4.7	5.9
0.280	1.7	2.2	1.120	4.9	6.1
0.315	1.9	2.4	1.180	5.1	6.3
0.355	2.1	2.7	1.280	5.3	6.6
0.400	2.3	2.9	1.320	5.5	6.8
0.450	2.6	3.2	1.400	5.7	7.1
0.500	2.7	3.4	1.500	6.0	7.4
0.560	3.0	3.7	1.600	6.2	7.7
0.630	3.2	4.0	1.700	6.5	8.0
0.710	3.5	4.4	1.800	6.8	8.3
0.750	3.7	4.7	1.900	6.8	8.3
0.800	3.8	4.9	2.000	6.8	8.3
0.850	4.0	5.1	2.120		8.3
0.900	4.2	5.3	2.240		8.3
0.950	4.4	5.5	2.360		8.3
1.000	4.5	5.7	2.500		8.3

11.2 *Essai d'abrasion unidirectionnelle*

Le fil doit répondre aux prescriptions du tableau VIII A.

TABLEAU VIII A

Diamètre nominal du conducteur mm	Grade 1		Grade 2	
	Charge moyenne de rupture N min.	Charge minimale de rupture des 3 épreuves N min.	Charge moyenne de rupture N min.	Charge minimale de rupture des 3 épreuves N min.
	0,250	2,00	1,70	3,35
0,280	2,15	1,85	3,60	3,05
0,315	2,30	2,00	3,90	3,30
0,355	2,50	2,15	4,20	3,55
0,400	2,70	2,30	4,50	3,80
0,450	2,90	2,45	4,80	4,05
0,500	3,10	2,65	5,15	4,35
0,560	3,35	2,85	5,50	4,65
0,630	3,60	3,05	5,90	5,00
0,710	3,90	3,30	6,35	5,40
0,750	4,05	3,45	6,55	5,60
0,800	4,20	3,60	6,80	5,80
0,850	4,35	3,75	7,05	6,00
0,900	4,50	3,90	7,30	6,20
0,950	4,70	4,05	7,55	6,40
1,000	4,90	4,20	7,80	6,60
1,060	5,10	4,35	8,05	6,85
1,120	5,30	4,50	8,35	7,10
1,180	5,50	4,65	8,65	7,35
1,250	5,70	4,80	8,95	7,60
1,320	5,90	5,00	9,25	7,85
1,400	6,15	5,20	9,60	8,15
1,500	6,40	5,40	9,95	8,45
1,600	6,65	5,60	10,30	8,75
1,700	6,90	5,80	10,60	9,05
1,800	7,15	6,05	11,00	9,35
1,900	7,40	6,30	11,40	9,65
2,000	7,70	6,55	11,80	10,00
2,120	8,00	6,80	12,20	10,30
2,240	8,30	7,05	12,60	10,70
2,360	8,60	7,30	13,00	11,00
2,500	8,90	7,60	13,40	11,40

12. **Essai aux solvants**

12.1 *Solvant normalisé*

Le changement de dureté après essai avec le solvant normalisé doit être au maximum de 3 «crajon». En aucun cas, cette dureté ne doit être inférieure à «H».

11.2 *Unidirectional scrape resistance test*

The wire shall meet the requirements given in Table VIII A.

TABLE VIII A

Nominal conductor diameter mm	Grade 1		Grade 2	
	Average force to failure	Minimum force to failure of the 3 tests	Average force to failure	Minimum force to failure of the 3 tests
	N min.	N min.	N min.	N min.
0.250	2.00	1.70	3.35	2.85
0.280	2.15	1.85	3.60	3.05
0.315	2.30	2.00	3.90	3.30
0.355	2.50	2.15	4.20	3.55
0.400	2.70	2.30	4.50	3.80
0.450	2.90	2.45	4.80	4.05
0.500	3.10	2.65	5.15	4.35
0.560	3.35	2.85	5.50	4.65
0.630	3.60	3.05	5.90	5.00
0.710	3.90	3.30	6.35	5.40
0.750	4.05	3.45	6.55	5.60
0.800	4.20	3.60	6.80	5.80
0.850	4.35	3.75	7.05	6.00
0.900	4.50	3.90	7.30	6.20
0.950	4.70	4.05	7.55	6.40
1.000	4.90	4.20	7.80	6.60
1.060	5.10	4.35	8.05	6.85
1.120	5.30	4.50	8.35	7.10
1.180	5.50	4.65	8.65	7.35
1.250	5.70	4.80	8.95	7.60
1.320	5.90	5.00	9.25	7.85
1.400	6.15	5.20	9.60	8.15
1.500	6.40	5.40	9.95	8.45
1.600	6.65	5.60	10.30	8.75
1.700	6.90	5.80	10.60	9.05
1.800	7.15	6.05	11.00	9.35
1.900	7.40	6.30	11.40	9.65
2.000	7.70	6.55	11.80	10.00
2.120	8.00	6.80	12.20	10.30
2.240	8.30	7.05	12.60	10.70
2.360	8.60	7.30	13.00	11.00
2.500	8.90	7.60	13.40	11.40

12. **Solvent test**

12.1 *Standard solvent*

The change of pencil hardness after the standard solvent test shall be maximum one grade of pencil hardness. In any case, the minimum hardness after the solvent test shall be "H".

13. Tension de claquage

13.1 Le fil doit répondre aux prescriptions spécifiées aux paragraphes 13.2, 13.3 et 13.4 respectivement lorsqu'il est essayé à la température du local.

Le fil doit répondre aux prescriptions spécifiées aux paragraphes 13.2, 13.3 et 13.4 respectivement, tableaux IX, X et XI, colonne 220 °C, lorsqu'il est essayé à 220 °C.

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.

TABLEAU IX

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage V (eff.)			
	Grade 1		Grade 2	
	Température du local	220 °C	Température du local	220 °C
0,020	40	A l'étude	100	A l'étude
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 2,500 mm*

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.)			
		Grade 1		Grade 2	
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	Température du local	220 °C	Température du local	220 °C
0,040	0,050	350	250	700	500
0,050	0,063	400	300	800	600
0,063	0,080	500	400	950	700
0,080	0,100	600	450	1 200	900
0,100	0,125	700	500	1 300	1 000
0,125	0,160	800	600	1 500	1 100
0,160	0,200	900	650	1 700	1 300
0,200	0,250	1 000	750	2 000	1 500
0,250	0,315	1 200	900	2 200	1 700
0,315	0,400	1 400	1 000	2 400	1 800
0,400	0,500	1 600	1 200	2 800	2 100
0,500	0,710	1 800	1 400	3 100	2 300
0,710	0,850	1 900	1 400	3 500	2 600
0,850	0,950	2 000	1 500	3 700	2 800
0,950	1,120	2 100	1 600	3 800	2 900
1,120	1,320	2 200	1 700	3 900	2 900
1,320	1,600	2 300	1 700	4 000	3 000
1,600	1,900	2 400	1 800	4 300	3 200
1,900	2,500	2 500	1 900	4 400	3 300

13. **Breakdown voltage**

13.1 The wire shall meet the requirements given in Sub-clauses 13.2, 13.3 and 13.4 respectively when being tested at room temperature.

The wire shall meet the requirements given in Sub-clauses 13.2, 13.3 and 13.4, respectively, tables IX, X and XI, Column 220 °C, when being tested at 220 °C.

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

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

TABLE IX

Nominal conductor diameter mm	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) V			
	Grade 1		Grade 2	
	Room temperature	220 °C	Room temperature	220 °C
0.020	40	Under consideration	100	Under consideration
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 2.500 mm*

The breakdown voltage shall not be less than the values 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 five samples and no failure shall be accepted.

TABLE X

Nominal conductor diameter mm		Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) V			
		Grade 1		Grade 2	
Over	Up to and including	Room temperature	220 °C	Room temperature	220 °C
0.040	0.050	350	250	700	500
0.050	0.063	400	300	800	600
0.063	0.080	500	400	950	700
0.080	0.100	600	450	1 200	900
0.100	0.125	700	500	1 300	1 000
0.125	0.160	800	600	1 500	1 100
0.160	0.200	900	650	1 700	1 300
0.200	0.250	1 000	750	2 000	1 500
0.250	0.315	1 200	900	2 200	1 700
0.315	0.400	1 400	1 000	2 400	1 800
0.400	0.500	1 600	1 200	2 800	2 100
0.500	0.710	1 800	1 400	3 100	2 300
0.710	0.850	1 900	1 400	3 500	2 600
0.850	0.950	2 000	1 500	3 700	2 800
0.950	1.120	2 100	1 600	3 800	2 900
1.120	1.320	2 200	1 700	3 900	2 900
1.320	1.600	2 300	1 700	4 000	3 000
1.600	1.900	2 400	1 800	4 300	3 200
1.900	2.500	2 500	1 900	4 400	3 300

13.4 *Diamètre nominal du conducteur supérieur à 2,500 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 XI.

TABLEAU XI

Diamètre nominal du conducteur, supérieur à mm	Tension minimale de claquage V (eff) Grade 2	
	Température du local	220 °C
2,500	1 600	A l'étude

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

Le nombre de défauts par 30 m de fil ne doit pas dépasser la valeur donnée dans le tableau XII.

TABLEAU XII

Diamètre nominal du conducteur mm		Nombre maximal de défauts par 30 m	
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	Grade 1	Grade 2
—	0,040	30	12
0,040	0,500	15	6

15. **Endurance thermique**

Quand l'endurance thermique est vérifiée selon la méthode donnée dans la Publication 172 de la CEI: Méthode d'essai pour l'évaluation de la stabilité thermique des fils émaillés par l'abaissement de la rigidité diélectrique entre fils torsadés, la température correspondant à la durée de vie extrapolée à 20000 h ne doit pas être inférieure à 220 °C et la durée de vie mesurée ne doit pas être inférieure à 5000 h à 240 °C.

A la demande de l'acheteur, le fabricant doit certifier que le fil émaillé a été confectionné en utilisant les matériaux et les procédés donnant un produit qui satisfait à ces exigences.

L'endurance thermique est essentiellement fonction du type d'émail; l'essai doit donc être effectué avec un fil de 1 mm, de préférence de Grade 2, sauf convention entre fabricant et utilisateur.

Note. — Les prescriptions relatives à l'endurance thermique basées sur une durée de vie extrapolée de 20000 h s'appliquent à des fils émaillés n'ayant pas reçu d'imprégnation. En service réel, la température maximale d'utilisation du fil peut être augmentée quand celui-ci est utilisé dans un système d'isolation approprié et lorsque l'expérience peut justifier une telle augmentation. Un système non approprié peut par contre entraîner un abaissement de la température maximale d'utilisation.

13.4 Nominal conductor diameter over 2.500 mm

At least four of five samples tested shall not break down at voltages less than those given in Table XI.

TABLE XI

Nominal conductor diameter over mm	Minimum breakdown voltage (r.m.s. value) V	
	Grade 2	
	Room temperature	220 °C
2.500	1 600	Under consideration

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

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

TABLE XII

Nominal conductor diameter mm		Maximum number of faults per 30 m	
Over	Up to and including	Grade 1	Grade 2
— 0.040	0.040 0.500	30 15	12 6

15. Thermal endurance

When tested according to the method given in IEC Publication 172, Test Procedure for the Evaluation of the Thermal Endurance of Enamelled Wire by the Lowering of the Electric Strength between Twisted Wires, the temperature corresponding to an extrapolated life of 20000 h shall not be less than 220 °C and the measured life shall not be less than 5000 h at 240 °C.

When required by the purchaser, the manufacturer shall certify that the enamelled wire has been made using materials and processes that have been shown to give a product which will meet these requirements.

Attention is drawn to the fact that the thermal endurance is strongly related to the type of enamel itself. The test shall, therefore, be carried out at a wire size of 1 mm, preferably of Grade 2, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

Note. — The thermal endurance requirement based on an extrapolated life of 20000 h relates to wires tested in isolation in free air. When applied in service, the maximum operating temperature of the wire may be increased when it is used in a suitable insulation system and experience may be used to justify such an increase. An unsuitable system may result in a decrease.

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**

Ne s'applique pas.

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 fils.

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.

21. **Tangente de l'angle de pertes diélectriques, seulement pour les émaux à base de polyimides aromatiques**

La tangente de l'angle de pertes diélectriques ne doit pas dépasser 60×10^{-4} à une fréquence de 1000 Hz.

Notes 1. — Si la tangente de l'angle de pertes diélectriques peut être mesurée, cette mesure sera remplacée par la mesure de la perte de poids*.

2. — Les fils à émaux autres que les polyimides aromatiques devront faire l'objet d'un accord entre fabricant et utilisateur.

*Méthode d'essai, voir la Publication 251-1A de la CEI (en cours d'impression).