

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 317-11

Première édition — First edition

1972

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Onzième partie: Fils en cuivre émaillés toronnés sous guipage soie

Specifications for particular types of winding wires

Part 11: Bunched enamelled copper wires with silk covering



Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

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** -
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

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.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the contents reflect 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**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

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.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

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 317-11

Première édition — First edition

1972

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Onzième partie: Fils en cuivre émaillés toronnés sous gaine soie

Specifications for particular types of winding wires

Part 11: Bunched enamelled copper wires with silk covering



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 extérieur	8
4.1 Diamètre extérieur du fil constitutif	8
4.2 Diamètre extérieur du fil toronné	8
5. Résistance électrique	12
6. Guipage	12
7. Tangente de l'angle de perte diélectrique	12
8. Essai de soudabilité	14
9. Longueur du pas	14
10. Conditionnement	14
11. Eléments techniques	16
11.1 Dimensions préférées	16
11.2 Dimensions facultatives	18
ANNEXE A	20
ANNEXE B	22
ANNEXE C	26

WIKI
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-11:1972

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General notes on tests	7
4. Over-all diameter	9
4.1 Maximum over-all diameter of the single wire	9
4.2 Over-all diameter of the bunched wire	9
5. Resistance	13
6. Covering	13
7. Dielectric dissipation factor $\tan \delta$	13
8. Solder test	15
9. Length of lay	15
10. Packaging	15
11. Engineering data	17
11.1 Preferred sizes	17
11.2 Non-preferred sizes	19
APPENDIX A	21
APPENDIX B	23
APPENDIX C	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Onzième partie: Fils en cuivre émaillés toronnés sous guipage soie

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)69, 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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 11: Bunched enamelled copper wires with silk covering

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)69, 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

Austria

Belgium

Czechoslovakia

Denmark

Finland

France

Germany

Israel

Japan

Korea (Democratic People's
Republic of)

South Africa

Sweden

Switzerland

Turkey

Union of Soviet

Socialist Republics

United Kingdom

Yugoslavia

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Onzième partie: Fils en cuivre émaillés toronnés sous guipage soie

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 donne les prescriptions et les dimensions pour les fils en cuivre émaillés toronnés sous guipage soie (fils de section circulaire en cuivre recouverts, par exemple, avec un émail à base de polyuréthane) normalement utilisés pour les applications en haute fréquence.

2. Objet

Recommander des exigences et des dimensions pour la gamme des fils émaillés toronnés sous guipage soie.

3. Notes générales concernant les essais

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente recommandation figurent dans la Publication 251-2 de la CEI: Méthodes d'essai des fils de bobinage, et les numéros d'articles dans les deux documents sont les mêmes pour les mêmes essais.

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essais 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.

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 11: Bunched enamelled copper wires with silk covering

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 gives requirements and dimensions for bunched enamelled copper wires with silk covering (round copper wires covered with, for example, enamel on polyurethane base), normally used for high-frequency applications.

2. Object

To recommend requirements and dimensions for the range of bunched enamelled wires with silk covering.

3. General notes on tests

All methods of test used in this recommendation are given in IEC Publication 251-2: Methods of Test for Winding Wires, and the clause numbers used in both documents are the same for each test.

In case of inconsistencies between the publication on Methods of Test and this recommendation, this recommendation shall prevail.

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

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

Note. — Lorsque le terme *conducteur* est utilisé, il indique le métal nu après enlèvement de l'émail d'un fil constitutif; lorsque le terme *fil* est utilisé, il indique le conducteur constitutif émaillé. Lorsque le terme *fil toronné* est utilisé, il indique l'assemblage sous son guipage textile.

4. Diamètre extérieur

4.1 Diamètre extérieur du fil constitutif

Le diamètre du fil constitutif doit être conforme aux valeurs données dans le tableau I.

TABLEAU I

Diamètre nominal du conducteur	Diamètre maximal
mm	mm
0,025	0,031
0,032	0,040
0,040	0,050
0,050	0,062
0,063	0,078
0,071 ¹⁾	0,088

Note. — Les diamètres de conducteurs et les diamètres extérieurs sont conformes aux Publications 182-1 et 182-2 de la CEI pour le grade 1.

4.2 Diamètre extérieur du fil toronné

Le nombre de fils et le diamètre nominal extérieur doivent être conformes aux valeurs du tableau II.

Les valeurs données dans le tableau II sont relatives aux mesures réalisées sur mandrin. Les valeurs réelles, mesurées avec un microscope, sont approximativement inférieures de 8%.

Les valeurs maximales, quand elles sont contrôlées sur mandrin, ne doivent pas être supérieures de 10% aux valeurs du tableau II.

¹⁾ Les fils toronnés utilisés avec les fils constitutifs de 0,071 mm ne sont pas recommandés pour de nouveaux projets.

The bunched wire to be tested shall be removed from the packaging in such a way that the bunched wire will not be subjected to tension or unnecessary bends. Before each test, discard sufficient bunched wire to ensure that any damaged bunched wire is not included in the test specimens.

Note. — Where the word *conductor* is used, it means the bare metal after removal of the enamel from the single wire; where the word *wire* is used, it means the single enamelled conductor; where the term *bunched wire* is used, it means the laid-up composite with its textile covering.

4. Over-all diameter

4.1 Maximum over-all diameter of the single wire

The diameter of the single wire shall be in accordance with the appropriate value given in Table I.

TABLE I

Nominal conductor diameter mm	Maximum over-all diameter mm
0.025	0.031
0.032	0.040
0.040	0.050
0.050	0.062
0.063	0.078
0.071 ¹⁾	0.088

Note. — The conductor diameters and maximum over-all diameters are in accordance with IEC Publications 182-1 and 182-2 for Grade 1.

4.2 Over-all diameter of the bunched wire

The number of wires and the nominal over-all diameter shall be in accordance with those given in Table II.

The figures given in Table II are related to the measurement on a mandrel. The real figures, measured with a microscope, are approximately 8% lower.

The maximum figures, when tested on the mandrel, shall not be more than 10% higher than the figures given in Table II.

¹⁾ Bunched wires with a diameter of the single wire of 0.071 mm are not recommended for new designs.

TABLEAU II
Diamètre extérieur

Nombre de fils	Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif				
	mm				
	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063
3	0,095	0,115	0,135	0,160	0,190
4	0,105	0,125	0,150	0,180	0,215
5	0,115	0,140	0,165	0,195	0,235
6	0,120	0,150	0,175	0,210	0,255
8	0,135	0,165	0,200	0,240	0,290
10	0,150	0,180	0,220	0,260	0,320
12	0,160	0,195	0,235	0,285	0,350
20	0,200	0,245	0,300	0,360	0,450
25	0,220	0,275	0,335	0,405	0,505
32	0,245	0,305	0,375	0,455	0,565
40	0,270	0,335	0,415	0,505	0,630
60	0,320	0,405	0,500	0,615	0,785
100	0,405	0,515	0,640	0,805	1,000
160	0,505	0,670	0,825	1,005	1,255
250	0,625	0,820	1,015	1,245	1,550

Notes 1. — Le nombre de fils a été pris dans la série R avec, pour des raisons techniques, des valeurs arrondies.

2. — Au-dessus du trait, on applique normalement une couche de soie, et au-dessous du trait deux couches de soie.

3. — Les diamètres extérieurs sont *calculés* selon la méthode donnée à l'annexe A et *mesurés* selon la Publication 251-2 de la CEI: Méthodes d'essai des fils de bobinage, paragraphe 4.2.

4. — D'autres fils couramment utilisés sont donnés à l'annexe B.

TABLE II
Over-all diameter

Number of wires	Nominal conductor diameter of the single wire				
	mm				
	0.025	0.032	0.040	0.050	0.063
3	0.095	0.115	0.135	0.160	0.190
4	0.105	0.125	0.150	0.180	0.215
5	0.115	0.140	0.165	0.195	0.235
6	0.120	0.150	0.175	0.210	0.255
8	0.135	0.165	0.200	0.240	0.290
10	0.150	0.180	0.220	0.260	0.320
12	0.160	0.195	0.235	0.285	0.350
20	0.200	0.245	0.300	0.360	0.450
25	0.220	0.275	0.335	0.405	0.505
32	0.245	0.305	0.375	0.455	0.565
40	0.270	0.335	0.415	0.505	0.630
60	0.320	0.405	0.500	0.615	0.785
100	0.405	0.515	0.640	0.805	1.000
160	0.505	0.670	0.825	1.005	1.255
250	0.625	0.820	1.015	1.245	1.550

Notes 1. — The number of wires is taken from the R series of numbers, rounded for technical reasons.

2. — Above the line, normally one silk layer is applied and below the line, a double silk layer is applied.

3. — The over-all diameters are *calculated* according to the method given in Appendix A and *measured* according to IEC Publication 251-2, Methods of Test for Winding Wires, Sub-clause 4.2.

4. — Other commonly used wires are given in Appendix B.

5. Résistance électrique

La résistance électrique à 20 °C doit être située dans les limites données au tableau III.

TABLEAU III
Résistance Ω/m

Nombre de fils	Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif									
	mm									
	0,025		0,032		0,040		0,050		0,063	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
3	10,18	13,97	6,290	8,310	4,070	5,226	2,634	3,284	1,678	2,050
4	7,638	10,48	4,718	6,232	3,053	3,919	1,976	2,463	1,258	1,537
5	6,110	8,562	3,774	4,986	2,442	3,135	1,581	1,970	1,007	1,230
6	5,092	6,985	3,145	4,155	2,035	2,613	1,317	1,642	0,839	1,025
8	3,819	5,239	2,359	3,116	1,526	1,960	0,988	1,232	0,629	0,769
10	3,055	4,191	1,887	2,493	1,221	1,568	0,790	0,985	0,503	0,615
12	2,546	3,493	1,573	2,077	1,018	1,306	0,659	0,821	0,419	0,512
20	1,528	2,096	0,944	1,246	0,611	0,784	0,395	0,493	0,252	0,307
25	1,222	1,676	0,755	0,997	0,488	0,627	0,316	0,394	0,201	0,246
32	0,955	1,349	0,590	0,802	0,382	0,505	0,247	0,317	0,157	0,198
40	0,764	1,079	0,472	0,642	0,305	0,404	0,198	0,254	0,126	0,158
60	0,509	0,719	0,315	0,428	0,204	0,269	0,132	0,169	0,0839	0,106
100	0,306	0,432	0,189	0,257	0,122	0,161	0,0790	0,101	0,0503	0,0633
160	0,191	0,270	0,118	0,160	0,0763	0,101	0,0494	0,0634	0,0315	0,0396
250	0,122	0,173	0,0755	0,103	0,0488	0,0646	0,0316	0,0406	0,0201	0,0253

Note. — Les limites données dans le tableau III sont dérivées des calculs effectués selon l'annexe C.

6. Guipage

Les fils en cuivre émaillés toronnés doivent être sous une ou deux couches de soie.

La première couche doit être appliquée sur les fils toronnés en sens inverse du pas de toronnage. Quand on applique une seconde couche, le pas doit être inverse à celui de la première couche.

Le guipage doit être de qualité uniforme et chaque couche doit être unie et uniforme.

Quand il est contrôlé selon la méthode de la Publication 251-2 de la CEI, article 6, le guipage ne doit pas s'ouvrir suffisamment pour mettre à nu de façon évidente le fil émaillé.

Le diamètre du mandrin doit être approximativement égal à 10 fois celui du diamètre extérieur donné au tableau II et à l'annexe B.

7. Tangente de l'angle de perte diélectrique

Le fil toronné doit être contrôlé immédiatement après avoir été conditionné 24 heures à 91% à 95% d'humidité relative à une température de 20 °C à 30 °C. La tangente de l'angle de perte diélectrique à 1 MHz environ ne doit pas être supérieure à 300×10^{-4} .

5. Resistance

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

TABLE III
Resistance Ω/m

Number of wires	Nominal conductor diameter of the single wire									
	mm									
	0.025		0.032		0.040		0.050		0.063	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
3	10.18	13.97	6.290	8.310	4.070	5.226	2.634	3.284	1.678	2.050
4	7.638	10.48	4.718	6.232	3.053	3.919	1.976	2.463	1.258	1.537
5	6.110	8.562	3.774	4.986	2.442	3.135	1.581	1.970	1.007	1.230
6	5.092	6.985	3.145	4.155	2.035	2.613	1.317	1.642	0.839	1.025
8	3.819	5.239	2.359	3.116	1.526	1.960	0.988	1.232	0.629	0.769
10	3.055	4.191	1.887	2.493	1.221	1.568	0.790	0.985	0.503	0.615
12	2.546	3.493	1.573	2.077	1.018	1.306	0.659	0.821	0.419	0.512
20	1.528	2.096	0.944	1.246	0.611	0.784	0.395	0.493	0.252	0.307
25	1.222	1.676	0.755	0.997	0.488	0.627	0.316	0.394	0.201	0.246
32	0.955	1.349	0.590	0.802	0.382	0.505	0.247	0.317	0.157	0.198
40	0.764	1.079	0.472	0.642	0.305	0.404	0.198	0.254	0.126	0.158
60	0.509	0.719	0.315	0.428	0.204	0.269	0.132	0.169	0.0839	0.106
100	0.306	0.432	0.189	0.257	0.122	0.161	0.0790	0.101	0.0503	0.0633
160	0.191	0.270	0.118	0.160	0.0763	0.101	0.0494	0.0634	0.0315	0.0396
250	0.122	0.173	0.0755	0.103	0.0488	0.0646	0.0316	0.0406	0.0201	0.0253

Note. — The limits shown in Table III are derived from calculations made according to Appendix C.

6. Covering

The bunched enamelled copper wires shall have a covering of one or two lappings of silk.

The first lapping shall be applied to the bunched wires in a direction opposite to the twist of the bunched wires. If a second lapping is applied, it shall be in the opposite direction to the first lapping.

The covering shall be uniform in quality and each lapping shall be even and uniform.

When tested in accordance with the method given in IEC Publication 251-2, Clause 6, the silk covering shall not open sufficiently to expose clearly the enamelled wire.

The mandrel diameter shall be approximately 10 times the over-all diameter according to Table II and Appendix B.

7. Dielectric dissipation factor $\tan \delta$

The bunched wire shall be tested immediately after conditioning for 24 h at 91% to 95% relative humidity at a temperature of 20 °C to 30 °C. The dielectric dissipation factor at approximately 1 MHz shall not exceed 300×10^{-4} .

8. **Essai de soudabilité**

La température du bain de soudure doit être de 375 ± 5 °C.

Le temps d'immersion doit être conforme au tableau IV.

Le guipage soie doit avoir été enlevé.

TABLEAU IV

Section droite nominale des fils toronnés mm ²		Temps d'immersion
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	s
	0,080	3
0,080	0,125	4
0,125	0,200	5
0,200	0,300	6
0,300	0,500	8
0,500	0,800	10
0,800		Selon convention

La soudure doit pénétrer la masse du toron et l'extérieur doit être lisse, effectivement étamé.

9. **Longueur du pas**

La longueur du pas ne doit pas être supérieure à 60 mm.

10. **Conditionnement**

Le fil toronné doit être enroulé régulièrement et de manière compacte sur des bobines. Chaque bobine 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 toronné. Le papier doit prendre toute la largeur de la bobine.

Si une bobine contient deux longueurs de fils toronnés, l'étiquette doit le mentionner.

8. **Solder test**

Temperature of the solder bath shall be 375 ± 5 °C.

The immersion time shall be as specified in Table IV.

The silk covering shall be removed.

TABLE IV

Nominal cross-sectional area of the bunched wires mm ²		Immersion time s
Over	Up to and including	
	0.080	3
0.080	0.125	4
0.125	0.200	5
0.200	0.300	6
0.300	0.500	8
0.500	0.800	10
0.800		As agreed

The solder shall have penetrated the whole of the bunch and the outside shall be a smooth coating with evidence of effective tinning.

9. **Length of lay**

The length of lay shall not exceed 60 mm.

10. **Packaging**

The bunched wire shall be wound evenly and compactly on reels. Each reel shall contain no more than two lengths of wire. If the contents of a reel consists of more than one length, a slip of paper shall be inserted between the layers to indicate the beginning of a fresh length of bunched wire. The paper shall extend across the whole width of the reel.

If a reel contains two lengths of bunched wires, this shall be marked on the label.

11. Éléments techniques

11.1 Dimensions préférées

TABLEAU VII
Section droite nominale et résistance du fil toronné

Nombre de fils	Diamètre nominal du conducteur constitutif									
	mm									
	0,025		0,032		0,040		0,050		0,063	
	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m
3	0,001 50	11,94	0,002 46	7,290	0,003 85	4,665	0,006 01	2,986	0,009 54	1,881
4	0,002 00	8,956	0,003 28	5,467	0,005 13	3,499	0,008 01	2,239	0,012 7	1,410
5	0,002 50	7,164	0,004 10	4,374	0,006 41	2,799	0,010 0	1,791	0,015 9	1,128
6	0,003 00	5,970	0,004 92	3,645	0,007 69	2,332	0,012 0	1,493	0,019 1	0,940
8	0,004 01	4,478	0,006 56	2,734	0,010 3	1,749	0,016 0	1,120	0,025 4	0,705
10	0,005 01	3,582	0,008 20	2,187	0,012 8	1,399	0,020 0	0,896	0,031 8	0,564
12	0,006 01	2,985	0,009 84	1,822	0,015 4	1,166	0,024 0	0,746	0,038 2	0,470
20	0,010 0	1,791	0,016 4	1,093	0,025 6	0,700	0,040 1	0,448	0,063 6	0,282
25	0,012 5	1,433	0,020 5	0,875	0,032 0	0,560	0,050 1	0,358	0,079 5	0,226
32	0,016 0	1,119	0,026 3	0,683	0,041 0	0,437	0,064 1	0,280	0,102	0,176
40	0,020 0	0,896	0,032 8	0,547	0,051 3	0,350	0,080 1	0,224	0,127	0,141
60	0,030 0	0,597	0,049 2	0,364	0,076 9	0,233	0,120	0,149	0,191	0,0940
100	0,050 1	0,358	0,082 0	0,219	0,128	0,140	0,200	0,0896	0,318	0,0564
160	0,080 1	0,224	0,131	0,137	0,205	0,0875	0,320	0,0560	0,509	0,0353
250	0,125	0,143	0,205	0,0875	0,320	0,0560	0,501	0,0358	0,795	0,0226

11. Engineering data

11.1 Preferred sizes

TABLE VII
Nominal cross-sectional area and resistance of bunched wire

Number of wires	Nominal conductor diameter of single wire									
	mm									
	0.025		0.032		0.040		0.050		0.063	
	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m
3	0.001 50	11.94	0.002 46	7.290	0.003 85	4.665	0.006 01	2.986	0.009 54	1.881
4	0.002 00	8.956	0.003 28	5.467	0.005 13	3.499	0.008 01	2.239	0.0127	1.410
5	0.002 50	7.164	0.004 10	4.374	0.006 41	2.799	0.0100	1.791	0.0159	1.128
6	0.003 00	5.970	0.004 92	3.645	0.007 69	2.332	0.0120	1.493	0.0191	0.940
8	0.004 01	4.478	0.006 56	2.734	0.0103	1.749	0.0160	1.120	0.0254	0.705
10	0.005 01	3.582	0.008 20	2.187	0.0128	1.399	0.0200	0.896	0.0318	0.564
12	0.006 01	2.985	0.009 84	1.822	0.0154	1.166	0.0240	0.746	0.0382	0.470
20	0.0100	1.791	0.0164	1.093	0.0256	0.700	0.0401	0.448	0.0636	0.282
25	0.0125	1.433	0.0205	0.875	0.0320	0.560	0.0501	0.358	0.0795	0.226
32	0.0160	1.119	0.0263	0.683	0.0410	0.437	0.0641	0.280	0.102	0.176
40	0.0200	0.896	0.0328	0.547	0.0513	0.350	0.0801	0.224	0.127	0.141
60	0.0300	0.597	0.0492	0.364	0.0769	0.233	0.120	0.149	0.191	0.0940
100	0.0501	0.358	0.0820	0.219	0.128	0.140	0.200	0.0896	0.318	0.0564
160	0.0801	0.224	0.131	0.137	0.205	0.0875	0.320	0.0560	0.509	0.0353
250	0.125	0.143	0.205	0.0875	0.320	0.0560	0.501	0.0358	0.795	0.0226

11.2 Dimensions facultatives

TABLEAU VIII
Section droite nominale et résistance du fil toronné

Nombre de fils	Diamètre nominal du conducteur constitutif											
	mm											
	0,025		0,032		0,040		0,050		0,063		0,071	
	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m	Section droite nominale mm ²	Résistance électrique nominale Ω/m
3											0,0121	1,481
4											0,0162	1,111
5											0,0202	0,888
6											0,0242	0,740
7	0,003 51	5,117	0,005 74	3,124	0,008 97	1,999	0,0140	1,280	0,0223	0,806	0,0283	0,635
8											0,0323	0,555
9	0,004 51	3,980	0,007 38	2,430	0,0115	1,555	0,0180	0,995	0,0286	0,627	0,0363	0,494
10											0,0404	0,444
12											0,0485	0,370
16	0,008 01	2,239	0,0131	1,367	0,0205	0,875	0,0320	0,560	0,0509	0,353	0,0646	0,278
20											0,0808	0,222
25											0,101	0,178
27	0,0135	1,327	0,0221	0,810	0,0346	0,518	0,0541	0,332	0,0858	0,209	0,109	0,165
32											0,129	0,139
40											0,162	0,111
50	0,0250	0,716	0,0410	0,437	0,0641	0,280	0,100	0,179	0,159	0,113	0,202	0,0888
60											0,242	0,0740
63	0,0315	0,569	0,0517	0,347	0,0808	0,222	0,126	0,142	0,200	0,0895	0,254	0,0705
80	0,0401	0,448	0,0656	0,273	0,103	0,175	0,160	0,112	0,254	0,0705	0,323	0,0555
81	0,0406	0,442	0,0664	0,270	0,104	0,173	0,162	0,111	0,258	0,0696	0,327	0,0548
100											0,404	0,0444
120	0,0601	0,299	0,0984	0,182	0,154	0,117	0,240	0,0746	0,382	0,0470	0,485	0,0370
160											0,646	0,0278
200	0,100	0,179	0,164	0,109	0,256	0,0700	0,401	0,0448	0,636	0,0282	0,808	0,0222
250											1,010	0,0178
320	0,160	0,112	0,263	0,0683	0,410	0,0437	0,641	0,0280	1,017	0,0176	1,292	0,0139
400	0,200	0,0896	0,328	0,0547	0,513	0,0350	0,801	0,0224	1,272	0,0141	1,615	0,0111

Notes 1. — La section droite nominale des fils a été calculée à l'aide de la formule:

$$q = \frac{\pi}{4} d_{\text{nom.}}^2 \times n \times 1,02$$

où: $d_{\text{nom.}}$ = diamètre nominal du conducteur nu

n = nombre de fils constitutifs

1,02 = réduction de longueur due au toronnage.

2. — Pour le calcul de la résistance nominale, voir annexe C.

11.2 Non-preferred sizes

TABLE VIII
Nominal cross-sectional area and resistance of bunched wire

Number of wires	Nominal conductor diameter of single wire											
	mm											
	0.025		0.032		0.040		0.050		0.063		0.071	
	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m	Nominal cross-section mm ²	Nominal resistance Ω/m
3											0.0121	1.481
4											0.0162	1.111
5											0.0202	0.888
6											0.0242	0.740
7	0.003 51	5.117	0.005 74	3.124	0.008 97	1.999	0.0140	1.280	0.0223	0.806	0.0283	0.635
8											0.0323	0.555
9	0.004 51	3.980	0.007 38	2.430	0.0115	1.555	0.0180	0.995	0.0286	0.627	0.0363	0.494
10											0.0404	0.444
12											0.0485	0.370
16	0.008 01	2.239	0.0131	1.367	0.0205	0.875	0.0320	0.560	0.0509	0.353	0.0646	0.278
20											0.0808	0.222
25											0.101	0.178
27	0.0135	1.327	0.0221	0.810	0.0346	0.518	0.0541	0.332	0.0858	0.209	0.109	0.165
32											0.129	0.139
40											0.162	0.111
50	0.0250	0.716	0.0410	0.437	0.0641	0.280	0.100	0.179	0.159	0.113	0.202	0.0888
60											0.242	0.0740
63	0.0315	0.569	0.0517	0.347	0.0808	0.222	0.126	0.142	0.200	0.0895	0.254	0.0705
80	0.0401	0.448	0.0656	0.273	0.103	0.175	0.160	0.112	0.254	0.0705	0.323	0.0555
81	0.0406	0.442	0.0664	0.270	0.104	0.173	0.162	0.111	0.258	0.0696	0.327	0.0548
100											0.404	0.0444
120	0.0601	0.299	0.0984	0.182	0.154	0.117	0.240	0.0746	0.382	0.0470	0.485	0.0370
160											0.646	0.0278
200	0.100	0.179	0.164	0.109	0.256	0.0700	0.401	0.0448	0.636	0.0282	0.808	0.0222
250											1.010	0.0178
320	0.160	0.112	0.263	0.0683	0.410	0.0437	0.641	0.0280	1.017	0.0176	1.292	0.0139
400	0.200	0.0896	0.328	0.0547	0.513	0.0350	0.801	0.0224	1.272	0.0141	1.615	0.0111

Notes 1. — The nominal cross-section of the wire has been calculated with the formula:

$$q = \frac{\pi}{4} d_{\text{nom.}}^2 \times n \times 1.02$$

where: $d_{\text{nom.}}$ = nominal bare diameter of the conductor

n = number of single wires

1.02 = caused by decrease in length due to bunching.

2. — For the calculation of the nominal resistance, see Appendix C.

ANNEXE A

Calcul du diamètre extérieur nominal

Le diamètre extérieur nominal des fils toronnés a été calculé à l'aide de la formule suivante:

$$D = p \cdot \sqrt{n} \cdot d + \text{l'épaisseur du guipage soie}^{1)}$$

où: D = diamètre nominal du fil toronné

p = facteur de tassement

n = nombre de fils constitutifs

d = diamètre nominal extérieur d'un fil constitutif.

Nombre de fils	Facteur de tassement
3 à 6	1,25
7	1,15
8 à 12	1,25
16	1,26
20	1,27
25 à 400	1,28

Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre nominal extérieur mm
0,025	0,029
0,032	0,0374
0,040	0,047
0,050	0,058
0,063	0,073
0,071	0,082

¹⁾ Le diamètre extérieur nominal du fil constitutif est le diamètre nominal du conducteur plus $\frac{2}{3}$ de l'accroissement de diamètre maximal de grade I selon la Publication 182-2 de la CEI. Le diamètre extérieur nominal des conducteurs émaillés toronnés guipés soie est le diamètre extérieur nominal des conducteurs émaillés toronnés, plus l'accroissement de diamètre donné par le guipage soie.

Diamètre extérieur nominal des fils toronnés mm			Accroissement de diamètre donné par le guipage soie mm
	Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
Un seul guipage	0,450	0,450 0,600	0,030 à 0,035 0,035 à 0,040
Deux guipages	0,600 1,000	1,000	0,060 à 0,070 0,070 à 0,080

On recommande un seul guipage pour les fils toronnés de diamètre extérieur jusqu'à et y compris 0,600 mm.

APPENDIX A

Calculation of the nominal over-all diameter

The nominal over-all diameter of the bunched wire has been calculated with the following formula:

$$D = p \cdot \sqrt{n} \cdot d + \text{the increase caused by the silk covering}^{1)}$$

where: D = nominal bunched wire diameter

p = packing factor

n = number of single wires

d = nominal over-all diameter of the single wire.

Number of wires	Packing factor
From 3 to 6	1.25
7	1.15
From 8 to 12	1.25
16	1.26
20	1.27
From 25 to 400	1.28

Nominal conductor diameter	Nominal over-all diameter
mm	mm
0.025	0.029
0.032	0.0374
0.040	0.047
0.050	0.058
0.063	0.073
0.071	0.082

- 1) Nominal over-all diameter of the single wire is the nominal conductor diameter + $\frac{2}{3}$ of the maximum increase of Grade I according to IEC Publication 182-2. The nominal over-all diameter of the silk covered bunched enamelled conductors is the nominal over-all diameter of the bunched enamelled conductors plus the increase in diameter caused by the silk covering.

Nominal over-all diameter of the bunched wires			Increase in diameter caused by the silk covering mm
	mm		
	Over	Up to and including	
Single silk covering	0.450	0.450 0.600	0.030 to 0.035 0.035 to 0.040
Double silk covering	0.600 1.000	1.000	0.060 to 0.070 0.070 to 0.080

The single silk covering is recommended for over-all diameters up to and including 0.600 mm bunched enamelled conductors diameter.

ANNEXE B

B1. Diamètre extérieur pour les dimensions facultatives

Nombre de fils	Diamètre nominal du conducteur du fil constitutif				
	mm				
	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063
7	0,120	0,150	0,175	0,210	0,255
9	0,140	0,175	0,210	0,250	0,295
16	0,180	0,220	0,270	0,325	0,400
27	0,225	0,280	0,345	0,420	0,525
50	0,295	0,370	0,460	0,560	0,725
63	0,330	0,415	0,515	0,625	0,805
80	0,365	0,460	0,575	0,725	0,900
81	0,370	0,465	0,580	0,730	0,905
120	0,440	0,560	0,720	0,875	1,095
200	0,560	0,740	0,915	1,120	1,395
320	0,730	0,920	1,150	1,400	1,750
400	0,805	1,020	1,280	1,560	1,940

Nombre de fils	0,071	Nombre de fils	0,071
3	0,210	50	0,810
4	0,240	60	0,880
5	0,260	63	0,900
6	0,285	71	0,950
7	0,285	80	1,005
8	0,325	81	1,010
9	0,340	100	1,120
10	0,355	120	1,220
12	0,390	160	1,400
16	0,445	200	1,560
20	0,500	250	1,735
25	0,560	320	1,950
27	0,585	400	2,180
32	0,630		
40	0,730		

APPENDIX B

B1. Over-all diameters for non-preferred sizes

Number of wires	Nominal conductor diameter of the single wire				
	mm				
	0.025	0.032	0.040	0.050	0.063
7	0.120	0.150	0.175	0.210	0.255
9	0.140	0.175	0.210	0.250	0.295
16	0.180	0.220	0.270	0.325	0.400
27	0.225	0.280	0.345	0.420	0.525
50	0.295	0.370	0.460	0.560	0.725
63	0.330	0.415	0.515	0.625	0.805
80	0.365	0.460	0.575	0.725	0.900
81	0.370	0.465	0.580	0.730	0.905
120	0.440	0.560	0.720	0.875	1.095
200	0.560	0.740	0.915	1.120	1.395
320	0.730	0.920	1.150	1.400	1.750
400	0.805	1.020	1.280	1.560	1.940

Number of wires	0.071	Number of wires	0.071
3	0.210	50	0.810
4	0.240	60	0.880
5	0.260	63	0.900
6	0.285	71	0.950
7	0.285	80	1.005
8	0.325	81	1.010
9	0.340	100	1.120
10	0.355	120	1.220
12	0.390	160	1.400
16	0.445	200	1.560
20	0.500	250	1.735
25	0.560	320	1.950
27	0.585	400	2.180
32	0.630		
40	0.730		