

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 207

Première édition — First edition

1966

Conducteurs câblés en aluminium

Aluminium stranded conductors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60207:1966

Withdrawn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 207

Première édition — First edition

1966

Conducteurs câblés en aluminium

Aluminium stranded conductors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1. Objet	6
2. Définitions	6
3. Valeurs conventionnelles au fil en aluminium écroui dur	6
SECTION DEUX — MATÉRIAU	
4. Matériau	8
5. Absence de défauts	8
SECTION TROIS — DIMENSIONS ET COMPOSITION	
6. Tolérances sur les diamètres nominaux des fils	8
7. Soudures des fils	8
8. Câblage	10
9. Longueurs et variations sur longueur	10
SECTION QUATRE — ESSAIS	
10. Prélèvements des échantillons	10
11. Lieu d'exécution des essais	12
12. Essais mécaniques	12
13. Essai de résistivité	12
14. Certificat de conformité	14
ANNEXES : A — Notes sur le calcul des caractéristiques des conducteurs	16
B — Modules d'élasticité et coefficients de dilatation linéaire des compositions courantes de conducteurs câblés en aluminium	18
TABLEAUX : I: Rapports de câblage des conducteurs câblés en aluminium	10
II: Caractéristiques mécaniques du fil en aluminium écroui dur	14
III: Constantes de câblage	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Standards for hard-drawn aluminium wire	7
SECTION TWO — MATERIAL	
4. Material	9
5. Freedom from defects	9
SECTION THREE — DIMENSIONS AND CONSTRUCTION	
6. Tolerances on nominal diameters of wires	9
7. Joints in wires	9
8. Stranding	11
9. Lengths and variations in length	11
SECTION FOUR — TESTS	
10. Selection of test samples	11
11. Place of testing	13
12. Mechanical tests	13
13. Resistivity test	13
14. Certificate of compliance	15
APPENDICES: A — Notes on the calculation of conductor properties	17
B — Moduli of elasticity and coefficients of linear expansion for common constructions of aluminium stranded conductors	19
TABLES: I: Lay ratios for aluminium stranded conductors	11
II: Mechanical properties of hard-drawn aluminium wire	15
III: Stranding constants	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDUCTEURS CÂBLÉS EN ALUMINIUM

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 préparée par le Comité d'Etudes N° 7 de la C E I: Conducteurs nus en aluminium.

Lors de la réunion tenue à Stokholm en 1958, il fut décidé qu'un travail devait être entrepris pour la préparation d'une recommandation sur les conducteurs câblés en aluminium pour lignes aériennes de transport d'énergie électrique.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en 1963. A la suite de cette réunion, un projet révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1963.

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

Allemagne	Japon
Belgique	Norvège
Canada	Royaume-Uni
Chine (République Populaire de)	Suède
Corée (République de)	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie
Italie	

Les autres recommandations de la C E I concernant les spécifications pour les autres types de conducteurs nus en aluminium pour lignes aériennes de transport d'énergie électrique sont:

Publication 208: Conducteurs câblés en alliage d'aluminium (type aluminium-magnésium-silicium)

Publication 209: Conducteurs en aluminium-acier

Publication 210: Conducteurs en alliage d'aluminium-acier.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ALUMINIUM STRANDED CONDUCTORS

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 was prepared by I E C Technical Committee No. 7, Bare Aluminium Conductors.

At a meeting held in Stockholm in 1958, it was decided that work should be commenced on the preparation of a recommendation on aluminium stranded conductors for overhead power transmission purposes.

A first draft was discussed at the meeting held in London in 1963. As a result of this meeting, a revised draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1963.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Korea (Republic of)
Canada	Norway
China (People's Republic of)	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
France	United Kingdom
Germany	United States of America
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	Yugoslavia
Japan	

Other I E C Recommendations covering specifications for the other types of bare aluminium conductors for overhead power transmission purposes are:

- Publication 208, Aluminium Alloy Stranded Conductors (aluminium-magnesium-silicon type)
Publication 209, Aluminium Conductors, Steel-reinforced
Publication 210, Aluminium Alloy Conductors, Steel-reinforced.

CONDUCTEURS CÂBLÉS EN ALUMINIUM

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Objet

Cette recommandation s'applique aux conducteurs câblés en aluminium pour lignes aériennes de transport d'énergie électrique. Elle est destinée à couvrir les compositions courantes utilisant des fils de même diamètre et donne également les propriétés des fils en aluminium écroui dur utilisés pour leur fabrication dans des diamètres échelonnés de 1,25 mm (0,050 in) à 5,00 mm (0,200 in).

Il n'est pas fait état des dimensions spécifiques des conducteurs.

2. Définitions

Les définitions ci-dessous sont utilisées tout au long de la présente recommandation.

Conducteur câblé

Conducteur composé de sept fils ou plus d'aluminium de même diamètre nominal câblés en couches concentriques. Lorsque le conducteur comprend plus d'une couche, les couches successives sont câblées en sens contraire.

Diamètre

Moyenne de deux mesures prises à angle droit sur la même section.

Sens de câblage

Le sens du câblage est défini comme étant à droite ou à gauche. Lorsqu'il s'agit de câblage à droite, les fils s'enroulent suivant la direction de la partie centrale de la lettre Z lorsque le conducteur est tenu verticalement. Dans le cas de câblage à gauche, les fils s'enroulent suivant la direction de la partie centrale de la lettre S quand le conducteur est tenu verticalement.

Rapport de câblage

Rapport entre la longueur axiale d'un tour complet de l'hélice formée par un fil individuel dans le conducteur câblé et le diamètre extérieur de cette hélice.

3. Valeurs conventionnelles au fil en aluminium écroui dur

(Les valeurs conventionnelles indiquées ci-après sont conformes à celles données par la Publication 111 de la C E I: Recommandation concernant la résistivité des fils en aluminium écroui dur industriel pour conducteurs électriques.)

3.1 Résistivité

La résistivité du fil en aluminium dépend de sa pureté et de ses conditions physiques. Dans le cadre de cette recommandation, la valeur maximale admise est de 0,028 264 ohm.mm²/m à 20 °C, et cette valeur sera également utilisée comme valeur conventionnelle dans les calculs.

3.2 Densité

A la température de 20 °C, la densité du fil en aluminium écroui est fixée à 2,703 kg/dm³ (0,097 65 lb/in³).

ALUMINIUM STRANDED CONDUCTORS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation applies to aluminium stranded conductors for overhead power transmission purposes. It is intended to cover all common constructions having all wires of equal size and specifies the properties of the hard-drawn aluminium wires used in their manufacture, in the diameter range 1.25 mm (0.050 in) to 5.00 mm (0.200 in).

No reference is made to specific conductor sizes.

2. Definitions

For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply.

Stranded conductor

Conductor consisting of seven or more aluminium wires of the same nominal diameter twisted together in concentric layers. When the conductor consists of more than one layer, successive layers are twisted in opposite directions.

Diameter

Mean of two measurements at right angles taken at the same cross-section.

Direction of lay

The direction of lay is defined as right-hand or left-hand. With right-hand lay, the wires conform to the direction of the central part of the letter Z when the conductor is held vertically. With left-hand lay, the wires conform to the direction of the central part of the letter S when the conductor is held vertically.

Lay ratio

Ratio of the axial length of a complete turn of the helix formed by an individual wire in a stranded conductor to the external diameter of the helix.

3. Standards for hard-drawn aluminium wire

(The following standard values are in accordance with the values given in I E C Publication 111, Recommendation for the Resistivity of Commercial Hard-drawn Aluminium Electrical Conductor Wire.)

3.1 Resistivity

The resistivity of aluminium wire depends upon its purity and its physical condition. For the purposes of this Recommendation the maximum value permitted is 0.028 264 ohm.mm²/m at 20 °C and this value shall also be used as the standard resistivity for the purpose of calculation.

3.2 Density

At a temperature of 20 °C, the density of hard-drawn aluminium wire is to be taken as 2.703 kg/dm³ (0.097 65 lb/in³).

3.3 Coefficient de dilatation linéaire

Le coefficient de dilatation linéaire du fil en aluminium écroui dur est fixé à 23×10^{-6} par degré Celsius.

3.4 Coefficient de température à masse constante (α)

A la température de 20 °C, le coefficient de température à « masse constante » de la résistance, α , du fil en aluminium écroui dur, mesuré entre deux points potentiels fixés au fil de façon rigide, est fixé à 0,004 03 par degré Celsius.

SECTION DEUX — MATÉRIAU

4. Matériau

Le conducteur sera constitué de fils en aluminium écroui dur répondant aux caractéristiques mécaniques et électriques spécifiées dans la présente recommandation.

Sur demande de l'acheteur, ou à l'option du fabricant s'il n'en est pas autrement spécifié, une application de graisse neutre pourra être faite entre les différentes couches de fils.

5. Absence de défauts

Les fils devront être lisses et exempts de tous défauts incompatibles avec une bonne pratique commerciale.

SECTION TROIS — DIMENSIONS ET COMPOSITION

6. Tolérances sur les diamètres nominaux des fils

La diamètre mesuré des fils en aluminium ne pourra différer du diamètre nominal que dans les tolérances suivantes:

Diamètre nominal	Tolérance
2,50 mm (0,100 in) et plus Inférieur à 2,50 mm (0,100 in)	$\pm 1\%$ $\pm 0,025$ mm (0,0010 in)

7. Soudures des fils

7.1 Conducteurs comportant sept fils

Il ne pourra y avoir aucune soudure sur n'importe lequel des fils d'un conducteur câblé comportant sept fils à l'exception de celles exécutées sur le fil machine ou avant tréfilage final.

7.2 Conducteurs comportant plus de sept fils

Dans les conducteurs câblés comportant plus de sept fils, les soudures sur fils individuels sont autorisées (en plus de celles exécutées sur le fil machine ou avant le tréfilage final); mais deux soudures consécutives devront être au moins distantes de 15 m (50 ft) dans le conducteur terminé. Ces soudures devront être effectuées par résistance ou pression à froid. Au droit des soudures, les caractéristiques mécaniques du plein fil ne sont pas exigées. Lorsque les soudures sont effectuées par résistance, les parties soudées devront, après cette opération, être recuites sur une distance minimale de 200 mm (8 in) de part et d'autre de la soudure.

3.3 Coefficient of linear expansion

The coefficient of linear expansion of hard-drawn aluminium wire is to be taken as 23×10^{-6} per Celsius degree.

3.4 Constant-mass temperature coefficient (α)

At a temperature of 20 °C, the “constant-mass” temperature coefficient of resistance, α , of hard-drawn aluminium wire, measured between two potential points rigidly fixed to the wire, is taken as 0.004 03 per Celsius degree.

SECTION TWO — MATERIAL

4. Material

The conductor shall be constructed of hard-drawn aluminium wires having the mechanical and electrical properties specified herein.

When specified by the purchaser, or at the option of the manufacturer when not otherwise specified, an application of a neutral grease may be made between the layers of wires.

5. Freedom from defects

The wires shall be smooth and free from all imperfections not consistent with good commercial practice.

SECTION THREE — DIMENSIONS AND CONSTRUCTION

6. Tolerances on nominal diameters of wires

The aluminium wires shall not depart from the nominal diameter by more than the following amounts:

Nominal diameter	Tolerance
2.50 mm (0.100 in) and greater	$\pm 1\%$
Less than 2.50 mm (0.100 in)	± 0.025 mm (0.0010 in)

7. Joints in wires

7.1 Conductors containing seven wires

There shall be no joints in any wires of a stranded conductor containing seven wires, except those made in the base rod or wire before final drawing.

7.2 Conductors containing more than seven wires

In stranded conductors containing more than seven wires, joints in individual wires are permitted (in addition to those made in the base rod or wire before final drawing) but no two such joints shall be less than 15 m (50 ft) apart in the complete stranded conductor. Such joints shall be made by resistance or cold pressure butt-welding. They are not required to fulfil the mechanical requirements for unjointed wires. Joints made by resistance butt-welding shall, subsequent to welding, be annealed over a distance of at least 200 mm (8 in) on each side of the joint.

8. Câblage

- 8.1 Les fils utilisés dans la fabrication d'un conducteur câblé devront, avant câblage, satisfaire à toutes les caractéristiques indiquées dans cette recommandation.
- 8.2 Le rapport de câblage des différentes couches devra être compris dans les limites données au tableau I.
- 8.3 Pour toutes les compositions, deux couches successives seront toujours câblées en sens contraire, la dernière couche extérieure étant à droite. Les fils de chaque couche seront câblés régulièrement et à fils jointifs.
- 8.4 Dans les conducteurs câblés en aluminium comportant plusieurs couches de fils, le rapport de câblage d'une couche quelconque ne devra pas être supérieur au rapport de câblage de la couche immédiatement sous-jacente.

TABLEAU I

Rapport de câblage des conducteurs câblés en aluminium

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nombre de fils du conducteur	Rapport de câblage									
	Couche 6 fils		Couche 12 fils		Couche 18 fils		Couche 24 fils		Couche 30 fils	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
7	10	14	—	—	—	—	—	—	—	—
19	10	16	10	14	—	—	—	—	—	—
37	10	17	10	16	10	14	—	—	—	—
61	10	17	10	16	10	15	10	14	—	—
91	10	17	10	16	10	15	10	14	10	13

Note. — Pour la commodité des calculs, le rapport de câblage moyen est fixé à la moyenne arithmétique des valeurs minimales et maximales correspondantes indiquées dans ce tableau.

9. Longueurs et variations sur longueur

Sauf en cas d'accord particulier entre le client et le fabricant, les conducteurs câblés seront livrés en longueurs normales de fabrication, une tolérance de $\pm 5\%$ étant admise sur chaque longueur. En outre, sur la totalité des longueurs commandées, 5% d'entre elles au plus pourront être inférieures à la longueur nominale pourvu qu'elles soient supérieures au tiers de cette longueur.

SECTION QUATRE — ESSAIS

10. Prélèvements des échantillons

- 10.1 Les échantillons destinés aux essais décrits dans les articles 12 et 13 devront être prélevés par le fabricant, avant câblage, sur au moins 10% des longueurs individuelles des fils en aluminium constituant chaque livraison de conducteurs câblés. Pour les essais décrits aux articles 12 et 13, on prélèvera, sur chacune des longueurs de fils sélectionnées, une éprouvette d'une longueur suffisante pour permettre un seul essai.

8. Stranding

- 8.1 The wires used in the construction of a stranded conductor shall, before stranding, satisfy all the relevant requirements of this Recommendation.
- 8.2 The lay ratio of the different layers shall be within the limits given in Table I.
- 8.3 In all constructions, the successive layers shall have opposite directions of lay, the outermost layer being right-handed. The wires in each layer shall be evenly and closely stranded.
- 8.4 In aluminium stranded conductors having multiple layers of wires, the lay ratio of any layer shall be not greater than the lay ratio of the layer immediately beneath it.

TABLE I
Lay ratios for aluminium stranded conductors

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Number of wires in conductor	Lay ratio									
	6-wire layer		12-wire layer		18-wire layer		24-wire layer		30-wire layer	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
7	10	14	—	—	—	—	—	—	—	—
19	10	16	10	14	—	—	—	—	—	—
37	10	17	10	16	10	14	—	—	—	—
61	10	17	10	16	10	15	10	14	—	—
91	10	17	10	16	10	15	10	14	10	13

Note. — For the purposes of calculation, the mean lay ratio shall be taken as the arithmetic mean of the relevant minimum and maximum values given in this Table.

9. Lengths and variations in length

Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, aluminium stranded conductors shall be supplied in the manufacturer's usual production lengths and with a permitted variation of $\pm 5\%$ in the length of any one conductor length. Additionally, it shall be permissible to supply not more than 5% of the lengths on any one order in random lengths, none of which shall be shorter than one-third of the nominal length.

SECTION FOUR — TESTS

10. Selection of test samples

- 10.1 Samples for the tests specified in Clauses 12 and 13 shall be taken by the manufacturer, before stranding, from not less than 10% of the individual lengths of aluminium wire which will be included in any one consignment of stranded conductor. For the tests specified in Clauses 12 and 13 one sample, sufficient to provide one test specimen for each of the appropriate tests, shall be taken from each of the selected lengths of wire.

10.2 Si, au contraire, le client indique au moment de la commande qu'il désire que les essais soient faits en présence de son représentant, les échantillons de fil devront être prélevés sur des longueurs de conducteur câblé à raison d'environ 10 % des longueurs composant chaque livraison. Pour les essais spécifiés aux articles 12 et 13, un échantillon suffisant pour permettre chacun des essais sera prélevé sur un nombre convenu de fils composant le conducteur, dans chacune des longueurs choisies pour ces essais.

11. Lieu d'exécution des essais

Tous les essais seront effectués chez le fabricant, à moins qu'il n'en soit autrement spécifié par un accord entre le client et le fournisseur au moment de la passation de la commande.

12. Essais mécaniques

12.1 Essai de traction

La charge de rupture d'une longueur prélevée sur chacun des échantillons comme indiqué au paragraphe 10.1 ou 10.2 sera déterminée au moyen d'une machine de traction appropriée.

La charge devra être appliquée graduellement à une vitesse d'écartement des mors qui ne devra pas être inférieure à 25 mm (1 in) par minute ni supérieure à 100 mm (4 in) par minute.

Lorsque les essais sont effectués avant câblage, la charge de rupture de l'échantillon ne devra pas être inférieure à la valeur correspondante indiquée dans la colonne 3 ou 4 du tableau II.

Lorsque les essais sont faits après câblage, la charge de rupture de l'échantillon ne devra pas être inférieure aux valeurs appropriées indiquées dans la colonne 5 ou 6 du tableau II.

12.2 Essai d'enroulement

Une longueur de fil prélevée sur chacun des échantillons de fil aluminium comme indiqué au paragraphe 10.1 ou 10.2 sera enroulée sur un mandrin de diamètre égal à celui du fil de façon à former une hélice à spires serrées de 8 tours. Six tours seront ensuite déroulés et à nouveau enroulés en spires serrées. Le fil ne devra pas casser ni laisser apparaître de craquelures.

13. Essai de résistivité

La résistance électrique d'une longueur de fil prélevée sur chacun des échantillons de fil en aluminium, comme indiqué au paragraphe 10.1 ou 10.2, sera mesurée à une température qui ne devra pas être inférieure à 10 °C, ni supérieure à 30 °C. La résistance mesurée devra être ramenée à 20 °C au moyen de la formule:

$$R_{20} = R_T \left(\frac{1}{1 + \alpha (T - 20)} \right)$$

dans laquelle: T = température de mesure en °C

R_T = résistance à T °C

R_{20} = résistance à 20 °C

et α = coefficient de température de la résistance à masse constante (=0,004 03).

La résistivité à 20 °C sera calculée à partir de la résistance à 20 °C. La résistivité à 20 °C ne devra pas excéder 0,028 264 ohm.mm²/m.

10.2 Alternatively, when the purchaser states at the time of ordering that he desires tests to be made in the presence of his representative, samples of wire shall be taken from lengths of stranded conductor selected from approximately 10 % of the lengths included in any one consignment. For the tests specified in Clauses 12 and 13, one sample, sufficient to provide one specimen for each of the appropriate tests, shall be taken from each of an agreed number of wires of the conductor in each of the selected lengths.

11. Place of testing

Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering, all tests shall be made at the manufacturer's works.

12. Mechanical tests

12.1 Tensile test

The breaking load of one specimen cut from each of the samples taken under Sub-clause 10.1 or 10.2 shall be determined by means of a suitable tensile testing machine.

The load shall be applied gradually and the rate of separation of the jaws of the testing machine shall be not less than 25 mm (1 in) per minute and not greater than 100 mm (4 in) per minute.

When tested before stranding, the ultimate tensile stress of the specimen shall be not less than the appropriate value given in Column 3 or 4 of Table II.

When tested after stranding, the ultimate tensile stress of the specimen shall be not less than the appropriate value given in Column 5 or 6 of Table II.

12.2 Wrapping test

One specimen cut from each of the samples taken under Sub-clause 10.1 or 10.2 shall be wrapped round a mandrel of diameter equal to the wire diameter to form a close helix of eight turns. Six turns shall then be unwrapped and again closely wrapped. The wire shall not break or show any cracks.

13. Resistivity test

The electrical resistance of one specimen cut from each of the samples taken under Sub-clause 10.1 or 10.2 shall be measured at a temperature which shall be not less than 10 °C and not more than 30 °C. The measured resistance shall be corrected to the value at 20 °C by means of the formula:

$$R_{20} = R_T \left(\frac{1}{1 + \alpha (T - 20)} \right)$$

where: T = temperature of measurement in °C

R_T = resistance at T °C

R_{20} = resistance at 20 °C

and α = constant-mass temperature coefficient of resistance (= 0.004 03).

The resistivity at 20 °C shall then be calculated from the resistance at 20 °C. The resistivity at 20 °C shall not exceed 0.028 264 ohm.mm²/m.

14. Certificat de conformité

Lorsque le client ne demande pas que les essais sur les fils soient faits après câblage, le fabricant devra, sur demande, fournir au client un certificat donnant le résultat des essais effectués sur les échantillons prélevés conformément au paragraphe 10.1.

TABLEAU II

Propriétés mécaniques du fil en aluminium écroui dur

1	2	3	4	5	6
Diamètre nominal du fil		Charge de rupture minimale			
		Avant câblage		Après câblage	
mm	in	kg/mm ²	lb/in ²	kg/mm ²	lb/in ²
1,25	0,050	20,4	29 000	19,4	27 600
1,50	0,060	19,7	28 000	18,7	26 600
1,75	0,070	19,2	27 300	18,2	25 900
2,00	0,080	18,8	26 700	17,9	25 400
2,25	0,090	18,4	26 200	17,5	24 900
2,50	0,100	18,0	25 600	17,1	24 300
2,75	0,110	17,6	25 000	16,7	23 800
3,00	0,120	17,2	24 500	16,3	23 200
3,25	0,130	16,9	24 000	16,0	22 800
3,50	0,140	16,7	23 800	15,9	22 600
3,75	0,150	16,5	23 500	15,7	22 300
4,00	0,160	16,3	23 200	15,5	22 000
4,25	0,170	16,3	23 200	15,5	22 000
4,50	0,180	16,2	23 000	15,4	21 900
4,75	0,190	16,2	23 000	15,4	21 900
5,00	0,200	16,2	23 000	15,4	21 900

Note. — Pour les fils de diamètre intermédiaire, la charge de rupture minimale sera prise égale à celle du fil de diamètre immédiatement supérieur figurant dans ce tableau.

14. Certificate of compliance

When the purchaser does not call for tests on wires taken from the stranded conductor, the manufacturer shall, if requested, furnish him with a certificate giving the results of the tests made on samples taken in accordance with Sub-clause 10.1.

TABLE II
Mechanical properties of hard-drawn aluminium wire

1	2	3	4	5	6
Nominal wire diameter		Minimum ultimate tensile stress			
		Before stranding		After stranding	
mm	in	kg/mm ²	lb/in ²	kg/mm ²	lb/in ²
1.25	0.050	20.4	29 000	19.4	27 600
1.50	0.060	19.7	28 000	18.7	26 600
1.75	0.070	19.2	27 300	18.2	25 900
2.00	0.080	18.8	26 700	17.9	25 400
2.25	0.090	18.4	26 200	17.5	24 900
2.50	0.100	18.0	25 600	17.1	24 300
2.75	0.110	17.6	25 000	16.7	23 800
3.00	0.120	17.2	24 500	16.3	23 200
3.25	0.130	16.9	24 000	16.0	22 800
3.50	0.140	16.7	23 800	15.9	22 600
3.75	0.150	16.5	23 500	15.7	22 300
4.00	0.160	16.3	23 200	15.5	22 000
4.25	0.170	16.3	23 200	15.5	22 000
4.50	0.180	16.2	23 000	15.4	21 900
4.75	0.190	16.2	23 000	15.4	21 900
5.00	0.200	16.2	23 000	15.4	21 900

Note — For wire of intermediate diameter, the minimum ultimate tensile stress shall be the same as that for the next larger diameter listed on this Table.

ANNEXE A

NOTES SUR LE CALCUL DES CARACTÉRISTIQUES DES CONDUCTEURS

a) Augmentation de la longueur due au câblage

Après dressage, chaque fil provenant d'une couche déterminée de conducteur câblé, à l'exception du fil central, est plus long que celle du câble, la différence dépendant du rapport de câblage moyen de cette couche.

b) Résistance électrique et poids du conducteur

La résistance d'une longueur déterminée de conducteur câblé est la résistance de la même longueur d'un fil quelconque de ce conducteur multipliée par un coefficient comme indiqué au tableau III.

Le poids de chaque fil dans une longueur de conducteur câblé, à l'exception du fil central, sera plus important que celui d'une longueur égale de fil dressé, la différence dépendant du rapport de câblage moyen de la couche (voir *a*) ci-dessus). Le poids total d'une longueur déterminée de conducteur câblé est donc obtenu en multipliant le poids d'une longueur égale de fil dressé par un coefficient correspondant comme indiqué au tableau III.

c) Résistance à la rupture d'un conducteur

La résistance à la rupture d'un conducteur câblé comportant au maximum 37 fils, à partir de la résistance de chacun des fils composants peut être considérée comme étant égale à 95 % de la somme des résistances à la rupture des fils d'aluminium composants, calculée à partir de la valeur de la charge de rupture minimale indiquée dans la colonne 3 (ou 4) du tableau II.

La résistance à la rupture d'un conducteur câblé comportant plus de 37 fils peut être considérée comme étant égale à 90 % de la somme des résistances à la rupture des fils d'aluminium composants calculée à partir de la valeur de la charge de rupture minimale indiquée dans la colonne 3 (ou 4) du tableau II.

Les essais relatifs à la charge de rupture totale du conducteur ne sont pas imposés dans cette recommandation, mais ils peuvent être effectués après accord préalable entre fabricant et client ou suivant précision indiquée lors de la passation de la commande.

Pour les essais de charge de rupture totale du conducteur câblé, un dispositif de serrage convenable sera placé aux extrémités de l'échantillon qui devra avoir une longueur minimale de 5 m (16 ft) et être soumis à traction au moyen d'une machine d'essai appropriée. Lors de cet essai, le conducteur devra supporter au moins 95 % de sa résistance à la rupture calculée comme indiqué ci-dessus.

TABLEAU III

Constantes de câblage

1	2	3
Nombre de fils du conducteur	Constantes de câblage	
	Poids	Résistance électrique
7	7,091	0,1447
19	19,34	0,053 57
37	37,74	0,027 57
61	62,35	0,016 76
91	93,26	0,011 26

APPENDIX A

NOTES ON THE CALCULATION OF CONDUCTOR PROPERTIES

a) *Increase in length due to stranding*

When straightened out, each wire in any particular layer of a stranded conductor, except the central wire, is longer than the stranded conductor by an amount depending on the mean lay ratio of that layer.

b) *Resistance and weight of conductor*

The resistance of any length of a stranded conductor is the resistance of the same length of any one wire multiplied by a constant, as set out in Table III.

The weight of each wire in any particular layer of a length of stranded conductor, except the central wire, will be greater than that of an equal length of straight wire by an amount depending on the mean lay ratio of that layer (see a) above). The total weight of any length of an aluminium stranded conductor is therefore obtained by multiplying the weight of an equal length of straight wire by an appropriate constant, as set out in Table III.

c) *Strength of conductor*

The strength of a stranded conductor containing not more than 37 wires, in terms of the strengths of the individual component wires, may be taken to be 95 % of the sum of the strengths of the individual aluminium wires calculated from the value of the minimum ultimate tensile stress given in Column 3 (or 4) of Table II.

The strength of a stranded conductor containing more than 37 wires may be taken to be 90 % of the sum of the strengths of the individual aluminium wires calculated from the value of the minimum ultimate tensile stress given in Column 3 (or 4) of Table II.

Tests for the ultimate tensile strengths of complete conductors are not required by this Recommendation but they may be made if agreed upon by the manufacturer and purchaser before, or at the time of placing the order.

For testing the ultimate tensile strength of a complete stranded conductor, suitable fittings shall be applied to the ends of a sample of conductor which shall be not less than 5 m (16 ft) long and the assembly shall then be pulled in a suitable tensile testing machine. When so tested, the conductor shall withstand at least 95 % of its strength calculated as indicated above.

TABLE III

Stranding constants

1	2	3
Number of wires in conductor	Stranding constants	
	Weight	Electrical resistance
7	7.091	0.1447
19	19.34	0.053 57
37	37.74	0.027 57
61	62.35	0.016 76
91	93.26	0.011 26