

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 208

Première édition — First edition

1966

Conducteurs câblés en alliage d'aluminium

(type aluminium - magnésium - silicium)

Aluminium alloy stranded conductors

(aluminium - magnesium - silicon type)



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 60208:1966

Withdrawn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 208

Première édition — First edition

1966

Conducteurs câblés en alliage d'aluminium

(type aluminium - magnésium - silicium)

Aluminium alloy stranded conductors

(aluminium - magnesium - silicon type)



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 relatives aux fils en alliage d'aluminium	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	10
8. Câblage	10
9. Longueurs et variations sur longueur	12
SECTION QUATRE — ESSAIS	
10. Prélèvements des échantillons	12
11. Lieu d'exécution des essais	12
12. Essais mécaniques	12
13. Essai de résistivité	14
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 alliage d'aluminium	18
TABLEAUX : I: Rapports de câblage des conducteurs câblés en alliage d'aluminium	10
II: Constantes de câblage	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Standards for aluminium alloy wires	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	11
8. Stranding	11
9. Lengths and variations in length	13
SECTION FOUR — TESTS	
10. Selection of test samples	13
11. Place of testing	13
12. Mechanical tests	13
13. Resistivity test	15
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 alloy stranded conductors	19
TABLES: I: Lay ratios for aluminium alloy stranded conductors	11
II: Stranding constants	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDUCTEURS CÂBLÉS EN ALLIAGE D'ALUMINIUM
(TYPE ALUMINIUM - MAGNÉSIUM - SILICIUM)

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 Stockholm en 1958, il fut décidé qu'un travail devait être entrepris pour la préparation d'une recommandation sur les conducteurs câblés en alliage d'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
États-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 207: Conducteurs câblés en aluminium

Publication 209: Conducteurs en aluminium-acier

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ALUMINIUM ALLOY STRANDED CONDUCTORS

(ALUMINIUM - MAGNESIUM - SILICON TYPE)

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 alloy 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 207, Aluminium Stranded Conductors
- Publication 209, Aluminium Conductors, Steel-reinforced
- Publication 210, Aluminium Alloy Conductors, Steel-reinforced.

CONDUCTEURS CÂBLÉS EN ALLIAGE D'ALUMINIUM (TYPE ALUMINIUM - MAGNÉSIUM - SILICIUM)

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Objet

Cette recommandation s'applique aux conducteurs câblés en alliage d'aluminium du type aluminium-magnésium-silicium 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 d'alliage d'aluminium utilisés pour leur fabrication dans des diamètres échelonnés de 1,50 mm (0,060 in) à 4,50 mm (0,180 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.

Charge de traitement thermique

Charge de four de métal traité thermiquement en même temps à la même température et pendant la même durée.

3. Valeurs conventionnelles relatives aux fils en alliage d'aluminium

(Les valeurs conventionnelles indiquées ci-après sont conformes à celles données par la Publication 104 de la C E I: Recommandation pour les fils en alliage d'aluminium du type aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs électriques.)

ALUMINIUM ALLOY STRANDED CONDUCTORS

(ALUMINIUM - MAGNESIUM - SILICON TYPE)

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation applies to aluminium alloy stranded conductors of the aluminium-magnesium-silicon type 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 aluminium alloy wires used in their manufacture, in the diameter range 1.50 mm (0.060 in) to 4.50 mm (0.180 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.

Heat-treatment batch

Furnace load of material heat-treated at the same time, at the same temperature and for the same length of time.

3. Standards for aluminium alloy wires

(The following standard values are in accordance with the values given in I E C Publication 104, Recommendation for Aluminium Alloy Conductor Wire of the Aluminium-magnesium-silicon Type.)

3.1 Résistivité

Pour les besoins de cette recommandation, la valeur conventionnelle de la résistivité qui sera utilisée dans les calculs pour le fil en alliage d'aluminium sera fixée à 0,0325 ohm.mm²/m à 20 °C. La valeur maximale admise sera de 0,0328 ohm.mm²/m à 20 °C.

3.2 Densité

A la température de 20 °C, la densité du fil en alliage d'aluminium est fixée à 2,70 kg/dm³ (0,097 54 lb/in³).

3.3 Coefficient de dilatation linéaire

Le coefficient de dilatation linéaire du fil en alliage d'aluminium 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 alliage d'aluminium, mesuré entre deux points potentiels fixés au fil de façon rigide, est fixé à 0,003 60 par degré Celsius.

SECTION DEUX — MATÉRIAU

4. Matériau

Le conducteur sera constitué de fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium traité thermiquement contenant approximativement 0,5 % de magnésium et approximativement 0,5 % de silicium et 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

Le diamètre mesuré des fils en alliage d'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)

3.1 Resistivity

For the purposes of this Recommendation, the standard value of resistivity of aluminium alloy wire which shall be used for calculation is to be taken as 0.0325 ohm.mm²/m at 20 °C. The maximum value permitted is 0.0328 ohm.mm²/m at 20 °C.

3.2 Density

At a temperature of 20 °C, the density of aluminium alloy wire is to be taken as 2.70 kg/dm³ (0.097 54 lb/in³).

3.3 Coefficient of linear expansion

The coefficient of linear expansion of aluminium alloy 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 aluminium alloy wire, measured between two potential points rigidly fixed to the wire, is taken as 0.003 60 per Celsius degree.

SECTION TWO — MATERIAL

4. Material

The conductor shall be constructed of heat-treated aluminium-magnesium-silicon alloy wires containing approximately 0.5% magnesium and approximately 0.5% silicon and 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 alloy 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 Less than 2.50 mm (0.100 in)	$\pm 1\%$ ± 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) dans toutes les couches, excepté la couche extérieure; mais deux telles soudures consécutives devront être au moins distantes de 15 m (50 ft) dans le conducteur terminé. Ces soudures devront être effectuées par résistance et, après cette opération, les parties soudées devront être recuites sur une distance minimale de 200 mm (8 in) de part et d'autre de la soudure. Au droit des soudures, les caractéristiques mécaniques de plein fil ne sont pas exigées.

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 alliage d'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

Rapports de câblage des conducteurs câblés en alliage d'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.

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 any layer except the outermost layer (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 butt-welding and shall, subsequent to welding, be annealed over a distance of at least 200 mm (8 in) on each side of the joint. They are not required to fulfil the mechanical requirements for unjointed wires.

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 alloy 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 alloy 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. Longueurs et variations sur longueur

Sauf en cas d'accord particulier entre le client et le fabricant, les conducteurs câblés en alliage d'aluminium 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 alliage d'aluminium constituant chaque charge de traitement thermique comprise dans chaque livraison de conducteur câblé. 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.

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.

Que les essais soient effectués avant ou après câblage, la charge de rupture de l'échantillon ne devra pas être inférieure à 30 kg/mm² (42 700 lb/in²).

12.2 Essai d'allongement

L'allongement d'une longueur prélevée sur chacun des échantillons comme indiqué au paragraphe 10.1 ou 10.2 sera déterminé comme suit:

La longueur sera dressée à la main et on y portera 2 repères distants de 200 mm ou de 10 in. On appliquera l'effort de traction comme indiqué ci-dessus au paragraphe 12.1 et on mesurera l'allongement après raccordement des extrémités rompues. Si la rupture se produit en dehors des repères ou à moins de 25 mm (1 in) de l'un d'eux et si l'on n'obtient pas l'allongement requis, cet essai sera considéré comme nul et on procédera à un nouvel essai.

9. Lengths and variations in length

Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, aluminium alloy 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 alloy wire included in any one final heat-treatment batch 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 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 or after stranding, the ultimate tensile stress of the specimen shall be not less than 30 kg/mm² (42 700 lb/in²).

12.2 Elongation test

The elongation of one specimen cut from each of the samples taken under Sub-clause 10.1 or 10.2 shall be determined as follows:

The specimen shall be straightened by hand and an original gauge length of either 200 mm or 10 in shall be marked on the wire. A tensile load shall be applied as described in Sub-clause 12.1 above and the elongation shall be measured after the fractured ends have been fitted together. If the fracture occurs outside the gauge marks, or within 25 mm (1 in) of either mark, and the required elongation is not obtained, the test shall be disregarded and another test made.

Que les essais soient effectués avant ou après câblage, l'allongement ne devra pas être inférieur à 4 %, mesuré sur une longueur entre repère de 200 mm, ou à 3,5 %, mesuré sur une longueur entre repère de 10 in.

13. Essai de résistivité

La résistance électrique d'une longueur de fil prélevée sur chacun des échantillons de fil en alliage d'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 (=0,003 60).

La résistivité à 20 °C sera calculée à partir de la résistance à 20 °C. La résistivité à 20 °C ne devra pas excéder 0,0328 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.

When tested before or after stranding, the elongation shall be not less than 4% on a gauge length of 200 mm or 3.5% on a gauge length of 10 in.

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 (= 0.003 60).

The resistivity at 20 °C shall then be calculated from the resistance at 20 °C. The resistivity at 20 °C shall not exceed 0.0328 ohm.mm²/m.

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.

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 II.

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 II.

c) Résistance à la rupture d'un conducteur

La résistance à la rupture d'un conducteur câblé, 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 composants calculée à partir de la valeur de la charge de rupture minimale indiquée au paragraphe 12.1.

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 une 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 II
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 II.

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 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 II.

c) Strength of conductor

The strength of a stranded conductor, 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 wires calculated from the value of the minimum ultimate tensile stress given in Sub-clause 12.1.

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 II
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