

**NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD**



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

**CEI
IEC
104**

Deuxième édition
Second edition
1987

**Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium
pour conducteurs de lignes aériennes**

**Aluminium-magnesium-silicon alloy wire
for overhead line conductors**

Publication
104: 1987

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CIE 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 CIE et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CIE**
- **Annuaire de la CIE**
- **Catalogue des publications de la CIE**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CIE; Vocabulaire électrotechnique international (VEI), qui est établi sous forme de chapitres séparés pour chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CIE, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CIE; Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CIE; Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CIE, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CIE établies par le même Comité d'Études

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CIE préparées par le Comité d'Études qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revising, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
104

Deuxième édition
Second edition
1987



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

**Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium
pour conducteurs de lignes aériennes**

**Aluminium-magnesium-silicon alloy wire
for overhead line conductors**

© CEI 1987. 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'IEC.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

Code prix 7
Price code 7

Abon plus, voir catalogue en vigueur
For price see current catalogue

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILS EN ALLIAGE D'ALUMINIUM-MAGNÉSIUM-SILICIUM POUR CONDUCTEURS DE LIGNES AÉRIENNES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CIEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes ou sont représentés dans les Comités nationaux s'intéressent à ces questions, exprimant 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 CIEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles ou formulés le texte de la recommandation de la CIEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CIEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACÉ

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 7 de la CIEI: Conducteurs nus en aluminium.

Cette deuxième édition de la Publication 104 de la CIEI remplace la première édition, parue en 1958.

Cette norme remplace les articles 3, 5, 6 et 13, ainsi que les prescriptions des articles 4, 12 et du paragraphe 8.1 de la Publication 208 (1966) de la CIEI: Conducteurs câblés en alliage d'aluminium (type aluminium-magnésium-silicium); elle remplace aussi les articles 3, 6, 15, le paragraphe 7.1, ainsi que les prescriptions de l'article 5, des paragraphes 9.1, 13.2 et 13.3 de la Publication 210 (1966) de la CIEI: Conducteurs en alliage d'aluminium-acier.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|
| 7(100)4211 | 7(100)23 |

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

La publication suivante de la CIEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 468 (1974): Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques.

Autres publications citées:

Norme ISO 6892 (1984): Matériaux métalliques - Essai de traction.

Norme ISO 7802 (1983): Matériaux métalliques - Fils - Essai d'enroulement.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE
FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 7: Bare Aluminium Conductors.

This second edition of IEC Publication 104 replaces the first edition, which was issued in 1958.

This standard replaces Clauses 3, 5, 6 and 13, and the requirements of Clauses 4 and 12 and Sub-clause 8.1 of IEC Publication 208 (1966): Aluminium Alloy Stranded Conductors (Aluminium-Magnesium-Silicon Type). It also replaces Clauses 3, 6, 15, Sub-clause 7.1 and the requirements of Clause 5, Sub-clauses 9.1, 13.2 and 13.3 of IEC Publication 210 (1966): Aluminium Alloy Conductors, Steel-reinforced.

The text of this standard is based on the following documents:

| Six Months' Rule | Report on Voting |
|------------------|------------------|
| 7(CX)420 | 7(CX)423 |

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 468 (1974): Method of Measurement of Resistivity of Metallic Materials.

Other publications quoted:

ISO Standard 6852 (1984): Metallic Materials - Tensile Testing.

ISO Standard 7862 (1983): Metallic Materials - Wire-Wrapping Test.

FILS EN ALLIAGE D'ALUMINIUM-MAGNÉSIUM-SILICIUM POUR CONDUCTEURS DE LIGNES AÉRIENNES

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium de deux types, ayant différentes propriétés mécaniques et électriques, pour la fabrication de conducteurs câblés pour lignes aériennes de transport d'énergie électrique. Elle spécifie les propriétés mécaniques et électriques des fils dans la gamme de diamètres de 1,50 mm à 4,50 mm.

Les deux types sont respectivement désignés *type A* et *type B*.

2. Valeurs pour fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium

Pour les calculs, les valeurs suivantes doivent être utilisées pour les fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium conformes à la présente norme.

| | <i>Type A</i> | <i>Type B</i> |
|---|---------------------|---------------------|
| Résistivité maximale à 20°C (mΩ·m) | 32,840* | 32,530** |
| Masse volumique à 20°C (kg/dm ³) | 2,703 | 2,703 |
| Coefficient de dilatation linéaire (par °C) | 23×10 ⁻⁶ | 23×10 ⁻⁶ |
| Coefficient de température de la résistance à masse constante à 20°C (par °C) | 0,0036 | 0,0036 |

* Correspondent à 52,5% IACS (Spécifications internationales d'un cuivre type recuit).

** Correspondant à 53,0% IACS.

3. Matériau

Les fils doivent être en alliage d'aluminium-magnésium-silicium traité thermiquement, ayant une composition appropriée aux qualités mécaniques et électriques spécifiées ci-après, respectivement pour le *type A* et le *type B*.

4. Absence de défauts

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

ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS

1. Scope

This standard is applicable to aluminium-magnesium-silicon alloy wires of two types having different mechanical and electrical properties for the manufacture of stranded conductors for overhead power transmission purposes. It specifies the mechanical and electrical properties of wires in the diameter range 1.50 mm to 4.50 mm.

The two types are designated *Type A* and *Type B* respectively.

2. Values for aluminium-magnesium-silicon alloy wire

For calculation purposes the following values for aluminium-magnesium-silicon alloy wire conforming to this standard shall be used.

| | <i>Type A</i> | <i>Type B</i> |
|--|---------------------|----------------------|
| Resistivity at 20°C, maximum (nΩ·m) | 32,84 [*] | 32,530 ^{**} |
| Density at 20°C (kg/dm ³) | 2,703 | 2,703 |
| Coefficient of linear expansion (per °C) | 23×10 ⁻⁶ | 23×10 ⁻⁶ |
| Constant-mass temperature coefficient of resistance at 20°C (per °C) | 0,0036 | 0,0036 |

^{*} Corresponding to 52,5% IACS (International Annealed Copper Standard).

^{**} Corresponding to 59,0% IACS.

3. Material

The wires shall be of heat treated aluminium-magnesium-silicon alloy having a composition appropriate to the mechanical and electrical properties specified hereinafter for *Type A* and *Type B* respectively.

4. Freedom from defects

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

5. Diamètre et tolérance sur diamètre

Le diamètre nominal des fils doit être exprimé en millimètres avec deux chiffres décimaux.

Chaque mesure du diamètre du fil ne peut différer du diamètre nominal que dans les tolérances suivantes:

| Diamètre nominal | | Tolérance |
|------------------|----------------------|-----------------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | |
| 0,01 | 0,02 | ±0,05 mm ±1% |
| - | 3,00 | |
| 3,00 | - | |

Pour vérifier sa conformité avec la prescription ci-dessus, on doit déterminer le diamètre par deux mesures prises à angle droit dans la même section droite.

6. Longueur et tolérance sur longueur

La longueur nominale de chaque bobine de fil et la tolérance sur cette longueur doivent faire l'objet d'un accord entre fabricant et acheteur.

7. Raccordements

Des raccordements peuvent être faits avant tréfilage final. Un raccordement peut aussi être fait sur le fil terminé, pourvu que:

- la bobine pèse 500 kg ou plus,
- ce telles bobines ne comportent pas plus d'un raccordement,
- 10 % au maximum de telles bobines contiennent un raccordement,
- quand l'acheteur le demande, le fabricant puisse prouver que les raccordements présentent une résistance à la rupture au moins égale à 130 MPa.

Les bobines comportant un raccordement fait sur le fil terminé doivent être clairement identifiées.

8. Échantillonnage

Des échantillons pour les essais spécifiés dans les articles 10 et 11 doivent être prélevés par le fabricant sur 10 % des longueurs individuelles de fils de chaque livraison.

En variante, ou quand une procédure d'assurance de qualité est retenue, le taux d'échantillonnage doit faire l'objet d'un accord entre fabricant et acheteur.

9. Lieu d'exécution des essais

A moins qu'il n'en soit convenu autrement entre fabricant et acheteur au moment de la commande, tous les essais doivent être effectués dans l'usine du fabricant.

5. Diameter and tolerance on diameter

The nominal diameter of the wires shall be expressed in millimetres to two decimal places.

Each measurement of wire diameter shall not depart from the nominal diameter by more than the following amounts:

| Nominal diameter | | Tolerance |
|------------------|---------------------|-----------------------------|
| Over | Up to and including | |
| mm | mm | |
| 3.00 | 3.00 | ± 0.02 mm; $\pm 1\%$ |

For the purpose of checking compliance with the above requirement, the diameter shall be determined by two measurements at right angles taken at the same cross-section.

6. Length and tolerance on length

The nominal length of each coil or reel of wire and the tolerance on length shall be the subject of agreement between manufacturer and purchaser.

7. Joints

Joints may be made prior to final drawing. A joint could also be made in the finished wire, provided that:

- the coil is 500 kg or heavier,
- not more than one joint in such coils,
- not more than 10% of such coils shall contain a joint,
- when requested by the purchaser, the manufacturer shall provide evidence that the joints have a tensile strength of not less than 130 MPa.

The coils containing a joint made in the finished wire shall be clearly identified.

8. Sampling

Samples for the tests specified in Clauses 10 and 11 shall be taken by the manufacturer from 10% of the individual lengths of wire included in any one consignment.

Alternatively, or where a quality assurance procedure is operated, the sampling rate shall be the subject of agreement between manufacturer and purchaser.

9. Place of testing

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

10. Essais mécaniques

10.1 Essais de traction et d'allongement

Une longueur prélevée sur chacun des échantillons choisis conformément à l'article 8 doit être soumise à un essai de traction suivant la Norme ISO 6892. La vitesse d'écartement des mors de la machine d'essai ne doit pas être inférieure à 25 mm/min ni supérieure à 100 mm/min. Une longueur de 250 mm sera utilisée pour déterminer l'allongement.

La contrainte à la rupture par traction et l'allongement à la rupture ne doivent pas être inférieurs aux valeurs appropriées indiquées dans le tableau 1, page 10.

10.2 Essai d'enroulement

Une longueur prélevée sur chacun des échantillons choisis conformément à l'article 8 doit être soumise à un essai d'enroulement suivant la Norme ISO 7802.

Huit tours doivent être enroulés autour d'un mandrin d'un diamètre égal au diamètre du fil à une vitesse qui ne doit pas dépasser 60 tours par minute.

Le fil ne doit pas se rompre.

11. Essai de résistivité

La résistivité électrique d'une longueur de fil prélevée sur chacun des échantillons choisis conformément à l'article 8 doit être déterminée par la méthode habituelle spécifiée dans la Publication 468 de la C.E.I.: Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques. La résistivité à 20°C ne doit pas être supérieure à 32,840 nΩ·m pour le fil de *type A* ou 32,530 nΩ·m pour le fil de *type B*.

12. Certificat de conformité

Le fabricant doit, sur demande, fournir à l'acheteur un certificat donnant le résultat de tous les essais faits sur les échantillons.

10. Mechanical tests

10.1 *Tensile and elongation tests*

One specimen cut from each of the samples taken according to Clause 8 shall be subjected to a tensile test in accordance with ISO Standard 6892. The rate of separation of the jaws of the testing machine shall be not less than 25 mm/min, and not greater than 100 mm/min. A gauge length of 250 mm shall be used for the determination of elongation.

The tensile strength and elongation at break shall be not less than the appropriate value given in Table I, page 11.

10.2 *Wrapping test*

One specimen cut from each of the samples taken according to Clause 8 shall be subjected to a wrapping test in accordance with ISO Standard 7802.

Eight turns shall be wrapped round a mandrel of diameter equal to the wire diameter at a speed not exceeding 60 turns per minute.

The wire shall not break.

11. Resistivity test

The electrical resistivity of one sample cut from each of the samples taken according to Clause 8 shall be determined by the routine method specified in IEC Publication 468: Method of Measurement of Resistivity of Metallic Materials. The resistivity at 20 °C shall be not greater than 32,840 nΩ·m for Type A wire or 32,530 nΩ·m for Type B wire.

12. Certificate of compliance

The manufacturer shall, if requested, supply the purchaser with a certificate giving the results of all the tests carried out on the samples.

TABLEAU I

Propriétés mécaniques des fils en alliage d'aluminium

| Diamètre nominal | | Type A | | Type B | |
|------------------|----------------------|---|---|---|---|
| Au-dessous de | Jusqu'à et y compris | Contrainte minimale à la rupture par traction | Allongement minimal à la rupture sur 250 mm | Contrainte minimale à la rupture par traction | Allongement minimal à la rupture sur 250 mm |
| mm | mm | MPa | % | MPa | % |
| 3,5 | 3,5 | 325 315 | 3,0 3,0 | 295 295 | 2,5 3,5 |

TABLE I

Mechanical properties of aluminium alloy wires

| Nominal diameter | | Type A | | Type B | |
|------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Over | Up to and including | Minimum tensile strength at break | Minimum elongation at break on 250 mm | Minimum tensile strength at break | Minimum elongation at break on 250 mm |
| mm | mm | MPa | % | MPa | % |
| — | 3,5 | 325 | 3,0 | 295 | 3,5 |
| 3,5 | — | 315 | 3,0 | 295 | 3,5 |

**Publications de la CIE préparées
par le Comité d'Études n° 7**

| | |
|------------|--|
| 104 (1987) | Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs de lignes aériennes. |
| 105 (1958) | Recommandation concernant l'aluminium de pureté commerciale pour barres de connexion. |
| 114 (1959) | Recommandation concernant les alliages d'aluminium du type aluminium-magnésium-silicium, à traitement thermique, pour barres de connexion. |
| 121 (1960) | Recommandation concernant les fils en aluminium recuit industriel pour conducteurs électriques. |
| 207 (1966) | Conducteurs câblés en aluminium. |
| 208 (1966) | Conducteurs câblés en alliage d'aluminium (type aluminium-magnésium-silicium). |
| 209 (1966) | Conducteurs en aluminium-acier. Modification n° 1 (1983). |
| 210 (1966) | Conducteurs en alliage d'aluminium-acier. Modification n° 1 (1983). |
| 888 (1987) | Fils en acier zingué pour conducteurs câblés. |
| 889 (1987) | Fil d'aluminium déroulé dur pour conducteurs de lignes aériennes. |

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 7**

| | |
|------------|--|
| 104 (1987) | Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors. |
| 105 (1958) | Recommendation for commercial-purity aluminium busbar material. |
| 114 (1959) | Recommendation for heat-treated aluminium alloy busbar material of the aluminium-magnesium-silicon type. |
| 121 (1960) | Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wire. |
| 207 (1966) | Aluminium stranded conductors. |
| 208 (1966) | Aluminium alloy stranded conductors (aluminium-magnesium-silicon type). |
| 209 (1966) | Aluminium conductors, steel-reinforced. Amendment No. 1 (1983). |
| 210 (1966) | Aluminium alloy conductors, steel-reinforced. Amendment No. 1 (1983). |
| 888 (1987) | Zinc-coated steel wires for stranded conductors. |
| 889 (1987) | Hard drawn aluminium wire for overhead line conductors. |