

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1232**

Première édition
First edition
1993-06

**Fils d'acier revêtus d'aluminium
pour usages électriques**

**Aluminium-clad steel wires
for electrical purposes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1232: 1993

Révision de la présente publication

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

- Bulletin de la CIEI
- Annuaire de la CIEI
- Catalogue des publications de la CIEI
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CIEI: 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.

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 CIEI, le lecteur consultera:

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

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

Publications de la CIEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CIEI préparées par le Comité d'Etudes 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 revision, 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
1232**

Première édition
First edition
1993-06

**Fils d'acier revêtus d'aluminium
pour usages électriques**

**Aluminium-clad steel wires
for electrical purposes**

© CEI 1993 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

For price, see catalogue in vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	8
4 Prescriptions	10
5 Echantillonnage	12
6 Méthodes d'essai	12
7 Emballage	18
8 Acceptation et refus	18
Tableaux	20
Annexes	
A Rapport de section de l'aluminium et de l'acier	24
B Allongement	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 Requirements	11
5 Sampling	13
6 Test methods	13
7 Packaging	19
8 Acceptance and rejection	19
Tables	21
Annexes	
A Ratio of aluminium and steel cross-sectional areas	25
B Elongation	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILS D'ACIER REVÊTUS D'ALUMINIUM
POUR USAGES ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente Norme internationale CEI 1232 a été établie par le comité d'études 7 de la CEI: Conducteurs nus en aluminium.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
7(B0)434	7(B0)436

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ALUMINIUM-CLAD STEEL WIRES
FOR ELECTRICAL PURPOSES

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

This International Standard IEC 1232 has been prepared by IEC technical committee 7: Bare aluminium conductors.

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

DIS	Report on Voting
7(CO)434	7(CO)436

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A and B are for information only.

INTRODUCTION

Les fils d'acier revêtus d'aluminium sont utilisés, câblés entre eux, comme conducteurs de terre pour lignes aériennes, et comme renforcement des conducteurs d'aluminium pour lignes aériennes. Dans certains cas, ils sont aussi utilisés comme conducteurs de phase. Puisqu'il existe diverses normes nationales dans chaque pays pour les fils d'acier revêtus d'aluminium, la présente Norme internationale normalise les prescriptions propres à ces fils.

Il y a également lieu de noter que cette norme a été établie après considération de la CEI 899 existante.

INTRODUCTION

Aluminium-clad steel wires have been used as all aluminium-clad steel stranded wires for overhead ground wire purposes and as reinforcement of aluminium conductors for overhead line conductor purposes. In some cases, they are also used as phase conductors. Since various national standards exist in each country for the aluminium-clad steel wires, this International Standard establishes the requirements for properties.

It should be noted that this standard has been prepared after consideration of the existing IEC 868.

FILS D'ACIER REVÊTUS D'ALUMINIUM POUR USAGES ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux fils d'acier revêtus d'aluminium pour usages électriques, nus, écroulés, de section circulaire, ayant différentes propriétés mécaniques et électriques. Elle spécifie les propriétés mécaniques et électriques des fils avant câblage dans la gamme des diamètres donnés au tableau 5.

Elle est destinée à couvrir les applications suivantes: renforcement des conducteurs en aluminium et réalisation des conducteurs câblés à partir de ces fils.

Elle ne concerne pas les fils destinés à être retréfilés.

2 Références normatives

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constitue des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 468: 1974, *Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 fil d'acier revêtu d'aluminium: Fil rond consistant en une âme d'acier ronde recouverte d'aluminium de manière consistante et uniforme.

3.2 diamètre: Moyenne de deux mesures prises à angle droit dans la même section droite.

3.3 classe: La classe des fils d'acier revêtus d'aluminium est définie par «20SA», «27SA», «30SA» et «40SA», correspondant à leur niveau de conductivité de 20,3 %, 27 %, 30 % et 40 % IACS*.

3.4 type: Les fils d'acier revêtus d'aluminium de classe 20SA sont classés en deux types, A et B, selon leurs caractéristiques de résistance à la traction.

* IACS: International Annealed Copper Standard.

ALUMINIUM-CLAD STEEL WIRES FOR ELECTRICAL PURPOSES

1 Scope

This International Standard applies to bare, hard-drawn, round, aluminium-clad steel wires of different electrical and mechanical properties, in the diameter ranges shown in table 5, for electrical purposes, before stranding.

It is intended to cover applications, for reinforcement in aluminium conductors and for all aluminium-clad steel stranded conductors.

It does not cover the wires for redrawing purposes.

2 Normative references

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 468: 1974, *Method of measurement of resistivity of metallic materials*.

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1 aluminium-clad steel wire: Round wire consisting of a round steel core with a uniform and continuous aluminium covering.

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

3.3 class: Aluminium-clad steel wires defined as "20SA", "27SA", "30SA" and "40SA", corresponding to their conductivity grades of 20,3 %, 27 %, 30 % and 40 % IACS*.

3.4 type: Aluminium-clad steel wires of class 20SA are divided into two types, A and B, according to their tensile strength characteristics.

* IACS: International Annealed Copper Standard.

4 Prescriptions

4.1 Matériaux

4.1.1 Le métal de base doit être un acier élaboré à partir de four à sole ou en four électrique, ou par un procédé à l'oxygène. Il doit être d'une composition telle qu'il permet d'obtenir sur fil revêtu les caractéristiques et les propriétés exigées par cette norme.

4.1.2 L'aluminium utilisé comme revêtement doit avoir une pureté au moins égale à 99,5 % et être d'une qualité suffisante pour répondre aux exigences d'épaisseur et de résistance électrique imposées par cette norme.

4.2 Absence de défauts

Les fils doivent être lisses et exempts de tous défauts tels que fissures, rugosité, rayures, inclusions ou autres défauts qui peuvent compromettre la performance du produit.

4.3 Masse volumique

Pour le calcul des masses nominales des fils, la masse volumique du fil revêtu d'aluminium doit être prise dans le tableau 1.

4.4 Tolérances sur diamètres nominaux

Le diamètre des fils d'acier revêtus d'aluminium ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure à celle figurant dans le tableau 2.

4.5 Epaisseur minimale d'aluminium

En tout point, l'épaisseur minimale d'aluminium revêtant les fils doit être conforme aux exigences figurant dans le tableau 3.

4.6 Résistance à la traction

Le fil doit avoir une résistance à la traction conforme aux exigences figurant dans le tableau 5. Lors du calcul de la force de rupture d'un fil unitaire à partir de la résistance à la traction, il faut prendre en compte le diamètre réel du fil fini.

4.7 Allongement

Le fil doit répondre, soit à l'exigence d'un minimum de 1 % d'allongement après rupture, soit d'un minimum de 1,5 % d'allongement total à la rupture sur une longueur de 250 mm. La mesure doit être, soit sous charge nulle après rupture, soit au moment de la rupture au moyen d'un extensomètre approprié.

A moins qu'il n'en soit convenu autrement entre le fabricant et l'acheteur au moment de la commande, il appartient au fabricant de choisir l'une des méthodes.

L'essai doit être réalisé uniquement selon l'une des deux méthodes prescrites en 6.3.2.

4.8 Résistivité

La résistivité maximale des fils doit être conforme aux exigences prescrites dans le tableau 5 à la température de 20 °C.

4 Requirements

4.1 Materials

4.1.1 The base metal shall be steel produced by the open-hearth, electric-furnace, or basic-oxygen process and shall be of such composition that the finished clad wire shall have the properties and characteristics given in this standard.

4.1.2 The aluminium used for covering shall have a minimum purity of 99,5 % and quality sufficient to meet thickness and electrical resistance requirements of this standard.

4.2 Freedom from defects

The wires shall be smooth and free from all imperfections such as fissures, roughness, grooves, inclusions or other defects which may endanger the performance of the product.

4.3 Density

For the purpose of calculating the nominal mass of the wires, the density of the aluminium-clad steel wire shall be taken as shown in table 1.

4.4 Tolerances on nominal diameter of wires

Aluminium-clad steel wires shall not depart from the nominal diameter by more than the amounts given in table 2.

4.5 Minimum thickness of aluminium

The minimum aluminium thickness of wires at any point shall comply with the requirements given in table 3.

4.6 Tensile stress

The wire shall comply with the requirements given in table 5. In computing breaking load of a single wire from tensile stress, the actual diameter of the finished wire shall be used.

4.7 Elongation

The wire shall comply with either the requirement of 1 % minimum elongation after fracture, or 1,5 % minimum total elongation at fracture, for. In both cases, a gauge length of 250 mm. Measurement shall be made either under no load after fracture or at the time of fracture by the use of a suitable extensometer.

Unless otherwise agreed upon between the manufacturer and purchaser at the time of purchase, it is at the option of the manufacturer to select the measurement method.

The test shall be made by only one of the two methods prescribed in 6.3.2.

4.8 Resistivity

The maximum resistivity of wires shall conform to the requirements prescribed in table 5 at the temperature of 20 °C.

4.9 *Essai de torsion*

Le fil doit supporter sans rupture au moins 20 tours sur une longueur équivalente à 100 fois le diamètre nominal du fil.

A l'examen de l'échantillon, après torsion jusqu'à rupture, on ne doit déceler aucune séparation entre l'aluminium et l'acier. Cet examen doit se pratiquer à l'oeil nu ou à l'aide de verres correcteurs courants.

4.10 *Contrainte à 1 % d'allongement*

La contrainte à 1 % d'allongement du fil doit être conforme aux valeurs prescrites dans le tableau 5. L'essai doit être fait sur des fils droits, non déformés.

4.11 *Raccordements*

4.11.1 Aucune sorte de raccordement ne doit être exécutée sur le fil fini. Des raccordements sur les fils d'ébauche peuvent être effectués avant le tréfilage en fil fini.

Au niveau de ces raccordements, le fil fini doit satisfaire aux exigences de 4.5.

4.11.2 L'équipement et la procédure de raccordement doivent être tels qu'il peut être démontré que la résistance à la traction d'un fil fini contenant un raccordement effectué avant le tréfilage est au moins égale à 80 % de celle d'un fil adjacent non soudé. De plus, elle doit être supérieure à 90 % de la valeur minimale indiquée dans le tableau 5.

4.11.3 Les essais d'allongement, de torsion et la détermination de la contrainte à 1 % d'allongement ne sont pas exigés pour les fils finis comportant des raccordements.

5 *Echantillonnage*

Des échantillons pour les essais doivent être prélevés par le fabricant sur 10 % des longueurs individuelles de fil fini.

Lors de fourniture de fils en grandes quantités et quand le fabricant a démontré sa capacité à atteindre ou dépasser les prescriptions requises, le nombre d'échantillons peut être réduit, par accord entre l'acheteur et le fabricant, à un niveau qui assure à chaque lot de fil produit une surveillance appropriée.

6 *Méthodes d'essais*

6.1 *Lieu d'exécution des essais*

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

6.2 *Liste des essais*

Les essais suivants 1 à 9 doivent être exécutés sur chaque longueur prélevée sur chacun des échantillons avant câblage. Quand les fils sont destinés à des produits composés uniquement de fils d'acier revêtus d'aluminium, il est possible après accord entre fabricant et acheteur de ne pas effectuer l'essai 9.

4.9 *Torsion test*

The wire shall withstand, without fracture, not less than 20 twists in a length equivalent to 100 times the nominal diameter of the wire.

The specimen, after twisting to destruction, shall show no separation of the aluminium from the steel when examined with the naked eye or with normal corrective glasses.

4.10 *Stress at 1 % extension*

The wire shall conform to the requirement of stress at 1 % extension given in table 5. The test shall be made on straight undeformed wires.

4.11 *Joints*

4.11.1 There shall be no joints of any kind made in the finished wire. Joints may be made in the wire rods prior to drawing to the finished wire.

The finished wire at such joints shall meet the requirements of 4.5.

4.11.2 Jointing equipment and procedure shall be such that it can be demonstrated that the tensile stress of a finished wire specimen containing the jointed section shall be not less than 80 % of normal part, and also greater than 90 % of minimum specified value in table 5.

4.11.3 Elongation, torsion and stress at 1 % extension tests are not required for jointed sections in a finished wire.

5 *Sampling*

Samples for tests shall be taken by the manufacturer from 10 % of the individual lengths of finished wire.

In case of wire supply in large quantities and where the manufacturer has demonstrated capability of meeting or exceeding the requirements, the number of samples may be reduced, by agreement between the purchaser and the manufacturer, to a level which ensures that each production lot of wire is given an adequate monitoring.

6 *Test methods*

6.1 *Place of testing*

All tests shall be made at the manufacturer's plant unless mutually agreed between the manufacturer and purchaser.

6.2 *Tests*

The following tests numbers 1 to 9 shall be made on each of the samples before stranding. When the wires are to be used for products consisting of only aluminium-clad steel wires, it may be agreed between the manufacturer and the purchaser not to carry out test 9.

- 1) Aspect;
- 2) finition;
- 3) diamètre;
- 4) résistance à la traction;
- 5) allongement;
- 6) torsion;
- 7) résistivité;
- 8) épaisseur minimale d'aluminium;
- 9) contrainte à 1 % d'allongement.

6.3 *Méthode d'essai*

6.3.1 *Essai de traction*

La force de rupture de l'échantillon doit être déterminée au moyen d'une machine de traction appropriée. La charge doit être appliquée progressivement et la vitesse d'écartement des mors de la machine d'essai ne doit être ni inférieure à 25 mm par minute ni supérieure à 100 mm par minute.

La résistance à la traction est calculée à partir de la force de rupture et du diamètre du fil fini avant essai.

6.3.2 *Essais d'allongement*

Les essais d'allongement peuvent être exécutés sur les mêmes échantillons et au cours de l'essai de traction prescrit au 6.3.1.

a) *Pourcentage d'allongement après rupture*

L'allongement à la rupture mesuré sans charge doit être déterminé sur l'échantillon. L'échantillon doit être redressé à la main et deux repères distants de 250 mm doivent être marqués sur le fil qui est ensuite mis en charge comme décrit dans l'essai de traction. Après rupture du fil, les extrémités de l'éprouvette doivent être reboutées avec soin et la distance entre les marques mesurées.

L'allongement est l'augmentation de la longueur de mesure exprimée en pourcentage de la longueur de mesure d'origine.

Si la rupture a lieu en dehors des repères de la longueur de mesure ou à moins de 25 mm de l'un des repères, et que l'allongement prescrit n'est pas atteint, un autre essai doit être effectué.

b) *Pourcentage d'allongement total à la rupture*

L'éprouvette doit être prise dans les mors de la machine de traction. Une charge correspondant à la résistance à la traction convenable, indiquée dans le tableau 4, doit être appliquée et un extensomètre doit être placé sur une longueur de mesure de 250 mm et réglé à la valeur initiale donnée dans le tableau 4.

La charge doit être appliquée comme il est précisé dans l'essai de traction et la lecture au moment de la rupture doit être prise comme l'allongement de l'éprouvette.

Si la rupture a lieu en dehors des repères de la longueur de mesure ou à moins de 25 mm d'un repère, et que l'allongement prescrit n'est pas atteint, un autre essai doit

- 1) Appearance;
- 2) finish;
- 3) diameter;
- 4) tensile stress;
- 5) elongation;
- 6) torsion;
- 7) resistivity;
- 8) minimum aluminium thickness;
- 9) stress at 1 % extension.

6.3 Test method

6.3.1 Tensile test

The breaking load of the specimen 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 per minute and not greater than 100 mm per minute.

In calculating the tensile stress from the measured breaking load, the diameter of the finished wire before stressing shall be used.

6.3.2 Elongation tests

The elongation tests may be made on the same samples in the same operation as the tensile test described in 6.3.1.

a) Percentage elongation after fracture

The ultimate elongation measured under no load shall be determined on the specimen. The specimen shall be straightened by hand and an original gauge length of 250 mm marked on the wire and loaded as described in the tensile test. After the wire is broken the specimen ends shall be carefully placed together and the distance between the gauge marks measured.

The elongation is the increase in gauge length expressed as a percentage of the original gauge length.

If the fracture occurs outside the gauge marks, or within 25 mm of either mark, and the required elongation is not obtained, another test shall be made.

b) Percentage total elongation at fracture

The specimen shall be gripped in the jaws of a tensile testing machine. A load corresponding to the appropriate tensile stress given in table 4 shall be applied and an extensometer applied on a 250 mm gauge length and adjusted to the appropriate initial setting given in table 4.

A tensile load shall be applied as described in the tensile test and the reading at the time of fracture shall be taken as the elongation of specimen.

If the fracture occurs outside the gauge marks, or within 25 mm of either mark, and the required elongation is not obtained, another test shall be made.

être effectué.

6.3.3 Essai de torsion

Une éprouvette doit être prise à chaque extrémité entre deux mordaches sur une longueur égale à 100 fois le diamètre nominal du fil, une des mordaches doit être libre de se mouvoir longitudinalement pendant l'essai. Une faible charge de traction, n'excédant pas 2 % de la résistance à la rupture du fil, est appliquée à l'éprouvette pendant l'essai.

L'éprouvette doit être tordue en faisant tourner l'une des mordaches jusqu'à rupture et le nombre de tours doit être indiqué par un compteur ou autre dispositif approprié.

La vitesse de rotation ne doit pas dépasser 60 tours par minute.

6.3.4 Epaisseur d'aluminium

L'épaisseur d'aluminium de l'échantillon doit être déterminée à l'aide d'appareils de mesure électriques fonctionnant selon le principe du perméamètre ou par mesure directe.

La lecture de la mesure doit être faite à trois décimales près et la mesure de l'épaisseur doit être arrondie à la deuxième décimale. La mesure directe d'épaisseur de revêtement effectuée sur des éprouvettes prélevées aux extrémités des couronnes doit être considérée comme méthode de référence.

6.3.5 Essai de résistivité

La résistance électrique de l'éprouvette doit être déterminée conformément à la CEI 468. L'essai doit être effectué à une température comprise entre 10 °C et 30 °C. La résistance mesurée doit être ramenée à 20 °C à l'aide de la formule:

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

où

T est la température de mesure en °C;

R_T est la résistance mesurée à T °C;

R_{20} est la résistance à 20 °C;

α est le coefficient de température à masse constante de la résistance à 20 °C.

La résistivité à 20 °C doit être calculée à partir de la résistance à 20 °C, de la section totale du fil calculée à partir de la mesure du diamètre du fil, et de la longueur de fil sur laquelle on a effectué la mesure de résistance.

6.3.6 Contrainte à 1 % d'allongement

L'éprouvette doit être prise dans les mors d'une machine de traction. Une charge correspondante à la résistance à la traction convenable indiquée dans le tableau 4 doit être appliquée et un extensomètre doit être placé sur une longueur de mesure de 250 mm et réglé à la valeur initiale donnée dans le tableau 4.

La charge doit alors être augmentée uniformément jusqu'à ce que l'extensomètre indique un allongement de 2,50 mm sur 250 mm.

6.3.3 *Torsion test*

One specimen shall be gripped at its ends in two vices with the distance between vices equivalent to 100 times the nominal wire diameter, one of which shall be free to move longitudinally during the test. A small tensile load, not exceeding 2 % of the breaking strength of the wire, shall be applied to the sample during testing.

The specimen shall be twisted by causing one of the vices to revolve until fracture occurs and the number of twists shall be indicated by a counter or other suitable device.

The rate of twisting shall not exceed 60 rev/min.

6.3.4 *Thickness of aluminium*

The thickness of aluminium of the specimen shall be determined by using suitable electrical indicating instruments operating on the permeameter principle, or direct measurement.

Measurements shall be read to three decimal places, and number rounded to two decimal places is considered as measured thickness. For reference purposes, direct measurement shall be used to determine aluminium thickness on specimens taken from the end of the coils.

6.3.5 *Resistivity test*

The electrical resistance of the specimen shall be measured by the method specified in IEC 468 at a temperature which shall be not less than 10 °C or 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 is the temperature of measurement in °C;

R_T is the resistance at T °C;

R_{20} is the resistance at 20 °C;

α is the constant-mass temperature coefficient of resistance at 20 °C.

The resistivity at 20 °C shall then be calculated from the resistance at 20 °C, total cross-section of the wire calculated from the measured wire diameter and the length of wire over which the resistance is measured.

6.3.6 *Stress at 1 % extension*

The specimen shall be gripped in the jaws of a tensile testing machine. A load corresponding to the appropriate tensile stress given in table 4 shall be applied and an extensometer applied on a 250 mm gauge length and adjusted to the appropriate initial settling given in table 4.

The load shall then be increased uniformly until the extensometer indicates an extension of 2,50 mm in 250 mm.

A ce point, on doit lire la charge correspondante à partir de laquelle la valeur de la contrainte à 1 % d'allongement doit être calculée en considérant le diamètre du fil fini avant essai. La valeur obtenue pour cette éprouvette ne doit pas être inférieure à la valeur donnée dans la colonne 5 du tableau 5. L'éprouvette peut être utilisée ultérieurement pour l'essai de traction.

7 Emballage

7.1 Longueurs et tolérance sur la longueur

Les fils d'acier revêtus d'aluminium doivent être fournis en une longueur spécifiée par l'acheteur, avec une tolérance de ${}^{+4}_{0}$ %.

Quelques longueurs plus courtes ou plus longues que cette exigence ne sont acceptables que si un accord préalable a été conclu entre l'acheteur et le fabricant.

7.2 Conditionnement

Les fils d'acier revêtus d'aluminium doivent être conditionnés de manière appropriée en bobines ou en couronnes de façon à les protéger contre les dommages qui pourraient survenir durant la manutention et le transport courants.

8 Acceptation et refus

8.1 Tout manquement d'une éprouvette d'essai à satisfaire à n'importe laquelle des exigences de cette norme doit constituer une base de rejet du lot représenté par cet échantillon.

8.2 Si un lot est ainsi refusé, le fabricant doit avoir le droit d'essayer une fois seulement chaque bobine ou couronne de fils d'acier revêtus d'aluminium formant le lot et de proposer à l'acceptation ceux qui satisfont aux exigences.

At this point, the load shall be read, from which the value of the stress at 1 % extension shall be calculated using the diameter of finished wire before stressing. The value obtained for the specimen shall be not less than the appropriate value given in column 5 of table 5. The specimen may subsequently be used for the tensile test specified.

7 Packaging

7.1 Lengths and tolerance on length

Aluminium-clad steel wires shall be supplied with a length specified by the purchaser with a permitted variation of ${}^{+4}_{0}$ %.

Random lengths shorter or longer than this requirement are only acceptable if prior agreement between the purchaser and manufacturer is made.

7.2 Packing method

Aluminium-clad steel wires shall be suitably packed on reel or in coil in order to protect against damage in ordinary handling and transporting.

8 Acceptance and rejection

8.1 Failure of a test specimen to comply with any one of the requirements of this standard shall constitute grounds for rejection of the lot represented by the specimen.

8.2 If any lot is so rejected, the manufacturer shall have the right to test only once all individual reels or coils of aluminium-clad steel wires in the lot and submit those which meet the requirements of acceptance.

Tableau 1 – Masse volumique des fils

Classe	Type	Masse volumique nominale à 20 °C g/cm ³
20SA	A	6,59
	B	6,53
27SA	–	5,01
30SA	–	5,61
40SA	–	4,64

Tableau 2 – Tolérances sur le diamètre des fils

Diamètre nominal	Tolérance
2,67 mm et au-dessus	±1,5 %
En dessous de 2,67 mm	±0,04 mm

Tableau 3 – Epaisseur minimale du revêtement d'aluminium

Classe	Epaisseur minimale du revêtement d'aluminium
20SA	8 % du rayon nominal du fil pour un diamètre nominal en dessous de 1,80 mm
	10 % du rayon nominal du fil pour un diamètre nominal de 1,80 mm et au-dessus
27SA	14 % du rayon nominal du fil
30SA	15 % du rayon nominal du fil
40SA	25 % du rayon nominal du fil

Tableau 4 – Réglages initiaux pour déterminer la contrainte à 1 % d'allongement et l'allongement total à la rupture

1		2	3
Diamètre nominal		Contrainte initiale	Réglage initial de l'extensomètre
Au-dessus	Jusqu'à et y compris		
mm	mm	MPa	cm/cm
1,24	2,50	81,4	0,000 5 (0,05 % d'allongement)
2,50	3,30	162	0,001 0 (0,10 % d'allongement)
3,30	5,50	244	0,001 5 (0,15 % d'allongement)

Table 1 – Nominal density of wires

Class	Type	Nominal density at 20 °C g/cm ³
20SA	A	6,58
	B	6,53
27SA	–	5,91
30SA	–	5,61
40SA	–	4,64

Table 2 – Tolerances on diameter of wires

Nominal diameter	Tolerance
2,07 mm and greater	±1,6 %
Less than 2,07 mm	±0,04 mm

Table 3 – Minimum thickness of aluminium covering

Class	Minimum thickness of aluminium covering
20SA	8 % of nominal wire radius for nominal diameter less than 1,80 mm
	10 % of nominal wire radius for nominal diameter including and over 1,80 mm
27SA	14 % of nominal wire radius
30SA	16 % of nominal wire radius
40SA	25 % of nominal wire radius

Table 4 – Initial settings for determining stress at 1 % extension and total elongation at fracture

1		2	3
Nominal diameter		Initial stress	Initial setting of extensometer
Over	Up to and including		
mm	mm	MPa	cm/cm
1,24	2,50	81,4	0,000 6 (0,05 % extension)
2,60	3,30	162	0,001 0 (0,10 % extension)
3,30	6,50	244	0,001 5 (0,15 % extension)

Tableau 5 – Prescriptions concernant la contrainte et la résistivité des fils (avant câblage)

1 Classe	2 Type	3 Diamètre nominal		4 Résistance à la traction Min. MPa	5 Contrainte à 1 % d'allongement Min. MPa	6 Résistivité à 20 °C Max. nΩ·m
		Au-dessus	Jusqu'à et y compris			
		mm	mm	MPa	MPa	
20SA	A	1,24	3,25	1 340	1 200	34,80 (correspondant à une conductivité de 20,8 % IACS)
		3,25	3,45	1 310	1 180	
		3,45	3,65	1 270	1 140	
		3,65	3,95	1 250	1 100	
		3,95	4,10	1 210	1 100	
		4,10	4,40	1 160	1 070	
		4,40	4,60	1 140	1 030	
		4,60	4,75	1 100	1 000	
	4,75	5,50	1 070	1 000		
	B	1,24	5,50	1 320	1 100	
27SA	—	2,50	5,00	1 000	800	83,85 (correspondant à une conductivité de 27 % IACS)
30SA	—	2,50	5,00	880	650	57,47 (correspondant à une conductivité de 30 % IACS)
40SA	—	2,50	5,00	880	500	43,10 (correspondant à une conductivité de 40 % IACS)

Table 5 – Tensile and resistivity requirements of wires (before stranding)

1	2	3		4	5	6
Class	Type	Nominal diameter		Tensile stress Min.	Stress at 1 % extension Min.	Resistivity at 20 °C Max.
		Over	Up to and including			
		mm	mm	MPa	MPa	nΩ·m
20SA	A	1,24	3,25	1 340	1 200	84,80 (corresponding to 20,3 % IACS conductivity)
		3,25	3,45	1 310	1 180	
		3,45	3,65	1 270	1 140	
		3,65	3,95	1 250	1 100	
		3,95	4,10	1 210	1 100	
		4,10	4,40	1 180	1 070	
		4,40	4,80	1 140	1 030	
		4,80	4,75	1 100	1 000	
	4,75	5,50	1 070	1 000		
	B	1,24	5,50	1 320	1 100	
27SA	–	2,50	5,00	1 000	800	62,86 (corresponding to 27 % IACS conductivity)
30SA	–	2,50	5,00	880	650	57,47 (corresponding to 30% IACS conductivity)
40SA	–	2,50	5,00	620	500	43,10 (corresponding to 40 % IACS conductivity)

Annexe A (informative)

Rapport de section de l'aluminium et de l'acier

A.1 Classification des fils d'acier revêtus d'aluminium

Les fils d'acier revêtus d'aluminium sont classés en quatre catégories selon leur niveau de conductivité correspondant à un revêtement normal d'aluminium, à un revêtement moyen et à un revêtement épais.

Tableau A.1 – Classification des fils d'acier revêtus d'aluminium

Classe	Revêtement d'aluminium	Conductivité
20SA	Normal	20,3 % IACS
27SA	Moyen	27 % IACS
30SA	Moyen	30 % IACS
40SA	Épais	40 % IACS

A.2 Rapport normal de section

Le rapport normal de section de chaque fil d'acier revêtu d'aluminium est donné ci-dessous et est basé sur la section totale des fils.

Tableau A.2 – Rapport normal de l'aluminium et de l'acier

Classe	Rapport d'aluminium	Rapport d'acier
20SA	25 %	75 %
27SA	37 %	63 %
30SA	43 %	57 %
40SA	62 %	38 %

Annex A (informative)

Ratio of aluminium and steel cross-sectional areas

A.1 Classification of aluminium-clad steel wires

Aluminium-clad steel wires are divided into four classes by their conductivity grade, corresponding to standard aluminium covering, medium aluminium covering and thick aluminium covering respectively.

Table A.1 – Classification of aluminium-clad steel wires

Class	Aluminium covering	Conductivity
20SA	Standard	20,3 % IACS
27SA	Medium	27 % IACS
30SA	Medium	30 % IACS
40SA	Thick	40 % IACS

A.2 Standard ratio in cross-section

The standard ratio in cross-section of each aluminium-clad steel wire is as follows and is based on the total cross-section of wires.

Table A.2 – Standard ratio of aluminium and steel

Class	Aluminium ratio	Steel ratio
20SA	25 %	75 %
27SA	37 %	63 %
30SA	43 %	57 %
40SA	62 %	38 %

A.3 Conductivité

La conception d'un fil d'acier revêtu d'aluminium ayant une conductivité donnée est fondée sur une conductivité de l'aluminium de 61 % IACS et une conductivité de l'acier de 9 % IACS.

Par exemple, on calcule ainsi la conductivité d'un fil de classe 30SA:

Conductivité calculée: Aluminium (61 % IACS x 0,43) +
Acier (9 % IACS x 0,57) = 31,36 % IACS.

Ainsi, en tenant compte de ces tolérances, la conductivité minimale spécifiée est de 30 % IACS (57,47 nΩ·m).

Quand seul le revêtement d'aluminium est pris en compte en tant que partie conductrice du conducteur, la résistance électrique des fils d'acier revêtus d'aluminium est calculée en considérant l'aire de la section d'aluminium, selon l'article A.2 précédent, avec une conductivité de 61 % IACS.

La relation entre la conductivité d'un fil SA «conductivité de l'acier prise en compte» et «conductivité de l'acier non prise en compte» est donnée au tableau A.3.

Tableau A.3 – Conductivité

Classe	Conductivité (% IACS)			
	Aluminium	Acier	Fil SA	
			Valeur minimale spécifiée comprenant aluminium et acier	Valeur calculée excluant la conductivité de l'acier
20SA	61	9	20,8	15,3
27SA			27	22,6
30SA			30	28,2
40SA			40	37,8

A.3 Conductivity

The design of an aluminium-clad steel wire with a specified conductivity is based on 61 % IACS of aluminium and 9 % IACS of steel.

For example, the conductivity of 30SA is dealt with as follows:

Designed conductivity: Aluminium (61 % IACS × 0,49) +
Steel (9 % IACS × 0,57) = 31,36 % IACS.

Then, taking into consideration allowances, minimum conductivity is specified as 30 % IACS (57,47 nΩ·m).

When only the aluminium covering is taken into account as the conductive part in the conductor, the electrical resistance of aluminium-clad steel wires can be calculated by the cross-sectional area of aluminium as per above clause A.2 and the conductivity of 61 % IACS.

For this reference, the relationship of SA wire conductivity between "with steel conductivity" and "without steel conductivity" is given in Table A.3.

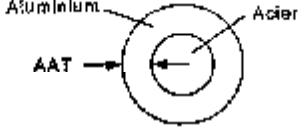
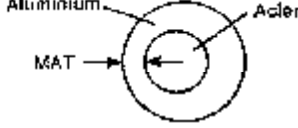
Table A.3 – Conductivity

Class	Conductivity (% IACS)			
	Aluminium	Steel	SA wire	
			Minimum specified value including both aluminium and steel	Calculated value excluding conductivity of steel
20SA	61	9	20,3	15,3
27SA			27	22,6
30SA			30	26,2
40SA			40	37,8

A.4 Epaisseurs d'aluminium

La relation entre le rapport en aire d'aluminium et l'épaisseur minimale d'aluminium est donnée comme suit:

Tableau A.4 - Epaisseur d'aluminium

Classe	Rapport de section d'aluminium	Epaisseur moyenne d'aluminium: AAT (épaisseur concentrique)	Epaisseur minimale d'aluminium: MAT (erreur de concentricité)
			
20SA	25 %	13,4 % de rayon nominal du fil	8 % de rayon nominal du fil pour un diamètre nominal en dessous de 1,80 mm 10 % de rayon nominal du fil pour un diamètre nominal de 1,80 mm et au-dessus
27SA	37 %	Idem, mais 20,5 %	14 % de rayon nominal du fil
30SA	43 %	Idem, mais 24,5 %	Idem, mais 15 %
40 SA	62 %	Idem, mais 38,4 %	Idem, mais 25 %

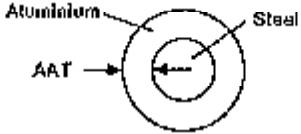
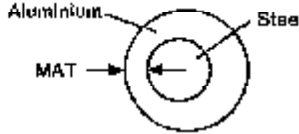
A.5 Masse volumique nominale à 20 °C

La masse volumique nominale à 20 °C du 20SA-type B, 27SA, 30SA et 40SA, est calculée à partir de la masse volumique nominale à 20 °C de l'aluminium prise égale à 2,70 g/cm³, de celle de l'acier 7,80 g/cm³ et de leur rapport de section, tandis que celle du 20SA-type A, est identique à celle spécifiée dans les ASTM B415/B502, etc.

A.4 Aluminium thickness

The relationship between standard aluminium ratio in the cross-sectional area and minimum aluminium thickness is as follows:

Table A.4 – Aluminium thickness

Class	Standard aluminium ratio in the cross-section	Average aluminium thickness: AAT (concentric thickness)	Minimum aluminium thickness: MAT (concentricity error)
			
20SA	25 %	18,4 % of nominal wire radius	8 % of nominal wire radius for nominal diameter less than 1,80 mm 10 % of nominal wire radius for nominal diameter including and over 1,80 mm
27SA	37 %	Ditto, but 20,6 %	14 % of nominal wire radius
30SA	43 %	Ditto, but 24,6 %	Ditto, but 15 %
40SA	62 %	Ditto, but 38,4 %	Ditto, but 25 %

A.5 Nominal density at 20 °C

The nominal density at 20 °C of 20SA-type B, 27SA, 30SA and 40SA is calculated from the density at 20 °C of aluminium 2,70 g/cm³, steel 7,80 g/cm³ and their ratio in cross-section, while that of 20SA-type A is as specified by ASTM B415/B502, etc.

A.5 Constantes physiques

Les constantes physiques des fils d'acier revêtus sont données au tableau A.5.

Tableau A.5 – Constantes physiques

Classe		20SA		27SA	30SA	40SA
Type		A	B	–	–	–
Module d'élasticité final (pratique)	GPa	162	155	140	132	109
Coefficient de dilatation linéaire	K ⁻¹	$13,0 \times 10^{-6}$	$12,6 \times 10^{-6}$	$13,4 \times 10^{-6}$	$13,8 \times 10^{-6}$	$15,5 \times 10^{-6}$
Coefficient de température à masse constante de la résistance (α)	K ⁻¹	0,003 8	0,003 6	0,003 6	0,003 8	0,004 0

A.6 Physical constants

Physical constants for aluminium-clad steel wires are given in table A.5.

Table A.5 – Physical constants

Class		20SA		27SA	30SA	40SA
Type		A	B	–	–	–
Final modulus of elasticity (practical)	GPa	162	155	140	132	109
Coefficient of linear expansion	K ⁻¹	13,0 × 10 ⁻⁶	12,5 × 10 ⁻⁶	13,4 × 10 ⁻⁶	13,8 × 10 ⁻⁶	15,5 × 10 ⁻⁶
Constant-mass temperature coefficient of resistance (α)	K ⁻¹	0,003 6	0,003 6	0,003 6	0,003 8	0,004 0

Annexe B (informative)

Allongement

B.1 Termes

Les termes «pourcentage d'allongement après rupture» et «pourcentage d'allongement total à la rupture» se réfèrent à l'article 4 de l'ISO 6892*

B.2 Essai d'allongement

Bien que le pourcentage d'allongement après rupture soit tout à fait courant pour des fils tels que les fils d'aluminium écrouis et les fils d'acier zingués, il y a particulièrement lieu de noter que le pourcentage d'allongement total à la rupture s'applique en pratique aux fils d'acier revêtus d'aluminium, comme il est spécifié par les ASTM B415/B502 et par d'autres normes nationales.

Par souci d'uniformité avec la CEI 888** et par souci de commodité, les deux méthodes d'essais sont incluses et à prendre en alternative.

* ISO 6892: 1984, *Matériaux métalliques – Essai de traction*

** CEI 888: 1987, *Fils en acier zingué pour conducteurs câblés*

Annex B (informative)

Elongation

B.1 Terms

The terms "percentage elongation after fracture" and "percentage total elongation at fracture" refer to clause 4 of ISO 6892*.

B.2 Elongation test

Although the percentage elongation after fracture is quite common for wires such as hard-drawn aluminium wires and zinc-coated steel wires, it is particularly noticed that percentage total elongation at fracture has been practically used for aluminium-clad steel wires, which is specified by ASTM B415/B502 and other national standards.

In consideration of uniformity with IEC 800** and convenience in practical use, both test methods are included as alternative methods.

* ISO 6892: 1984, *Metallic materials – Tensile testing*

** IEC 800: 1987, *Zinc-coated steel wires for stranded conductors*

**Publications de la CIEI préparées
par le Comité d'Etudes 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.
- 888 (1987) Fils en acier zingué pour conducteurs câblés.
- 889 (1987) Fils d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes.
- 1089 (1991) Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires isolés en couches concentriques.
- 1232 (1993) Fils d'acier revêtus d'aluminium pour usages électriques.

**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.
- 888 (1987) Zinc-coated steel wires for stranded conductors.
- 889 (1987) Hard-drawn aluminium wire for overhead line conductors.
- 1089 (1991) Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors.
- 1232 (1993) Aluminium-coated steel wires for electrical purposes.

Publication 1232

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND