IEC 62420

Edition 1.0 2008-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Concentric lay stranded overhead electrical conductors containing one or more gap(s)

Conducteurs pour lignes électriques aériennes câblés en couches concentriques comprenant un ou plusieurs intervalles

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 62420

Edition 1.0 2008-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Concentric lay stranded overhead electrical conductors containing one or more gap(s)

Conducteurs pour lignes électriques aériennes câblés en couches concentriques comprenant un ou plusieurs intervalles

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 29.240.20; 29.060.10

ISBN 2-8318-1035-2

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 6
4 Designation system 8
5 Requirements for stranded conductors 8
5.1 Material 8
5.2 Conductor sizes 8
5.3 Surface 9
5.4 Stranding 9
5.4.1 General 9
5.4.2 Lay ratio for core wires 9
5.4.3 Lay ratio for aluminium layer(s) 9
5.4.4 Joints 9
5.4.5 Linear mass 10
5.4.6 Conductor strength 10
6 Tests 10
6.1 Classification of tests 10
6.2 Type Tests 11
6.2.1 Length of sample required 11
6.2.2 Joints in aluminium wires 11
6.2.3 Annular gap(s) 11
6.2.4 Stress-strain curves 11
6.2.5 Breaking strength of conductor 11
6.2.6 Creep curves 12
6.3 Sample tests 12
6.3.1 Cross-sectional area 12
6.3.2 Overall diameter 13
6.3.3 Linear mass 13
6.3.4 Surface condition 13
6.3.5 Lay ratio and direction of lay 13
6.3.6 Breaking strength of wires after stranding (if requested) 14
6.3.7 Wire canting on the outside layer (if requested) 14
7 Inspection 14
7.1 Test location 14
7.2 Acceptance or rejection 14
8 Packaging and marking 15
8.1 Packaging 15
8.2 Marking and tare 15
8.3 Random lengths 15
Annex A (normative) Information to be supplied by purchaser 19
Annex B (normative) Stress-strain test method 20
Annex C (normative) Nominal mass of grease for stranded conductors 23
Annex D (informative) Alternate method of measuring the gap(s) within the conductor 27

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex E (informative) Recommended conductor sizes and tables of conductor properties 28

Figure 1 – Examples of conductors containing one or more gaps 17
Figure 2 – Method of measuring wire canting 18
Figure C.1 – Illustration for calculation of mass of grease in round wire layer (s) 23
Figure C.2 – Illustration of calculation of mass of grease for core layer(s) 24
Figure C.3 – Illustration of calculation of grease for annular gap(s) 25

Table 1 – Metal combinations permitted 16
Table 2 – Number of joints permitted in aluminium wires 17
Table 3 – Standard increments due to stranding 17
Table E.1 – Properties of some A1G/S1A conductors with gaps 29

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CONCENTRIC LAY STRANDED OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS CONTAINING ONE OR MORE GAP(S)

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62420 has been prepared by IEC technical committee 7: Overhead electrical conductors.

This bilingual version (2009-04) replaces the English version.

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

FDIS	Report on voting
7/587/FDIS	7/588/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONCENTRIC LAY STRANDED OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS CONTAINING ONE OR MORE GAP(S)

1 Scope

This International Standard specifies the electrical and mechanical characteristics of concentric lay stranded overhead electrical conductors, containing one or more self-supporting aluminium or aluminium alloy layer(s) as depicted in Figure 1, made of combinations of any of the following metal wires:

a) hard-drawn aluminium as per IEC 60889, designated A1;

b) aluminium alloy type A or B as per IEC 60104, designated A2 or A3;

c) thermal resistant aluminium alloy type as per IEC 62004, designated AT1, AT2, AT3 or AT4;

d) regular strength steel as per IEC 60888, designated S1A or S1B;

e) high strength steel as per IEC 60888, designated S2A or S2B;

f) extra-high strength steel as per IEC 60888, designated S3A;

g) aluminium-clad steel as per IEC 61232, designated 20SA, 27SA, 30SA or 40SA.

NOTE This standard covers the construction of self-damping conductors, as well as gap-type conductors. Although both types of conductors share a common design feature and the presence of one or more gaps between layers, they are intended for different purposes. Self-damping conductors (SDC) may have more than one gap to provide increased self-damping, whereas gap-type conductors are so designed as to allow the aluminium layers to slide freely over the core during installation, and therefore usually do not require more than one gap.

The various metal combinations permitted by this standard shall be in accordance with Table 1.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60104:1987, *Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors*

IEC 60888:1987, *Zinc-coated steel wires for stranded conductors*

IEC 60889:1987, *Hard-drawn aluminium wire for overhead line conductors*

IEC 61232:1993, *Aluminium-clad steel wires for electrical purposes*

IEC 61395:1998, *Creep test procedures for stranded conductors*

IEC 62004:2007, *Thermal resistant aluminium alloy wire for overhead line conductors*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.1
aluminium
all types of aluminium and aluminium alloys listed in Clause 1

3.2
annular gap
constant space, void of any material except for air or grease, between two layers of a conductor

3.3
canting
phenomena by which a formed wire is twisted relative to its own axis, thus producing a protuberance outside the layer

3.4
conductor
material intended to be used for carrying electric current consisting of a plurality of uninsulated wires twisted together

3.5
concentric lay stranded conductor
conductor composed of a central core surrounded by one or more adjacent layers of wires being laid helically in opposite directions

3.6
direction of lay
direction of twist of a layer of wires as it moves away from the viewer , with a right-hand lay being a clockwise direction and a left-hand lay being an anti-clockwise direction

3.7
equivalent wire diameter
the diameter of a round wire which would have the same cross-sectional area as a given formed wire

3.8
formed wire
filament of drawn or rolled metal having a constant, non-circular cross-section

3.9
layer
group of wires located at a constant radial distance from the centre of the conductor

3.10
lay length
axial length of one complete turn of the helix formed by an individual wire in a stranded conductor

3.11
lay ratio
ratio of the lay length to the external diameter of the corresponding layer of wires in the stranded conductor

3.12
lot
group of conductors manufactured by the same manufacturer under similar conditions of production

NOTE A lot may consist of part or all of the purchased quantity.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.13
nominal
name or identifying value of a measurable property by which a conductor or component of a conductor is identified and to which tolerances are applied

NOTE Nominal values should be target values.

3.14
rated tensile strength
calculated maximum tensile load value at which a conductor may be subjected before one or more of its constituent wires break

3.15
round wire
filament of drawn metal having a constant circular cross-section

3.16
self-supporting layer
layer made of formed wires which are designed in such a way as to not rely on the underlying layer for support

4 Designation system

A designation system is used to identify stranded conductors containing one or more gap(s).Conductors are designated AxGy/Syz or AxGy/SA where Ax identifies external wires (or the envelope), Gy denotes the presence and the number of annular gap(s) between two or more layers, and Syz and SA identify the steel core. In the designation of zinc coated wires, y represents the type of steel (regular, high or extra high strength) and z represents the class of zinc coating (A or B).

Conductors are identified as follows:

a) a code number giving the equivalent conductive section of A1 expressed in mm^2;

b) a code number giving the section of the core material in mm^2;

c) a designation identifying the type of wires constituting the conductor in accordance with the second paragraph of this clause. The first designation (Ax) applies to the envelope, the second designation (Gy) applies to the presence and number of annular gap(s), and the third designation (Syz or SA) applies to the core;

d) a code number designating the outside diameter of the conductor.

Example: 400/66-A1G2/S1A-274: A conductor made of 400 mm^2 A1 and 66 mm^2 S1A (regular strength steel), containing two annular gaps, with a nominal outside diameter of 27,4 mm ($274 \times 0{,}1$).

5 Requirements for stranded conductors

5.1 Material

Stranded conductors shall be made up of round and/or formed aluminium wires and of zinc-coated steel or aluminium-clad wires. Before stranding all wires shall have the properties as specified in the International Standards given in Clause 2.

5.2 Conductor sizes

A list of conductor sizes is given as guidance in Annex E. Conductors for existing or established designs of overhead lines as well as sizes and strandings not included in this

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

standard may be designed and supplied as agreed upon by the manufacturer and purchaser and the relevant requirements of this standard shall apply.

5.3 Surface

The surface of the conductor shall be free from all imperfections visible to the unaided eye (normal corrective lenses accepted), such as nicks, indentations, etc., not consistent with good commercial practice.

5.4 Stranding

5.4.1 General

All wires of the conductor shall be concentrically stranded. Before stranding, aluminium and core wires shall have approximately uniform temperature.

Adjacent wire layers shall be stranded with reverse lay directions. The direction of lay of the external layer shall be right-hand except when specifically indicated in the purchase order.

5.4.2 Lay ratio for core wires

The lay ratios for the zinc-coated (galvanised) steel or aluminium-clad wire layers shall be as follows:

a) the lay ratio for the six-wire layer of the core shall be not less than 16 nor more than 26;
b) the lay ratio for subsequent core layers shall be not less than 14 nor more than 22. The lay ratio of subsequent layer(s) shall be not greater than the lay ratio of the core layer immediately beneath it.

All core wires shall lie naturally in their position in the stranded core, and where the core is cut, the wire ends shall remain in position or be readily replaced by hand and then remain approximately in position.

5.4.3 Lay ratio for aluminium layer(s)

The lay ratios for the aluminium layer(s) shall be as follows:

a) the lay ratio for the outside layer of aluminium wires shall be not less than 10 nor more than 14;
b) the lay ratios for the inner layers of aluminium wires shall be not less than 10 nor more than 16;
c) the lay ratio of any aluminium layer shall be not greater than the lay ratio of the aluminium layer immediately beneath it.

Aluminium wires composing the outside layer of the conductor shall lie naturally in their position, and where the conductor is cut, they shall remain in position or be readily replaced by hand and then remain approximately in position.

5.4.4 Joints

There shall be no joints of any kind made in the core wire or wires during stranding.

There shall be no joints in the finished aluminium wire prior to stranding.

During stranding, no aluminium wire welds shall be made for the purpose of achieving the required conductor length.

Joints are permitted in aluminium wires unavoidably broken during stranding, provided such breaks are not associated with either inherently defective wire or with the use of short lengths

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

of aluminium wires. Joints shall conform to the geometry of original wire, i.e. joints shall be dressed smoothly with a shape equal to that of the parent wires and shall not be kinked.

Joints in aluminium wires shall not exceed those specified in Table 2. These joints shall not be closer than 15 m from a joint in the same wire or in any other aluminium wire of the completed conductor.

Joints shall be made by electric butt welding, electric butt cold upset welding or cold pressure welding (see Note 1) and other approved methods. These joints shall be made in accordance with good commercial practice. The first type of joints shall be electrically annealed for approximately 250 mm on both sides of the weld.

While the joints specified in this clause are not required to meet the requirements of unjointed wires (see Note 2), they shall withstand a stress of not less than 75 MPa for annealed electric butt welded joints and not less than 130 MPa for cold pressure and electric butt cold upset welded joints. The manufacturer shall demonstrate that the proposed welding method is capable of meeting the specified strength requirements.

NOTE 1 It is a practice in some countries to require the annealing of cold pressure joints made in A2 or A3 material.

NOTE 2 The behaviour of properly spaced wire joints in stranded conductors is related to both tensile strength and elongation. Because of higher elongation properties, the lower strength annealed electric butt welded joint gives a similar overall performance to that of a cold pressure or an electric butt cold upset welded joint.

5.4.5 Linear mass

The masses given in the Table E.1 of Annex E have been calculated for each size and stranding of conductor using densities for the aluminium, aluminium-clad and zinc-coated steel wires as given in the standards listed in Clause 2, the stranding increments given in Table 3, and the cross-sectional areas for aluminium and core wires based on their theoretical unrounded values.

The increments in per cent, for mass due to stranding, based on the mean lay ratios given in 5.4.2 and 5.4.3, shall be taken as given in Table 3. If greater accuracy is desired, actual lay factors shall be used.

Whenever a conductor is to be greased, the nominal mass of grease shall be calculated according to the method given in Annex C.

5.4.6 Conductor strength

The rated tensile strength at room temperature of composite conductors shall be the sum of the tensile strength of the aluminium portion plus the strength of the core corresponding to an elongation compatible with that of aluminium at rupture load. For the purpose of specification and practicability, the strength of steel and aluminium-clad steel is conservatively established as the stress corresponding to 1 % elongation in a 250 mm gauge length.

The tensile strength of any single wire is the product of its nominal area and the appropriate minimum stress given in the standards listed in Clause 2.

6 Tests

6.1 Classification of tests

Type tests are intended to verify the main characteristics of a conductor which depend mainly on its design. They are carried out once for a new design or manufacturing process of conductor and then subsequently repeated only when the design or manufacturing process is changed.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Sample tests are intended to guarantee the quality of conductors and compliance with the requirements of this standard.

6.2 Type tests

Type tests shall be carried out only on a conductor which meets the requirements of all the relevant sample tests.

Type tests consist of the following:

a) joints in aluminium wires;

b) annular gap(s);

c) stress-strain curves;

d) breaking strength of conductor;

e) creep curves.

6.2.1 Length of sample required

The sample length required for tensile and stress-strain tests shall be at least 400 times the diameter of the conductor but not less than 10 m.

The length of samples in this subclause is the minimum required for a good accuracy of stress-strain curves. In cases where the manufacturer can demonstrate to the satisfaction of the purchaser with significant comparative test results that a shorter length can provide equally accurate results then a short length of samples may be used.

6.2.2 Joints in aluminium wires

The manufacturer shall demonstrate to the purchaser that the method used for jointing aluminium wires meets the strength requirements of 5.4.4 by supplying recent test results or by performing the necessary tests.

6.2.3 Annular gap(s)

The method of measurement of the annular gap(s) shall be agreed upon between the purchaser and the manufacturer. Measurements can be done directly on the outside and inside diameters of the concerned layer or alternatively the method described in Annex D shall be used.

When measured in accordance with this subclause, the value of the annular gap shall not vary by more than +0,15 mm and less than -0,25 mm from the value specified by the supplier.

6.2.4 Stress-strain curves

Stress-strain curves shall be supplied as a type test when requested by the purchaser and shall represent the best knowledge of the behaviour of the purchased conductor under load.

If agreed between purchaser and supplier when placing an order, stress-strain tests shall be performed on the conductor and on the core, in accordance with the method given in Annex B.

6.2.5 Breaking strength of conductor

The breaking strength of conductors shall be determined by pulling a conductor in a suitable tensile testing machine having an accuracy of at least ±1 %. It is recommended that the rate of increase of load should be as in B.6. For the purposes of this test, appropriate fittings shall be installed on the ends of the conductor samples. During this test, the breaking strength of the conductor shall be determined by the load attained at which one or more wires of the conductor are fractured.A retest, up to a total of three tests, may be made if wire fracture

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

occurs within 10 mm of the end fittings and the tensile strength falls below the specified breaking strength requirements.

When tests for breaking strength of conductors are required, these shall withstand, without the fracture of any wire not less than 95 % of their rated tensile strength calculated according to 5.4.6.

When required, the breaking strength of the core shall be determined in accordance with this subclause.

6.2.6 Creep curves

Creep curves shall be supplied as a type test when requested by the purchaser and shall represent the best knowledge of the behaviour of the purchased conductor under load.

If agreed between purchaser and supplier when placing an order, creep tests shall be performed on the conductor, in accordance with IEC 61395.

6.3 Sample tests

Sample tests consist of the following:

a) on wire before stranding as per applicable wire standards;
b) on the completed conductor:
   – cross-sectional area
   – overall diameter
   – linear mass
   – surface condition
   – lay ratio and direction of lay
   – breaking strength of wires after stranding (if requested)
   – wire canting on the outside layer (if requested).

Samples for tests specified in a) shall be taken before stranding and tested in accordance with the standards listed in Clause 2.

Samples for the tests specified in b) shall be taken at random from the outer end of 10 % of the drums of conductor. However, the inspection of the surface condition of the conductor shall be carried out on every drum prior to lagging.

Samples for tests of individual wires after stranding, when requested, shall consist of a 1,5 m length cut from the outer end of the drums of conductors.

6.3.1 Cross-sectional area

The cross-sectional area of the conductor shall be taken as the sum of the areas of the wires composing the conductor. The area of round wires shall be based on the measurements made in accordance with 6.3.1.1. The area of formed wires shall be based on the method in accordance with 6.3.1.2.

6.3.1.1 Round wires

The diameter of a round wire shall include the metallic coating, where applicable and shall be measured using a micrometer calliper having flat surfaces on both the anvil and the end of the spindle and graduated to be read in micrometers.The diameter shall be the average of three diameter measurements, each of which is the average of the maximum and minimum readings at a point taken near each end and in the centre of the sample.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

When measured in accordance with this subclause, the area shall not vary from the nominal value by more than ±2 % in any sample and by more than ±1,5 % for the average of any four measured values at locations selected at random with a minimum spacing of 200 mm.

6.3.1.2 Formed wires

The equivalent diameter of a formed wire shall be obtained from the weight measurements made on a sample not less than 1 m in length, and its density as defined in the appropriate standard listed in Clause 2.

When determined in accordance with this subclause, the area shall not vary from the nominal value by more than ±2 % in any sample and by more than ±1,5 % for the average of any four samples selected at random on the bobbins after drawing.

6.3.2 Overall diameter

The conductor diameter shall be measured half-way between the closing die and the capstan while still under tension on the stranding machine. Measurements shall be made with a calliper graduated to be read in 0,01 mm. The diameter shall be the average of two readings, rounded to two decimals of a millimetre, taken at right angles to each other at the same location.

When measured in accordance with this subclause, the diameter of the conductor shall not vary by more than ±1 % for diameters larger than or equal to 10 mm and ±0,1 mm for diameters smaller than 10 mm.

NOTE The purpose of measuring under tension is to ensure that all layers are resting on the layer underneath. Thus, other means of measurement, such as on a cut sample, are possible.

6.3.3 Linear mass

The linear mass of the conductor shall be determined by using apparatus capable of achieving an accuracy of ± 0,1 %.

The mass of grease in a conductor shall be determined from the difference between the mass of the conductor with grease and its mass after removing all the grease. The mass of grease shall correspond at least to the minimum values specified in Annex C. In case of non-compliance with the values of Annex C, the manufacturer shall demonstrate that the weight of grease is adequate to achieve its intended purpose.

When measured in accordance with this subclause, the mass of the conductor per unit length without grease shall not vary from its nominal value by more than ±2 %. In case of non compliance with nominal values, the actual lay factors shall be used.

6.3.4 Surface condition

The surface of the conductor shall comply with the requirements of 5.3.

6.3.5 Lay ratio and direction of lay

The lay ratio of each layer of the conductor shall be obtained through the ratio of the measured lay length to the external diameter of the applicable layer.

When measured in accordance with this subclause, the obtained values shall comply with the requirements of 5.4. In addition, the direction of each layer shall be noted and shall also comply with the requirements of 5.4.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.3.6 Breaking strength of wires after stranding (if requested)

When required, breaking strength tests shall be made on wires obtained from conductors after stranding. The specimen of wire shall be taken from the conductor sample and shall be removed from its position and straightened, care being taken not to stretch it in so doing.

The cross-sectional area of the wire is determined from the diameter measurements indicated in 6.3.1.1 and 6.3.1.2. The straightened wire shall be installed in a suitable tensile testing machine. The load shall be applied gradually with a rate of separation of the jaws not less than 25 mm/min and not greater than 100 mm/min.

When tested in accordance with this subclause, the load at failure divided by the cross-sectional area of the wire shall be not less than 95 % of the applicable stress requirements prior to stranding (the 5 % reduction accounts for handling and twisting of wires during stranding.).

6.3.7 Wire canting on the outside layer (if requested)

This test is intended for conductors that are to be used for the reduction of aeolian vibrations and for which the outside layer is composed of formed wires.

Wire canting shall be measured on the outside layer of the conductor (as shown in Figure 2).The magnitude of wire canting shall be measured while the conductor is in the stranding equipment, under tension, half-way between the capstan and the closing die. Canting shall be measured on each wire with a feeler gauge and recorded.

When measured in accordance with this subclause, the maximum canting for any wire shall not be more than 0,5 mm.

7 Inspection

7.1 Test location

All tests and inspection shall be made at the manufacturer’s plant prior to shipment unless mutually agreed between the manufacturer and the purchaser at the time of purchase and shall be conducted in such a way as not to interfere unnecessarily with the manufacturer’s operations. The manufacturer shall afford the inspector, representing the purchaser, all necessary and sufficient testing facilities in order to satisfy purchaser that the material is being furnished in accordance with this standard.

When inspection is to be made by the purchaser before shipment, the tests shall all be made within 10 days after receipt of a notice by the purchaser that the material is ready to test, and the material shall be accepted or rejected at the manufacturer's plant. If the purchaser does not have a representative present at the manufacturer's plant to test the material at the expiration of the said 10 days, the manufacturer shall make the tests herein provided for and furnish to the purchaser, when requested, official copies of the results of these tests. The purchaser shall accept or reject the material in accordance with the results of these tests. Alternatively, the manufacturer may provide relevant test results if these have already been carried out in production.

7.2 Acceptance or rejection

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.

If any lot is rejected in this manner, the manufacturer shall have the right to test, only once, all individual drums of conductors in the lot and submit those which meet the requirements for acceptance.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8 Packaging and marking

8.1 Packaging

The conductor shall be suitably protected against damage which could occur in ordinary handling and shipping.

NOTE The following should be agreed upon between the manufacturer and the purchaser when placing the order or at the earliest possible time:

– the type and size of package and method of packing;

– the packaging size and drum bore requirements and also the availability of the inner end of the conductor for grounding purposes, where conductors' stringing practices require special considerations.

If required in order to prevent differential movement of the layers during subsequent handling, the trailing end of the conductor on the drum shall be properly secured by an adequate method.

8.2 Marking and tare

The gross, net and tare weight, length (or length and number of pieces, if more than one length is agreed upon to be supplied on the same drum), designation, and any other necessary identification shall be suitably marked inside the package. This same information, together with the purchase order number, the manufacturer's serial number (if any) and all shipping marks and other information shall appear on the outside of each package.

8.3 Random lengths

Random lengths of conductors unavoidably obtained during production shall not exceed 5 % of the length provided that no piece is less than 50 % of the contractual length.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 1 – Metal combinations permitted

Envelope (external wires)	Core (internal wires)			
	S1A, S1B	**S2A, S2B**	**S3A**	**20SA, 27SA 30SA, 40SA**
A1	A1G/S1A, A1G/S1B	A1G/S2A, A1G/S2B	A1G/S3A	A1G/20SA, A1G/27SA, A1G/30SA, A1G/40SA
A2	A2G/S1A, A2G/S1B	A2G/S2A, A2G/S2B	A2G/S3A	A2G/20SA, A2G/27SA, A2G/30SA, A2G/40SA
A3	A3G/S1A, A3G/S1B	A3G/S2A, A3G/S2B	A3G/S3A	A3G/20SA, A3G/27SA, A3G/30SA, A3G/40SA
AT1	AT1G/S1A, AT1G/S1B	AT1G/S2A, AT1G/S2B	AT1G/S3A	AT1G/20SA, AT1G/27SA, AT1G/30SA, AT1G/40SA
AT2	AT2G/S1A, AT2G/S1B	AT2G/S2A, AT2G/S2B	AT2G/S3A	AT2G/20SA, AT2G/27SA, AT2G/30SA, AT2G/40SA
AT3	AT3G/S1A, AT3G/S1B	AT3G/S2A, AT3G/S2B	AT3G/S3A	AT3G/20SA, AT3G/27SA, AT3G/30SA, AT3G/40SA
AT4	AT4G/S1A, AT4G/S1B	AT4G/S2A, AT4G/S2B	AT4G/S3A	AT4G/20SA, AT4G/27SA, AT4G/30SA, AT4G/40SA

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

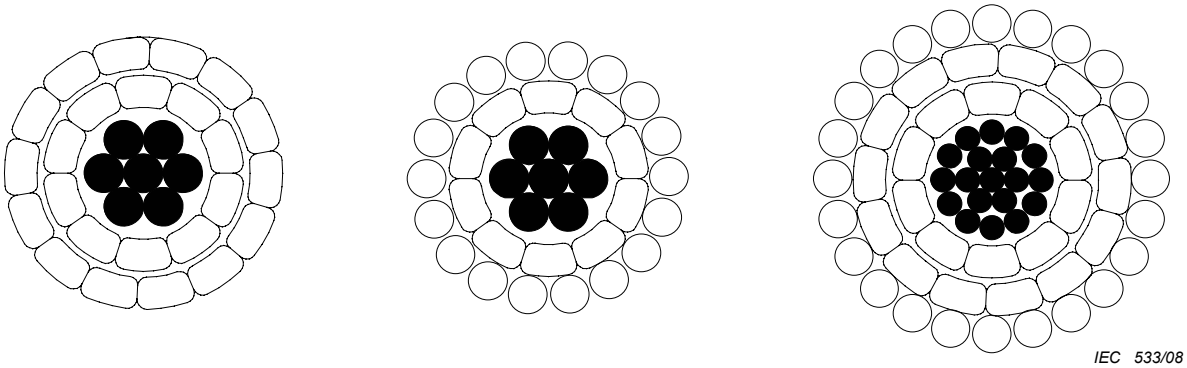
Table 2 – Number of joints permitted in aluminium wires

Number of aluminium layers	Joints permitted per conductor length
1	2
2	3
3	4
4	5

Table 3 – Standard increments[a] due to stranding

Conductor stranding		Increment (%)	
No of layer(s) in envelope	Number of wire(s) in the core	Mass and electrical resistance of envelope	Mass of core
1	1	1,5	---
2	1	2,0	---
3	1	2,5	---
1	7	1,5	0,43
2	7	2,0	0,43
3	7	2,5	0,43
1	19	1,5	0,77
2	19	2,0	0,77
3	19	2,5	0,77

[a] These increments have been calculated using average lay ratios for each applicable layer of core or envelope.



IEC 533/08

Figure 1 – Examples of conductors containing one or more gaps

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

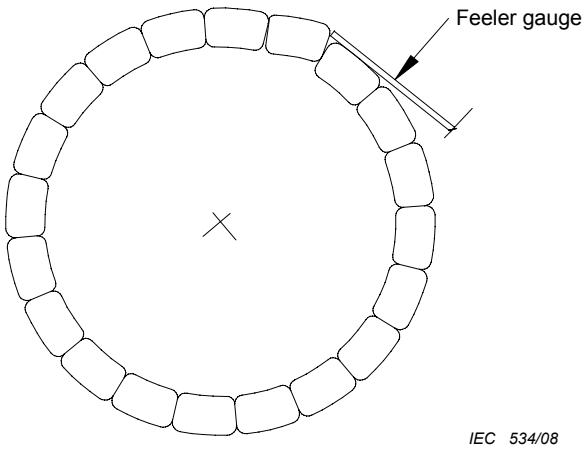


Figure 2 – Method of measuring wire canting

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex A
(normative)

Information to be supplied by purchaser

When making an enquiry or placing an order the purchaser shall furnish the following information:

a) quantity of conductors;

b) cross-sectional area and designation;

c) length of conductor per drum, its tolerance and where applicable, matching of conductor lengths;

d) type and size of package and method of packing;

e) special packaging requirements, if any;

f) lagging requirements, if any;

g) if inspection is required and the place of inspection;

h) whether tests on wires after stranding are required;

i) whether tests on wire canting are required;

j) whether conductor breaking strength tests are required;

k) whether conductor stress-strain tests are required;

l) whether creep tests are required;

m) if special end preparation is required;

n) requirements for grease, if any (type, properties, etc.).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex B
(normative)

Stress-strain test method

B.1 Sample length

A conductor length as given in 6.2.1 shall be tested to obtain representative stress-strain-curves.

B.2 Test temperature

The temperature of the sample shall be recorded and shall not vary by more than ±2 °C during the test. Temperature readings shall be taken at the beginning and end of each hold period.

B.3 Sample preparation

During transportation to the test laboratory, the sample shall be properly protected from damage. The diameter of the coil or drum of the sample shall be at least 50 times the conductor diameter.

Great care shall be taken in the preparation of test samples. Relative displacements as small as 1 mm between the core and the aluminium layers of the conductor cause significant changes in the measured stress-strain curves. The sample preparation shall be as follows:

Before removing the sample from the drum, fit a bolted clamp 5 m ± 1 m from the end of the conductor length. The clamp shall supply sufficient pressure to prevent relative wire movements in the conductor.

Unwind the desired length of conductor from the drum and install another bolted clamp at the required distance from the first clamp. Apply adhesive tape and cut the conductor at a distance from the clamp just far enough to allow room for applying dead-end fittings.

End fittings such as compression, epoxy type or solder type approved by the purchaser shall be used for stress-strain tests.

Care shall be taken not to damage any wire during the end preparation of the sample.

The application of the end fitting shall not introduce any slack in the wires which might alter the stress-strain curves the conductor.

B.4 Requirements (only for compression fittings)

B.4.1 Whenever compression fittings are used for testing, the methodology indicated in B.4.2 to B.4.4 shall be used.

B.4.2 Slide the aluminium sleeve on to the conductor. Cut back the aluminium wires to allow room for the steel terminal, the extrusion of the steel terminal and the extrusion of aluminium wires by the aluminium compression sleeve. The space required between the aluminium wires and the steel terminal, before crimping, is typically 30 mm to 40 mm. Slide the compression steel dead-end terminal on to the core. Crimp the steel terminal, with a 2 % to 10 % maximum overlap, starting from the other core end.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.4.3 Pull the aluminium sleeve on to the steel terminal. Leave 40 mm of space if the conductor diameter is less than or equal to 30 mm and 50 mm of space if the conductor diameter is greater than 30 mm, between the end of the aluminium sleeve and the shoulder of the steel terminal for extrusion. Make the first crimp on the tapered mouth of the aluminium sleeve. This locks the sleeve in place and inhibits extrusion of aluminium towards the test span. Proceed to crimp in the direction away from the span in small bites of 20 % of uncompressed metal. Stop crimping before the filler hole in the sleeve is reached; the steel terminal and core are too small to support the crimped aluminium sleeve in this region. Continue crimping towards the eye, on the other side of the terminal pad to lock the sleeve on to the expanded portion of the steel terminal.

B.4.4 The aluminium sleeve shall be oriented so that there is no interference with conductor movement during the test.

B.5 Test set-up

The test sample shall be supported in a trough over its full length and the trough adjusted so that the conductor will not lift by more than 10 mm when under tension. This shall be ascertained by measurement rather than by tensioning the conductor.

The distance between the clamp indicating the gauge length and the mouth of the terminal sleeve shall be monitored with a calliper during the test to ensure that, after the 85 % load cycle, when unloaded to the preload, it does not change by more than 1 mm from the value before the test. (During the test, the distance may change by more than 1 mm.) A resolution of 0,1 mm is adequate.

The conductor strain shall be evaluated from the measured displacements at the two ends of the gauge length of the conductor. The gauge reference targets shall be attached to the bolted clamps which lock the conductor wires together. Target plates may be used with dial gauges or displacement transducers and care shall be taken to position the plates perpendicular to the conductor. Twisting the conductor, lifting it and moving it from side to side by the maximum amounts expected during the test should introduce no more than 0,3 mm error in the reading.

B.6 Test loads for conductors

The loading conditions for stress-strain tests for conductors shall be as follows

– Load initially to 2 % of RTS (Rated Tensile Strength) to straighten the conductor. After straightening remove the load and set the strain gauges to zero at zero tension.

– For non-continuous stress-strain data recordings, take the strain readings at intervals of 2,5 % RTS rounded off to the nearest kN.

– Load to 30 % RTS and hold for 0,5 h. Take readings after 5, 10, 15 and 30 min during the hold period. Release to the initial load.

– Re-load to 50 % RTS and hold for 1 h. Take readings after 5, 10, 15, 30, 45 and 60 min. Release to the initial load.

– Re-load to 70 % RTS and hold for 1 h. Take readings after 5, 10, 15, 30, 45 and 60 min. Release to the initial load.

– Re-load to 85 % RTS and hold for 1 h. Take readings after 5, 10, 15, 30, 45 and 60 min. Release to the initial load.

– After the fourth application of load, again apply tension, increasing uniformly, until the actual breaking strength is reached. Simultaneous readings of tension and elongation shall be taken up to 85 % RTS at the same intervals as for previous loading.

– The rate of increase of load shall be uniform during testing. The time required to reach 30 % RTS should neither be less than 1 min nor more than 2 min. The same rate of loading shall thereafter be maintained throughout the tests.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.7 Test load for core only

The test shall consist of successive applications of load applied in a manner similar to that for the conductor at 30, 50, 70 and 85 % RTS.

The core shall be loaded until the elongation at the beginning of each hold period corresponds to that obtained on the conductor at 30, 50, 70 and 85 % RTS, respectively.

B.8 Stress-strain curves

Obtain the stress-strain curve by drawing a smooth line through the 0,5 and 1 h points at 30, 50, 70 and 85 % RTS loading. To obtain the typical curve, remove from the lower end the presence of any aluminium slack that can be related to any observed extrusion entering the span from the compression dead-ends. Adjust the typical curve to pass through zero. Both the laboratory and the typical stress-strain curves shall be submitted to the purchaser.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex C
(normative)

Nominal mass of grease for stranded conductors

C.1 General

When it is required to grease a bare conductor containing one or more gap(s), the mass of grease shall be calculated using the method given in this annex.

Since conductors containing one or more gap(s) have very little interstitial space between shaped wires used to create self-supporting layer(s), the mass of grease is calculated only for the round-wire layer(s), if present, the core layer(s), and the annular gap(s).

The total mass of grease per metre, in the conductor, M_T, is equal to the following sum:

$$M_T = M_{gL} + M_{gC} + M_{gG} \qquad \text{(Equation C.1)}$$

where

M_T is the total mass of grease in the conductor, in kg/m;

M_{gL} is the mass of grease in each round-wire layer, in kg/m;

M_{gC} is the mass of grease in the round-wire core, in kg/m;

M_{gG} is the mass of grease in each annular gap, in kg/m.

C.2 Calculation of mass of grease in round-wire-layer(s) (M_{gL})

The volume of void per unit length in a round-wire layer is given by the following equations (see Figure C.1):

$$L_V = \frac{\pi}{4}((D_e^2 - D_i^2) - nd^2) \qquad \text{(Equation C.2)}$$

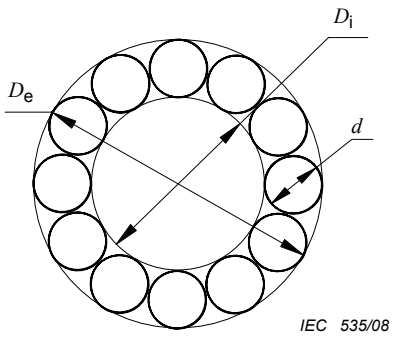


Figure C.1 – Illustration for calculation of mass of grease in round wire layer (s)

However,

$$D_e = D_i + 2d \qquad \text{(Equation C.3)}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Substituting Equation C.3 into Equation C.2 yields:

$$L_V = \frac{\pi d}{4}(4(D_i + d) - nd) \quad \text{(Equation C.4)}$$

where

D_e is the outside diameter of the round-wire layer, in m;

D_i is the inside diameter of the round-wire layer, in m;

d is the round-wire diameter, in m;

L_V is the volume of void per metre, in m^3/m;

n is the number of round wires in the layer.

The mass of grease in a round-wire layer is therefore:

$$Mg_L = f\rho L_V \quad \text{(Equation C.5)}$$

where

f is the fill factor, taken as 0,70 (unless otherwise indicated by the supplier);

M_{gL} is the mass of grease in round wire layer , in kg/m;

ρ is the mass density of the grease, typically 870 kg/m^3.

C.3 Calculation of mass of grease for core layer(s) (M_{gC})

The volume of void per unit length in the core is given by the following equations (see Figure C.2):

$$C_V = \frac{\pi}{4}(D_C^2 - n_C d^2) \quad \text{(Equation C.6)}$$

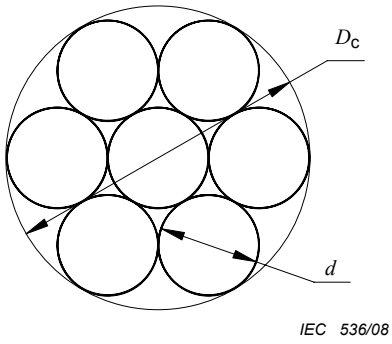


Figure C.2 – Illustration of calculation of mass of grease for core layer(s)

However,

$$D_C = md \quad \text{(Equation C.7)}$$

Substituting Equation C.7 into Equation C.6 yields:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

$$C_V = \frac{\pi}{4} d^2 (m^2 - n_C) \quad \text{(Equation C.8)}$$

where

C_V is the volume of void in the core per metre, in m^3/m;

D_C is the core diameter, in m;

d is the core wire diameter, in m;

m is the factor relating d to D_C (m = 1, 3, 5, …);

n_C is the number of round wires in the core.

The mass in the core is therefore:

$$MgC = f\rho C_V \quad \text{(Equation C.9)}$$

C.4 Calculation of mass of grease for annular gap(s) (M_{gG})

The volume of void per unit of length in the annular gap(s) is given by the following equation (see Figure C.3):

$$G_V = \frac{\pi}{4} (D_{Og}^2 - D_{Ig}^2) \quad \text{(Equation C.10)}$$

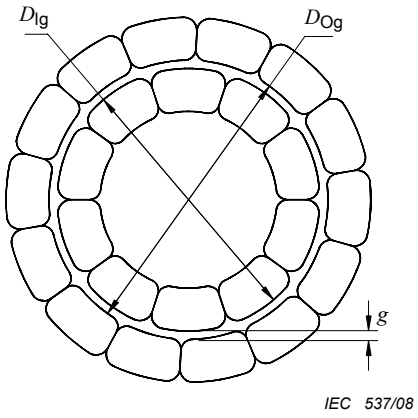


Figure C.3 – Illustration of calculation of grease for annular gap(s)

However,

$$D_{Og} = D_{Ig} + 2g \quad \text{(Equation C.11)}$$

Substituting Equation C.11 into Equation C.10 yields:

$$G_V = \pi g (D_{Ig} + g) \quad \text{(Equation C.12)}$$

where

G_V is the volume of void in each annular gap per metre, in m^3/m;

D_{Ig} is the inside diameter of the annular gap, in m;

D_{Og} is the outside diameter of the annular gap, in m;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

g is the annular gap, in m.

The mass of grease in each gap is therefore:

$$M_{gG} = f\rho_G V \quad \text{(Equation C.13)}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex D
(informative)

Alternate method of measuring the gap(s) within the conductor

The measurement method described herein is not suitable for greased gap conductors.

The sample for measurement of annular gap(s) shall be taken while the conductor is in the stranding equipment, under tension, half-way between the capstan and the take-up reel.

Two small holes, located approximately 200 mm apart, are drilled through the aluminium layer(s) to the core. A quick-setting epoxy-type compound is then injected in the holes and allowed to set.

This section of conductor is then removed and a shorter sample, polished at one end and encapsulated if necessary, is then examined on a microscope of at least 15 x magnification.

Two pairs of diametrically opposed gap measurements shall be taken, spaced approximately 90° apart, for each annular gap. The value of each annular gap is the arithmetic average of the four readings.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex E
(informative)

Recommended conductor sizes and tables of conductor properties

This annex contains recommended sizes for some conductor types listed in Table 1. It also contains all the conductor properties listed in the Table E.1.

The conductor sizes follow Renard Series R5, R10, R20, depending on the range of conductor size.

The use of Renard Series does not preclude other sizes to be designed and fabricated in accordance with this standard.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table E.1 – Properties of some A1G/S1A conductors with gaps

Designation	A1 Area	S1A wires		Conductor diameter	Linear mass			Rated tensile strength	DC resistance at 20°C
		n	Diameter		Al	S1A	Total		
---	mm^2	---	mm	mm	kg/km	kg/km	kg/km	kN	Ω/km
125/20-A1G1/S1A-149	125,2	7	1,91	14,9	342,6	156,7	499,3	43,5	0,2285
160/8-A1 G2/S 1A-162	160,0	1	3,19	16,2	440,8	62,2	502,9	35,2	0,1801
160/26-A1 G1/S 1A-166	160,2	7	2,16	16,6	438,3	200,4	638,7	55,6	0,1786
160/26-A1 G2/S 1A-177	160,4	7	2,16	17,7	443,1	200,4	643,5	57,3	0,1800
200/10-A1 G2/S 1A-184	200,1	1	3,57	18,4	551,3	77,9	629,2	43,0	0,1439
200/32-A1 G2/S 1A-201	200,1	7	2,41	20,1	552,5	249,5	802,0	69,4	0,1443
250/13-A1 G2/S 1A-203	250,2	1	3,99	20,3	689,3	97,3	786,6	53,8	0,1151
250/25-A1 G2/S 1A-213	250,5	7	2,13	21,3	691,1	194,9	886,0	69,3	0,1152
250/33-A1 G2/S 1A-217	250,2	7	2,43	21,7	690,6	253,7	944,2	77,0	0,1154
250/40-A1 G2/S 1A-221	250,6	7	2,70	22,1	692,0	313,2	1005	85,8	0,1152
315/16-A1 G2/S 1A-225	315,1	1	4,48	22,5	868,0	122,6	990,7	67,7	0,0914
315/32-A1 G2/S 1A-236	315,2	7	2,39	23,6	869,7	245,4	1115	86,2	0,0915
315/41-A1 G2/S 1A-240	314,8	7	2,73	24,0	869,0	320,2	1189	97,1	0,0917
315/50-A1 G2/S 1A-245	315.0	7	3,03	24,5	869,9	394,4	1264	105,9	0,0917
400/20-A1 G2/S 1A-253	400,5	7	1,91	25,3	1 104	156,7	1 261	87,6	0,0720
400/28-A1 G2/S 1A-257	400,3	7	2,26	25,7	1104	219,4	1323	96,1	0,0720
400/52-A1 G2/S 1A-264	400,0	7	3,08	26,7	1104	407,5	1512	121,4	0,0722
400/64-A1 G2/S 1A-272	399,9	7	3,41	27,2	1105	499,5	1604	134,3	0,0722
450/23-A1 G2/S 1A-264	450,1	7	2,02	26,7	1240	175,3	1416	98,3	0,0640
450/32-A1 G2/S 1A-271	450,5	7	2,39	27,1	1242	245,4	1488	107,9	0,0640
450/59-A1 G2/S 1A-282	450,3	7	3,26	28,2	1243	456,5	1700	136,3	0,0641
500/25-A1 G2/S 1A-296	500,2	7	2,13	29,6	1382	194,9	1576	109,3	0,0576
500/35-A1 G2/S 1A-285	500,3	7	2,52	28,5	1380	272,8	1652	119,9	0,0576
500/65-A1 G2/S 1A-296	499,8	7	3,44	29,6	1380	508,3	1888	151,5	0,0578
560/28-A1 G2/S 1A-311	560,1	7	2,26	31,1	1545	219,4	1765	121,6	0,0515
560/39-A1 G2/S 1A-316	562,3	7	2,67	31,6	1552	306,2	1858	134,6	0,0513
560/73-A1 G2/S 1A-326	559,1	7	3,64	32,6	1544	569,2	2113	169,6	0,0517
630/32-A1 G2/S 1A-329	629,9	7	2,39	32,9	1738	245,4	1983	136,6	0,0458
630/44-A1 G2/S 1A-333	630,6	7	2,83	33,3	1 740	344,0	2 084	151,1	0,0458
630/82-A1 G2/S 1A-345	630,1	19	2,34	34,5	1 740	640,6	2 381	194,0	0,0458

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 32
1 Domaine d'application 34
2 Références normatives 34
3 Termes et définitions 35
4 Système de désignation 36
5 Exigences relatives aux conducteurs câblés 37
5.1 Matériaux 37
5.2 Dimensions des conducteurs 37
5.3 Surface 37
5.4 Câblage 37
5.4.1 Généralités 37
5.4.2 Rapport de câblage pour les fils de l'âme 37
5.4.3 Rapport de câblage pour le ou les couches(s) d'aluminium 37
5.4.4 Raccordements 38
5.4.5 Masse linéaire 38
5.4.6 Résistance du conducteur 39
6 Essais 39
6.1 Classification des essais 39
6.2 Essais de type 39
6.2.1 Longueur de l'échantillon exigé 39
6.2.2 Raccordement des fils en aluminium 39
6.2.3 Interstice annulaire(s) 40
6.2.4 Courbes de contrainte-déformation 40
6.2.5 Résistance à la rupture du conducteur 40
6.2.6 Courbes de fluage 40
6.3 Essais sur échantillon 40
6.3.1 Surface de la section droite 41
6.3.2 Diamètre extérieur 41
6.3.3 Masse linéaire 42
6.3.4 Aspect de surface 42
6.3.5 Rapport de câblage et sens de câblage 42
6.3.6 Résistance à la rupture des fils après câblage (si demandée) 42
6.3.7 Inclinaison du fil de la couche extérieure (si demandée). 42
7 Contrôle 43
7.1 Emplacement d'essai 43
7.2 Acceptation ou refus 43
8 Emballage et marquage 43
8.1 Emballage 43
8.2 Marquage et tare 43
8.3 Longueurs aléatoires 44
Annexe A (normative) Informations à fournir par l'acheteur 48
Annexe B (normative) Méthode d'essai de contrainte-déformation 49
Annexe C (normative) Masse nominale de graisse des conducteurs câblés 52
Annexe D (informative) Méthode alternative de mesure de ou des interstice(s) à l'intérieur du conducteur 56

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe E (informative) Dimensions recommandées et tableaux de propriétés des conducteurs 57

Figure 1 – Exemples de conducteurs contenant un ou plusieurs interstices 46
Figure 2 – Méthode de mesure de l'inclinaison des fils 47
Figure C.1 – Illustration pour le calcul de la masse de graisse dans la couche à fil rond 52
Figure C.2 – Illustration pour le calcul de la masse de graisse pour le ou les couche(s) de base 53
Figure C.3 – Illustration pour le calcul de la graisse pour le ou les interstice(s) annulaire(s) 54

Tableau 1 – Nombre autorisées de combinaisons de métaux 45
Tableau 2 – Nombre de joints autorisés dans les fils en aluminium 46
Tableau 3 – Coefficients d'augmentation normalisés résultant du câblage 46
Tableau E.1 – Propriétés pour quelques conducteurs de type A1G/S1A avec interstices 58

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

CONDUCTEURS POUR LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES CÂBLÉS EN COUCHES CONCENTRIQUES COMPRENANT UN OU PLUSIEURS INTERVALLES

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses publications.
6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 62420 a été établie par le Comité d'études 7: Conducteurs pour lignes électriques aériennes.

Cette version bilingue (2009-04) remplace la version monolingue anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 7/587/FDIS et 7/588/RVD.

Le rapport de vote 7/588/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI à l'adresse suivante: "http://webstore.iec.ch", dans les données liées à la publication spécifique. A cette date, la publication sera:

- reconduite,
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONDUCTEURS POUR LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES CÂBLÉS EN COUCHES CONCENTRIQUES COMPRENANT UN OU PLUSIEURS INTERVALLES

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale spécifie les caractéristiques électriques et mécaniques des conducteurs pour lignes électriques aériennes, câblés en couches concentriques comprenant une ou plusieurs couches d'aluminium ou d'alliage d'aluminium autoporteuses comme représentées à la Figure 1, constituées de combinaisons de l'un des câbles métalliques suivants:

a) aluminium écroui dur selon la CEI 60889, désigné A1;

b) alliage d'aluminium de type A ou B selon la CEI 60104, désigné A2 ou A3;

c) type d'alliage d'aluminium résistant à la chaleur selon la CEI 62004, désigné AT1, AT2, AT3 ou AT4;

d) acier à résistance normale selon la CEI 60888, désigné S1A ou S1B;

e) acier à haute résistance selon la CEI 60888, désigné S2A ou S2B;

f) acier à très haute résistance selon la CEI 60888, désigné S3A

g) acier revêtu d'aluminium selon la CEI 61232, désigné 20SA, 27SA, 30SA ou 40SA.

NOTE Cette norme couvre la construction de conducteurs auto-amortisseurs, ainsi que les conducteurs à interstice. Bien que les deux types de conducteurs aient une caractéristique de conception commune et la présence d'un ou de plusieurs interstice(s) entre les couches, ils sont destinés à des fins différentes. Les conducteurs auto-amortissants (SDC: *Self-damping conductors*) peuvent avoir plus d'un interstice pour offrir un auto-amortissement plus important, alors que les conducteurs à interstice sont conçus de manière à permettre aux couches d'aluminium de glisser librement par dessus le noyau lors de l'installation, et par conséquent, il n'est pas nécessaire, généralement, d'avoir plus d'un interstice.

Les différentes combinaisons de métal autorisées par la présente norme doivent être conformes au Tableau 1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60104:1987, *Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs de lignes aériennes*

CEI 60888:1987, *Fils en acier zingué pour conducteurs câblés*

CEI 60889:1987, *Fils d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes*

CEI 61232:1993, *Fils d'acier revêtus d'aluminium pour usages électriques*

CEI 61395:1998, *Conducteurs pour lignes électriques aériennes – Procédures d'essai de fluage pour conducteurs câblés*

CEI 62004:2007, *Thermal resistant aluminium alloy wire for overhead line conductors* (disponible en anglais seulement)

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions suivants s'appliquent.

3.1
aluminium
tous les types d'aluminium et d'alliage d'aluminium listés à l'Article 1

3.2
interstice annulaire
espace constant, vide de tout matériel, sauf pour l'air ou la graisse, entre deux couches d'un conducteur

3.3
inclinaison
phénomène par lequel un fil à section non circulaire est torsadé par rapport à son axe, produisant ainsi une protubérance en dehors de la couche

3.4
conducteur
matériau destiné à transporter du courant électrique et constitué de plusieurs fils, sans isolation entre eux, câblés ensemble

3.5
conducteur câblé à couches concentriques
conducteur composé d'une âme centrale recouverte par une ou plusieurs couches successives de fils enroulés en hélice de sens alternés

3.6
sens de câblage
sens de rotation d'une couche de fils quand on s'éloigne de l'observateur, avec un câblage à droite s'il va dans le sens des aiguilles d'une montre et un câblage à gauche s'il va dans le sens contraire des aiguilles d'une montre

3.7
fil de diamètre équivalent
diamètre d'un fil rond qui aurait la même surface de section droite que celle d'un fil à section non circulaire donné

3.8
fil à section non circulaire
brin de métal tréfilé ou laminé ayant une section droite constante non circulaire

3.9
couche
ensemble de fils situé à une distance radiale constante à partir du centre du conducteur

3.10
pas de câblage
longueur axiale d'une spire complète de l'hélice formée par un fil individuel d'un conducteur câblé

3.11
rapport de câblage
rapport entre le pas de câblage et le diamètre extérieur de la couche correspondante des fils dans le conducteur câblé

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.12
lot
ensemble de conducteurs fabriqués par un même producteur dans des conditions de production semblables

NOTE Un lot peut être constitué de tout ou partie de la quantité achetée.

3.13
nominal
nom ou valeur de référence d'une propriété mesurable par lequel ou par laquelle un conducteur ou un composant de conducteur est identifié et auquel ou à laquelle des tolérances sont appliquées

NOTE Il convient que les valeurs nominales soient les valeurs visées.

3.14
résistance assignée à la traction
valeur calculée de la charge de traction maximale à laquelle un conducteur peut être soumis avant la rupture d'un ou de plusieurs de ses fils constitutifs

3.15
fil rond
brin de métal tréfilé ayant une section droite circulaire constante

3.16
couche autoporteuse
couche constituée de fils à section non circulaire qui sont conçus de manière à ne pas reposer sur la couche sous-jacente pour supporter de support

4 Système de désignation

Un système de désignation est utilisé pour identifier les conducteurs câblés contenant un ou plusieurs intervalle(s). Les conducteurs sont désignés AxGy/Syz ou AxGy/SA où Ax identifie les fils extérieurs (ou l'enveloppe), Gy dénote la présence et le nombre d'interstice(s) annulaire(s) entre deux ou plusieurs couches, et Syz et SA identifient l'âme d'acier. Dans la désignation des fils revêtus de zinc, « y » représente le type d'acier (ordinaire, à haute résistance ou à très haute résistance) et « z » représente la classe du revêtement de zinc (A ou B).

Les conducteurs sont identifiés comme suit:

a) un numéro de code donnant la section conductrice équivalente à A1 exprimée en mm^2;

b) un numéro de code donnant la section du matériau de l'âme en mm^2;

c) une désignation identifiant le type de fils constituant le conducteur conformément au second alinéa de cet article. La première désignation (Ax) s'applique à l'enveloppe, la deuxième désignation (Gy) s'applique à la présence et au nombre d'interstice annulaire(s), et la troisième désignation (Syz ou SA) s'applique à l'âme;

d) un numéro de code désignant le diamètre de sortie du conducteur.

Exemple: 400/66-A1G2/S1A-274: Un conducteur de 400 mm^2 A1 et 66 mm^2 S1A (acier de résistance normale), contenant deux interstices annulaires, avec un diamètre extérieur nominal de 27,4 mm (274 $\times$ 0,1).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5 Exigences relatives aux conducteurs câblés

5.1 Matériaux

Les conducteurs câblés doivent être constitués de fils en aluminium de section circulaire ou non et d'acier zingués ou de fils recouverts d'aluminium. Avant le câblage tous les fils doivent avoir les propriétés spécifiées dans les Normes Internationales figurant à l'Article 2.

5.2 Dimensions des conducteurs

Une liste des dimensions des conducteurs est donnée à titre indicatif à l'Annexe E. Les conducteurs pour lignes aériennes de conceptions existantes ou établies ainsi que de dimensions et de câblage exclus de la présente norme peuvent être conçus et fournis comme convenu entre le fabricant et l'acheteur, et les exigences de la présente norme doivent s'appliquer.

5.3 Surface

La surface du conducteur doit être exempte de toutes les imperfections visibles à l'œil nu (lentilles correctives normales acceptées), tels que les entailles, les empreintes, etc, contraires aux bonnes pratiques commerciales.

5.4 Câblage

5.4.1 Généralités

Tous les fils des conducteurs doivent être câblés de manière concentrique. Avant le câblage, l'aluminium et les fils de l'âme doivent avoir une température approximativement uniforme.

Les couches de fils adjacentes doivent être câblées avec des sens de câblage inverses. Le sens de câblage des brins de la couche extérieure doit être à droite sauf si spécifiquement indiqué dans l'ordre d'achat.

5.4.2 Rapport de câblage pour les fils de l'âme

Les rapports de câblage pour les couches à fils en acier zingués (galvanisés) ou à fils recouverts d'aluminium doivent être comme suit:

a) le rapport de câblage pour la couche à six brins de l'âme ne doit pas être inférieure à 16 ni supérieure à 26;

b) le rapport de câblage pour les couches de base ne doit pas être inférieur à 14 ni supérieur à 22. The lay ratio of subsequent layer(s) shall be not greater than the lay ratio of the core layer immediately beneath it.

Tous les brins de l'âme doivent se situer naturellement dans leur position dans le noyau câblé, et où le noyau est sectionné, les extrémités de fil doivent rester dans leur position ou être facilement replacés à la main et ensuite demeurer approximativement dans la même position.

5.4.3 Rapport de câblage pour le ou les couches d'aluminium

Les rapports de câblage pour le ou les couches d'aluminium doivent être comme suit:

a) le rapport de câblage pour la couche extérieure des fils en aluminium ne doit pas être inférieur à 10 ni supérieur à 14;

b) les rapports de câblage pour les couches intérieures des fils en aluminium ne doivent pas être inférieurs à 10 ni supérieurs à 16;

c) le rapport de câblage de toute couche en aluminium ne doit pas être supérieur au rapport de câblage de la couche en aluminium immédiatement en dessous d'elle.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les fils en aluminium qui composent la couche extérieure du conducteur doivent rester naturellement dans leur position, et là où le conducteur est sectionné, ils doivent demeurer en place ou être facilement repositionnés à la main et ensuite demeurer approximativement dans leur position.

5.4.4 Raccordements

Aucun raccordement, de quelque nature que ce soit, ne doit être réalisé dans le ou les fils de l'âme pendant le câblage.

Il ne doit y avoir aucun joint dans le fil en aluminium fini avant le câblage.

Pendant le câblage, aucune soudure de fil d'aluminium ne doit être faite pour atteindre la longueur de câble exigée.

Des raccordements sont autorisés pour les ruptures inévitables de fils d'aluminium durant le câblage à condition que ces ruptures ne soient associées ni à un défaut inhérent au fil ni à l'usage de longueurs courtes de fils d'aluminium. Les soudures doivent être conformes à la géométrie du fil d'origine, c'est-à-dire que les soudures doivent être ébavurées pour obtenir une forme équivalente à celle du fil mère et ne doivent pas présenter d'irrégularités.

Pour les fils d'aluminium, le nombre de soudures ne doit pas excéder les valeurs données au Tableau 2. Toute soudure doit être distante d'au moins 15 m d'une autre soudure sur le même fil ou sur tout autre fil d'aluminium du conducteur.

Les soudures doivent être réalisées par soudure électrique, soudure électrique refoulée à froid, soudure à froid par pression (voir Note 1) ou toute autre méthode approuvée. Ces soudures doivent être réalisées en conformité avec les bonnes pratiques commerciales. Le premier type de soudure doit être recuit électriquement sur environ 250 mm de chaque côté de la soudure.

Il n'est pas exigé que les soudures spécifiées dans le présent article aient les caractéristiques du fil d'origine (voir Note 2). Cependant, la résistance mécanique à la rupture ne doit pas être inférieure à 75 MPa pour les soudures électriques recuites, et à 130 MPa pour les soudures à froid par pression et pour les soudures électriques refoulées à froid. Le fabricant doit démontrer que la méthode de soudure proposée permet d'obtenir les charges de rupture exigées.

NOTE 1 Certains pays exigent que le recuit des soudures à froid par pression soit réalisé pour les matériaux A2 ou A3.

NOTE 2 Le comportement de soudures de fils correctement espacées dans des conducteurs câblés est lié à la fois à la résistance à la rupture et à l'allongement. En raison de meilleures propriétés d'allongement, la plus faible résistance d'une soudure électrique recuite donne des performances globales semblables à celles d'une soudure à froid ou d'une soudure électrique refoulée à froid.

5.4.5 Masse linéaire

Les masses indiquées dans le Tableau E.1 de l'Annexe E ont été calculées pour chaque section et câblage de conducteur en utilisant les densités des fils d'aluminium de fils recouvert d'aluminium et des fils en acier zingué figurant dans les normes indiquées à l'Article 2, les coefficients d'augmentation indiqués au Tableau 3 et les sections droites des fils en aluminium et les fils de l'âme, basées sur leurs diamètres théoriques non arrondis.

Les coefficients d'augmentation de masse due au câblage, exprimés en pourcentage, basés sur les rapports moyens de câblage indiqués en 5.4.2 et 5.4.3, doivent être ceux du Tableau 3. Si une plus grande précision s'avère nécessaire, les rapports de pas de câblage réels peuvent être utilisés pour calculer ces coefficients.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Lorsqu'un conducteur doit être graissé, la masse nominale de graisse doit être calculée selon la méthode décrite à l'Annexe C.

5.4.6 Résistance du conducteur

La résistance assignée à la traction à température ambiante des conducteurs composites doit être égale à la somme de la résistance à la traction de la partie en aluminium plus la résistance de l'âme correspondant à un allongement compatible avec celui de l'aluminium au moment de sa rupture. Pour les besoins pratiques et la spécification d'une valeur, la résistance de l'acier et de l'acier recouvert d'aluminium est prise, par défaut, comme égale à la charge correspondant à un allongement de 1 % sur une éprouvette de 250 mm de longueur.

La charge de rupture d'un fil unique est le produit de sa section nominale par la contrainte minimale à la rupture indiquée dans les normes mentionnées à l'Article 2.

6 Essais

6.1 Classification des essais

Les essais de type sont destinés à vérifier les caractéristiques principales d'un conducteur, caractéristiques qui dépendent essentiellement de sa conception. Ils sont effectués une seule fois, soit pour une nouvelle conception, soit pour un nouveau procédé de fabrication de ce conducteur et refaits ultérieurement uniquement en cas de changement de conception, ou de procédé de fabrication.

Les essais sur échantillons sont destinés à garantir la qualité des conducteurs et leur conformité aux exigences de la présente norme.

6.2 Essais de type

Les essais de type ne doivent être effectués que sur un conducteur qui satisfait à toutes les exigences des essais sur échantillons.

Les essais de type se composent comme suit:

a) soudures des fils d'aluminium;

b) interstice (espace) annulaire(s);

c) courbe de contrainte-déformation;

d) résistance à la rupture du conducteur;

e) courbes de fluage.

6.2.1 Longueur de l'échantillon exigé

La longueur de l'échantillon nécessaire aux essais de traction et de contrainte-déformation doit être d'au moins 400 fois le diamètre du conducteur sans être inférieure à 10 m.

La longueur d'échantillon indiquée dans le présent paragraphe est la longueur minimale permettant une bonne précision des courbes de contrainte-déformation. Lorsque le fabricant peut prouver qu'une longueur plus courte permet d'obtenir une aussi bonne précision tout en donnant satisfaction à l'acheteur avec de bons résultats comparatifs, des échantillons plus courts peuvent être utilisés.

6.2.2 Raccordement des fils en aluminium

Le fabricant doit démontrer à l'acheteur que le procédé utilisé pour raccorder les fils d'aluminium permet d'obtenir les résistances exigées en 5.4.4 en communiquant des résultats d'essais récents ou en réalisant les essais nécessaires.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.2.3 Interstice annulaire(s)

La méthode de mesure de ou des interstices annulaires doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant. Les mesures peuvent être faites directement sur l'extérieur et l'intérieur du diamètre de la couche concernée ou en variante, la méthode décrite dans l'Annexe D doit être utilisée.

Lorsqu'elle est mesurée conformément au présent paragraphe, la valeur de l'interstice annulaire ne doit pas varier de plus de +0,15 mm et être inférieure à –0,25 mm de la valeur indiquée par le fournisseur.

6.2.4 Courbes de contrainte-déformation

Les courbes de contrainte-déformation doivent être fournies en tant qu'essai de type lorsqu'elles sont demandées par l'acheteur et doivent représenter la meilleure connaissance du comportement en charge du conducteur acheté.

Si cela a fait l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur lors de la commande, les essais de contrainte-déformation doivent être réalisés sur le conducteur et sur l'âme conformément à la méthode décrite dans l'Annexe B.

6.2.5 Résistance à la rupture du conducteur

La résistance à la rupture des conducteurs doit être déterminée par traction du conducteur sur un banc d'essai adapté ayant une précision d'au moins ±1 %. Il est recommandé que la vitesse d'accroissement de la charge soit conforme à B.6. Pour réaliser cet essai, des raccords appropriés doivent être installés aux extrémités des échantillons de conducteur. Durant cet essai, la résistance à la rupture du conducteur doit être déterminée par la charge atteinte au moment de la rupture d'un ou de plusieurs brins du conducteur. Un contre-essai – ou jusqu'à trois essais au total **–** peut être fait si la rupture du brin est située à moins de 10 mm d'un raccord alors que l'effort n'a pas atteint la résistance à la rupture exigée.

Lorsque des essais de résistance à la rupture du conducteur sont demandés, aucune rupture de brins ne doit survenir avant d'atteindre 95 % de la charge correspondant à la charge de rupture assignée selon 5.4.6.

Si cela est nécessaire, l'essai de résistance à la rupture de l'âme doit être réalisé conformément au présent paragraphe.

6.2.6 Courbes de fluage

Les courbes de fluage doivent être fournies en tant qu'essais de type lorsqu'elles sont demandées par l'acheteur et doivent représenter la meilleure connaissance du comportement en charge du conducteur acheté.

Si cela a fait l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur lors de la commande, les essais de fluage doivent être réalisés sur le conducteur conformément à la CEI 61395.

6.3 Essais sur échantillon

Les essais sur échantillon se composent comme suit:

a) sur fil avant câblage: selon les normes de fil applicables;
b) sur le conducteur complet:
   – surface de la section
   – diamètre extérieur
   – masse linéaire

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

- aspect de surface
- rapport de câblage et sens de câblage
- résistance de rupture des fils après câblage (si demandée)
- inclinaison de fil sur la couche extérieure (si demandée).

Les échantillons pour les essais décrits en a) doivent être prélevés avant câblage et soumis aux essais conformément aux normes listées à l'Article 2.

Les échantillons pour les essais décrits en b) doivent être prélevés au hasard à l'extrémité de 10 % des tourets du conducteur. Toutefois, le contrôle de l'aspect de surface du conducteur doit être effectué sur tous les tourets avant la mise en place du revêtement protecteur.

Les échantillons destinés aux essais des fils après câblage, lorsqu'ils sont demandés, sont constitués de longueurs de conducteur de 1,5 m, coupées à l'extrémité des bobines ou des tourets de conducteurs.

6.3.1 Surface de la section droite

La surface de la section droite du conducteur doit être prise comme la somme des surfaces des fils composant le conducteur. La surface de la section d'un brin rond doit être basée sur les mesures faites en conformité avec 6.3.1.1. La surface de la section d'un brin à section non circulaire doit être basée sur les mesures faites en conformité avec 6.3.1.2.

6.3.1.1 Fils à section circulaire

Le diamètre d'un brin rond doit inclure le revêtement métallique, le cas échéant, et doit être mesuré en utilisant un micromètre à faces planes pour l'enclume et pour la touche, gradué pour lire le centième de millimètre. Le diamètre en millimètres doit être la moyenne de trois mesures de diamètre, chacune de ces mesures correspond à la moyenne des lectures maximale et minimale situées près de chacune des extrémités et au centre de l'échantillon.

Lorsque le diamètre est mesuré en conformité avec le présent paragraphe, la section droite ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de ±2 % pour chaque échantillon et de plus de ±1,5 % pour la moyenne de quatre mesures dont les positions sont choisies au hasard avec un espacement minimal de 200 mm.

6.3.1.2 Fils à section non circulaire

Le diamètre équivalent d'un fil à section non-circulaire doit être obtenu à partir des mesures de la masse réalisées sur un échantillon d'au moins 1 m de longueur et sa densité telle que définie dans la norme appropriée listée à l'Article 2.

Lorsque le diamètre est mesuré en conformité avec le présent paragraphe, la section droite ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de ±2 % pour chaque échantillon et de plus de ±1,5 % pour la moyenne de quatre échantillons dont les positions sont choisies au hasard sur les bobines après la configuration.

6.3.2 Diamètre extérieur

Le diamètre du conducteur doit être mesuré à mi-chemin entre la filière et le cabestan de tirage de la câbleuse. Les mesures doivent être faites avec un micromètre gradué pour lire le centième de millimètre 0,01 mm. Le diamètre doit être la moyenne de deux lectures, arrondies au centième de millimètre, prises en un même point orthogonalement.

Lorsque la mesure du diamètre est faite en conformité avec le présent paragraphe, le diamètre du conducteur ne doit pas varier de plus de ±1 % pour les diamètres de plus de ou égaux à 10 mm, et ne pas varier de plus de ±0,1 mm pour les diamètres inférieurs à 10 mm.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Le but de la mesure sous tension, est de s'assurer que toutes les couches sont placées sur la couche externe. Ainsi, d'autres moyens de mesure, par exemple sur un échantillon coupé, sont possibles.

6.3.3 Masse linéaire

La masse linéaire du conducteur doit être déterminée en utilisant un appareillage capable d'atteindre une précision de ± 0,1 %.

La masse de graisse dans un conducteur doit être déterminée à partir de la différence entre la masse du conducteur graissé et sa masse après le retrait de la graisse. La masse de la graisse doit correspondre au moins aux valeurs minimales spécifiées à l'Annexe C. En cas de non-conformité avec les valeurs de l'Annexe C, le fabricant doit démontrer que la masse de graisse est suffisante pour atteindre son utilisation prévue.

Lorsqu'elle est mesurée en conformité avec le présent paragraphe, la masse du conducteur par unité de longueur sans graisse ne doit pas varier de sa valeur nominale de plus de ±2 %. En cas de non-conformité avec les valeurs nominales, les rapports de câblage réels peuvent être utilisés.

6.3.4 Aspect de surface

La surface du conducteur doit être conforme aux exigences de 5.3.

6.3.5 Rapport de câblage et sens de câblage

Le rapport de câblage de chaque couche du conducteur doit être déterminé par le rapport de la mesure du pas de câblage de la couche à celle du diamètre extérieur de cette même couche.

Lorsque cela est fait conformément au présent paragraphe, les valeurs obtenues doivent être conformes aux exigences de 5.4. En outre, le sens de câblage de chaque couche doit être noté et doit également être conforme aux exigences de 5.4.

6.3.6 Résistance à la rupture des fils après câblage (si demandée)

Lorsqu'ils sont exigés, les essais de résistance à la rupture doivent être faits sur des fils prélevés sur des conducteurs après câblage. La longueur de fil nécessaire aux essais doit être prélevée de l'échantillon du conducteur et doit être retirée de sa position, et redressée; on prendra soin dans toute la mesure du possible de ne pas l'allonger.

La surface de la section droite du fil est déterminée à partir des mesures de diamètres effectuées selon la méthode décrite en 6.3.1.1 et 6.3.1.2. Le fil redressé doit être installé sur une machine d'essai de traction adaptée. La charge doit être appliquée progressivement avec une vitesse d'écartement des mors de la machine d'essai non inférieure à 25 mm/min ni supérieure à 100 mm/min.

Lorsque que les essais sont réalisés conformément au présent paragraphe, la charge de rupture des fils divisée par la surface de la section droite du fil ne doit pas être inférieure à 95 % de la contrainte spécifiée avant câblage (les 5 % de réduction prennent en compte la manutention et la torsion des fils au cours du câblage.)

6.3.7 Inclinaison du fil de la couche extérieure (si demandée)

Cet essai est destiné aux conducteurs qui doivent être utilisés pour la réduction des vibrations éoliennes et pour lesquelles la couche extérieure est composée de fils à section non circulaire.

L'inclinaison du fil doit être mesurée sur la couche externe du conducteur (comme le montre la Figure 2). La valeur de l'inclinaison du fil doit être mesurée alors que le conducteur est

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

dans la câbleuse, sous tension, à mi-chemin entre le cabestan et la filière. L'inclinaison de fil doit être mesurée sur chaque fil avec une jauge d'épaisseur et enregistrée.

Lorsque que les mesures sont réalisées conformément au présent paragraphe, l'inclinaison maximale pour tout fil ne doit pas être supérieure à 0,5 mm.

7 Contrôle

7.1 Emplacement d'essai

Tous les essais et les contrôles doivent être réalisés à l'usine du fabricant avant l'expédition, sauf s'il y a un accord mutuel entre l'acheteur et le fabricant au moment de l'achat, et doivent être réalisés de manière à ne pas entraver inutilement le travail du constructeur. Le fabricant doit mettre à la disposition du contrôleur, représentant l'acheteur, tous les moyens d'essais nécessaires et suffisants pour qu'il puisse s'assurer que le produit est conforme à la présente norme.

Quand le contrôle doit être effectué par l'acheteur avant expédition, tous les essais doivent être réalisés dans les 10 jours après réception d'une notification par l'acheteur que le matériel est prêt pour les essais; le matériel doit être accepté ou rejeté à l'usine du fabricant. Si l'acheteur n'a pas de représentant présent à l'usine du fabricant pour essayer le matériel à l'expiration des 10 jours, le fabricant doit faire les essais nécessaires et fournir à l'acheteur, à sa demande, des copies officielles des résultats d'essais. L'acheteur doit accepter ou rejeter la marchandise selon les résultats de ces essais. En variante, le fabricant peut fournir des résultats d'essais appropriés si ces essais ont déjà été effectués durant la production.

7.2 Acceptation ou refus

Lorsqu'un échantillon à l'essai ne satisfait pas à l'une quelconque des exigences de la présente norme, le lot représenté par l'échantillon doit être refusé.

Si un lot est ainsi refusé, le fabricant doit avoir le droit d'essayer, une fois seulement, chacun des tourets de conducteurs du lot et de présenter à l'acceptation ceux qui répondent aux exigences.

8 Emballage et marquage

8.1 Emballage

Le conducteur doit être convenablement protégé contre les dommages qui peuvent se produire lors de manipulations normales et du transport.

NOTE Il convient que les éléments suivants fassent l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur au moment de la commande ou le plus tôt possible:

– le type, la taille de l'emballage et la méthode d'emballage;

– les exigences relatives à la taille de l'emballage et du trou d'axe du touret et également l'accessibilité du bout intérieur du conducteur pour une mise à la terre lorsque les conditions de déroulage imposent des mesures particulières.

Si nécessaire, afin d'empêcher le mouvement différentiel des couches au cours de manipulations ultérieures, l'extrémité de déplacement du conducteur sur le touret doit être correctement fixée par une méthode adéquate.

8.2 Marquage et tare

Les poids brut et net, la tare, la longueur (ou le nombre et la longueur, si plusieurs longueurs sont acceptées sur un même touret), la désignation et toute autre identification nécessaire doivent être convenablement indiqués à l'intérieur de l'emballage. Ces mêmes informations,

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

avec le numéro de l'ordre d'achat, le numéro de série du fabricant (s'il existe) ainsi que tout marquage d'expédition et autres informations doivent apparaître à l'extérieur de chaque emballage.

8.3 Longueurs aléatoires

Les longueurs aléatoires de conducteurs, inévitables lors de la fabrication, ne doivent pas excéder 5 % du total de la commande, à condition qu'aucune d'elles ne soit inférieure à 50 % de la longueur contractuelle.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 1 – Combinaisons de métaux autorisées

Enveloppe (fils extérieurs)	Âme (fils intérieurs)			
	S1A, S1B	**S2A, S2B**	**S3A**	**20SA, 27SA 30SA, 40SA**
A1	A1G/S1A, A1G/S1B	A1G/S2A, A1G/S2B	A1G/S3A	A1G/20SA, A1G/27SA, A1G/30SA, A1G/40SA
A2	A2G/S1A, A2G/S1B	A2G/S2A, A2G/S2B	A2G/S3A	A2G/20SA, A2G/27SA, A2G/30SA, A2G/40SA
A3	A3G/S1A, A3G/S1B	A3G/S2A, A3G/S2B	A3G/S3A	A3G/20SA, A3G/27SA, A3G/30SA, A3G/40SA
AT1	AT1G/S1A, AT1G/S1B	AT1G/S2A, AT1G/S2B	AT1G/S3A	AT1G/20SA, AT1G/27SA, AT1G/30SA, AT1G/40SA
AT2	AT2G/S1A, AT2G/S1B	AT2G/S2A, AT2G/S2B	AT2G/S3A	AT2G/20SA, AT2G/27SA, AT2G/30SA, AT2G/40SA
AT3	AT3G/S1A, AT3G/S1B	AT3G/S2A, AT3G/S2B	AT3G/S3A	AT3G/20SA, AT3G/27SA, AT3G/30SA, AT3G/40SA
AT4	AT4G/S1A, AT4G/S1B	AT4G/S2A, AT4G/S2B	AT4G/S3A	AT4G/20SA, AT4G/27SA, AT4G/30SA, AT4G/40SA

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 2 – Nombre de joints autorisés dans les fils en aluminium

Nombre de couches d'aluminium	Raccordements permis par longueur de conducteurs
1	2
2	3
3	4
4	5

Tableau 3 – Coefficients d'augmentation[a] normalisés résultant du câblage

Câblage de conducteur		Coefficients d'augmentation (%)	
Numéro de ou des couches dans l'enveloppe	Nombre de fil(s) dans l'âme	Masse et résistance électrique de l'enveloppe	Masse de l'âme
1	1	1,5	---
2	1	2,0	---
3	1	2,5	---
1	7	1,5	0,43
2	7	2,0	0,43
3	7	2,5	0,43
1	19	1,5	0,77
2	19	2,0	0,77
3	19	2,5	0,77

[a] Ces coefficients ont été calculés en prenant des rapports de câblage moyens pour chaque couche applicable de l'âme ou de l'enveloppe.

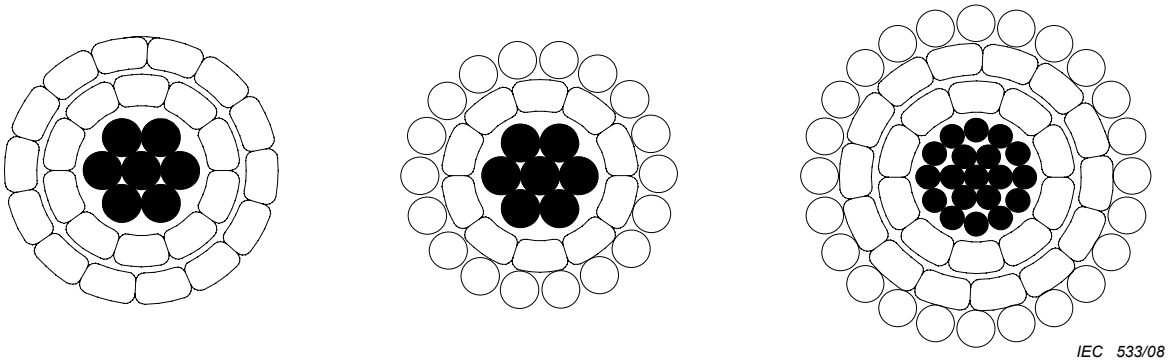


Figure 1 – Exemples de conducteurs contenant un ou plusieurs interstices

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

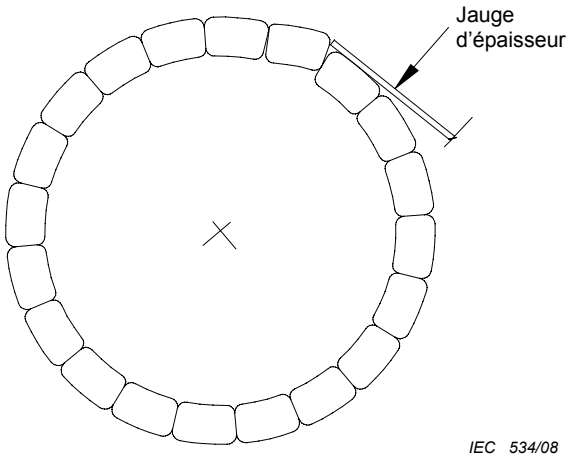


Figure 2 – Méthode de mesure de l'inclinaison des fils

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe A
(normative)

Informations à fournir par l'acheteur

En réalisant une enquête ou en passant une commande, l'acheteur doit fournir les informations suivantes:

a) la quantité de conducteurs;
b) la section droite et la désignation;
c) la longueur de conducteur par touret, la tolérance et, le cas échéant, l'adaptation des longueurs de conducteur;
d) le type et la taille de l'emballage ainsi que la méthode d'emballage;
e) les exigences spéciales d'emballage, si nécessaire;
f) les exigences de douvage, si nécessaire;
g) si le contrôle est exigé et le lieu de contrôle;
h) si des essais sur fils après câblage sont exigés;
i) si des essais sur l'inclinaison de fil sont exigés;
j) si des essais de résistance à la rupture sur le conducteur sont exigés;
k) si des essais de contrainte-déformation sont exigés;
l) si des essais de fluage sont exigés;
m) si une préparation spéciale de l'extrémité est exigée;
n) les exigences concernant la graisse, si nécessaire (type, propriétés, etc.);

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe B
(normative)

Méthode d'essai de contrainte-déformation

B.1 Longueur de l'échantillon

Une longueur de conducteur, telle qu'elle est définie en 6.2.1, doit être essayée pour obtenir des courbes de contrainte-déformation représentatives.

B.2 Température d'essai

La température de l'échantillon doit être notée et ne doit pas varier de plus de ±2 °C pendant l'essai. La température doit être lue au début et à la fin de chaque période de tenue.

B.3 Préparation de l'échantillon

Durant le transport jusqu'au laboratoire d'essai, l'échantillon doit être correctement protégé de tout dommage. Le diamètre du touret ou de la bobine doit être d'au moins 50 fois le diamètre du conducteur.

Les échantillons à essayer doivent être préparés avec le plus grand soin. Des déplacements relatifs, même de l'ordre de 1 mm entre l'âme et les couches d'aluminium du conducteur, produisent des changements significatifs dans les courbes contrainte-déformation relevées. La préparation de l'échantillon doit être celle indiquée ci-après:

Avant d'enlever le conducteur du touret, installer une pince boulonnée à 5 m ± 1 m de l'extrémité de la longueur du conducteur. La pince doit appliquer une pression suffisante pour empêcher les mouvements relatifs de brins dans le conducteur.

Dérouler du touret la longueur de conducteur désirée et installer une seconde pince à la distance exigée de la première. Fretter avec du ruban adhésif et couper le conducteur à une distance juste suffisante de la pince pour pouvoir installer un raccord d'extrémité.

Pour les essais de contrainte-déformation, des raccords d'extrémités approuvés par l'acheteur doivent être utilisés, par exemple des raccords comprimés, des raccords du type époxy ou des raccords par soudure.

Des précautions doivent être prises afin que les fils ne soient pas endommagés au cours de la préparation de l'extrémité de l'échantillon.

La mise en place des raccords d'extrémité ne doit pas provoquer de relâchement de la tension mécanique dans les fils, ce qui pourrait modifier les courbes de contrainte-déformation du conducteur.

B.4 Exigences (uniquement pour les raccords comprimés)

B.4.1 Chaque fois que l'on utilise des raccords comprimés pour les essais, la méthodologie indiquée de B.4.2 à B.4.4 doit être suivie.

B.4.2 Enfiler le manchon en aluminium sur le conducteur. Couper les fils en aluminium pour laisser de la place pour le raccord en acier, pour l'allongement du raccord en acier et des fils en aluminium lors de la compression du manchon en aluminium. L'interstice nécessaire entre

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

les fils en aluminium et l'extrémité des fils en acier avant compression est généralement de 30 mm à 40 mm. Enfiler le raccord d'extrémité à comprimer en acier sur l'âme d'acier. Matricer ce raccord, avec un recouvrement maximal de 2 % à 10 %, en partant de l'extrémité du conducteur.

B.4.3 Tirer le manchon en aluminium sur le raccord en acier. Laisser un interstice entre l'extrémité du manchon en aluminium et l'épaulement du raccord en acier, de 40 mm si le diamètre du conducteur est inférieur ou égal à 30 mm, et de 50 mm si le diamètre du conducteur est supérieur à 30 mm, pour l'allongement. Réaliser la première compression sur l'extrémité conique du manchon en aluminium. Cela bloque le manchon en place et empêche l'allongement de l'aluminium vers la portéepartie à l'essai. Continuer à comprimer en s'éloignant du tronçon, par passes de 20 % du métal non comprimé. Arrêter la compression avant d'atteindre le trou de remplissage du manchon; le raccord et l'âme en acier sont trop petits pour supporter la compression du manchon en aluminium à cet endroit. Continuer la compression vers le point d'ancrage, sur l'autre partie du raccord d'extrémité, pour fixer le manchon en aluminium sur la partie comprimée du raccord en acier.

B.4.4 Le manchon en aluminium doit être orienté de manière à ne pas gêner les mouvements du conducteur durant l'essai.

B.5 Montage d'essai

L'échantillon à l'essai doit être installé sur toute sa longueur dans une gouttière, et celle-ci est positionnée de manière que le conducteur ne se soulève pas de plus de 10 mm lors de la mise sous tension mécanique. Cela doit être vérifié par des mesures plutôt qu'en tendant le conducteur.

La distance entre la pince repérant la longueur de référence et l'extrémité du manchon d'ancrage doit être contrôlée avec un pied à coulisse durant l'essai afin de s'assurer qu'à la fin du cycle de charge, à 85 % de la charge de rupture assignée, lorsque l'on est revenu à la charge initiale, elle n'a pas varié de plus de 1 mm par rapport à la valeur avant essai. (Au cours de l'essai, la distance peut varier de plus de 1 mm.). Une résolution de 0,1 mm est appropriée.

La déformation du conducteur doit être évaluée à partir de la mesure des déplacements des deux extrémités de la longueur de référence. Les repères de référence doivent être attachés aux pinces boulonnées qui bloquent les fils d'acier et d'aluminium. Des plaques repères peuvent être utilisées avec des comparateurs amplificateurs ou des capteurs de déplacement, et on doit prendre soin de placer les plaques perpendiculairement au conducteur. Il convient que le fait de torsader le conducteur, de le soulever et de le remuer d'un côté à l'autre dans les plus grandes amplitudes prévues durant l'essai n’introduise pas d'erreur de lecture supérieure à 0,3 mm.

B.6 Charges d'essai des conducteurs

Les conditions de charge pour les essais de contrainte-déformation des conducteurs doivent être celles définies ci-après:

– Porter le conducteur à une tension initiale de 2 % de la CRA (charge de rupture assignée), pour le redresser. Après ce redressement, relâcher la charge et étalonner les jauges de contrainte à zéro pour une tension nulle.
– Si les enregistrements des données de contrainte-déformation ne sont pas continus, relever les valeurs d'allongement par pas de 2,5 % de la CRA (charge de rupture assignée), arrondies au kilonewton (kN) le plus proche.
– Charger à 30 % de la CRA et maintenir ainsi pendant 30 min. Relever les valeurs après 5 min, 10 min, 15 min et 30 min pendant la période de tenue. Relâcher à la charge initiale.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– Recharger à 50 % de la CRA et maintenir ainsi pendant 1 h. Relever les valeurs après 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 45 min et 60 min. Relâcher à la charge initiale.
– Recharger à 70 % de la CRA et maintenir ainsi pendant 1 h. Relever les valeurs après 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 45 min et 60 min. Relâcher à la charge initiale.
– Recharger à 85 % de la CRA et maintenir ainsi pendant 1 h. Relever les valeurs après 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 45 min et 60 min. Relâcher à la charge initiale.
– Après la quatrième application d'une charge, remettre le conducteur sous tension en augmentant uniformément la charge jusqu'à la rupture. Relever simultanément les valeurs de charge et d'allongement jusqu'à 85 % de la CRA avec les mêmes pas que pour le chargement précédent.
– La vitesse d'accroissement de la charge doit être uniforme au cours de l'essai. Il convient que le temps nécessaire pour atteindre 30 % de la CRA soit compris entre au moins 1 min et au plus 2 min. La même vitesse doit être maintenue tout au long des essais.

B.7 Charges d'essai des âmes uniquement

L'essai doit comporter des applications successives de charges, dans les mêmes conditions que pour les conducteurs à 30 %, 50 %, 70 % et 85 % de la CRA.

L'âme doit être chargée jusqu'à ce que l'allongement au début de chaque période de tenue corresponde à celui obtenu sur le conducteur complet sous respectivement 30 %, 50 %, 70 % et 85 % de la CRA.

B.8 Courbes de contrainte-déformation

La courbe de contrainte-déformation s'obtient en traçant une courbe lissée passant par les points 30 min et 1 h sous des charges de 30 %, 50 %, 70 % et 85 % de la CRA. Pour obtenir la courbe caractéristique, éliminer de l'extrémité inférieure l'influence de tout relâchement de l'aluminium pouvant être attribué à une sur-longueur observée provenant des raccords d'extrémité à comprimer. Ajuster la courbe pour qu'elle passe par zéro. On doit présenter à l'acheteur à la fois la courbe caractéristique contrainte-déformation et les courbes de laboratoire.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe C
(normative)

Masse nominale de graisse des conducteurs câblés

C.1 Généralités

Lorsque le graissage de conducteur nu contenant un ou plusieurs interstices est exigé, la masse de graisse doit être calculée en utilisant la méthode donnée dans cette annexe.

Comme certains conducteurs contenant un ou plusieurs interstices ont de très petits interstices entre les fils à section non circulaire, utilisés pour créer une ou des couches auto-porteuses, la masse de graisse est calculée uniquement pour le ou les couches à fil rond, s'il existe, pour la ou les couches de base, et pour le ou les interstices annulaires.

La masse totale de graisse par mètre, dans le conducteur, M_T est égale la somme suivante:

$$M_T = M_{gL} + M_{gC} + M_{gG} \qquad \text{(Equation C.1)}$$

où

M_T est la masse totale de graisse par mètre dans le conducteur, exprimée en kg/m;

M_{gL} est la masse de graisse dans chaque couche à fil rond, exprimée en kg/m ;

M_{gC} est la masse de graisse dans l'âme de fil rond, exprimée en kg/m ;

M_{gG} est la masse de graisse dans chaque interstice annulaire, exprimée en kg/m.

C.2 Calcul de la masse de graisse dans la ou les couches à fil rond (M_{gL})

Le volume de vide par unité de longueur d'une couche à fil rond est donné par les équations suivantes (voir Figure C.1)

$$L_V = \frac{\pi}{4}((D_e^2 - D_i^2) - nd^2) \qquad \text{(Equation C.2)}$$

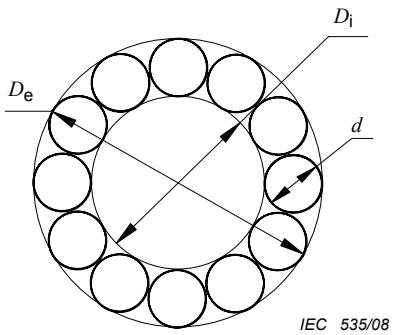


Figure C.1 – Illustration pour le calcul de la masse de graisse dans la couche à fil rond

Toutefois,

$$D_e = D_i + 2d \qquad \text{(Equation C.3)}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

En substituant l'Equation C.3 dans l'Equation C.2, cela donne:

$$L_V = \frac{\pi d}{4}(4(D_i + d) - nd) \quad \text{(Equation C.4)}$$

où

D_e est le diamètre extérieur de la couche à fil rond, exprimé en m;

D_i est le diamètre intérieur de la couche à fil rond, exprimé en m;

d est le diamètre du fil rond, exprimé en m;

L_V est le volume de vide par mètre, exprimé en m^3/m;

n est le nombre de fils ronds dans la couche.

La masse de graisse dans la couche à fil rond est cependant:

$$Mg_L = f\rho L_V \quad \text{(Equation C.5)}$$

où

f est le coefficient de remplissage, pris égal à 0,70 (sauf indication contraire du fournisseur) ;

M_{gL} est la masse de graisse dans la couche à fil rond, exprimée en kg/m ;

ρ est la densité massique de la graisse, généralement de 870 kg/m^3.

C.3 Calcul de la masse de graisse pour la ou les couches de base (M_{gC})

Le volume de vide par unité de longueur dans l'âme est donné par les équations suivantes (voir Figure C.2)

$$C_V = \frac{\pi}{4}(D_C^2 - n_C d^2) \quad \text{(Equation C.6)}$$

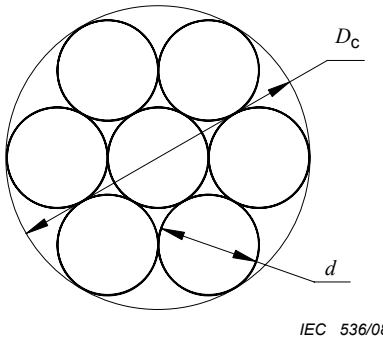


Figure C.2 – Illustration pour le calcul de la masse de graisse pour la ou les couches de base

Toutefois,

$$D_C = md \quad \text{(Equation C.7)}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

En substituant l'Equation C.7 dans l'Equation C.6, cela donne:

$$C_V = \frac{\pi}{4} d^2 (m^2 - n_C) \qquad \text{(Equation C.8)}$$

où

C_V est le volume de vide par mètre dans l'âme, exprimé en m^3/m;

D_C est le diamètre de l'âme, exprimé en m;

d est le diamètre du fil de l'âme, exprimé en m;

m est le facteur concernant d à D_C (m = 1, 3, 5, …);

n_C est le nombre de fils ronds dans l'âme.

La masse dans l'âme est cependant:

$$MgC = f\rho C_V \qquad \text{(Equation C.9)}$$

C.4 Calcul de la masse de graisse pour le ou les interstices annulaires (M_{gG})

Le volume de vide par unité de longueur dans le ou les interstices annulaires est donné par l'équation suivante (voir Figure C.3)

$$G_V = \frac{\pi}{4} (D_{Og}^2 - D_{Ig}^2) \qquad \text{(Equation C.10)}$$

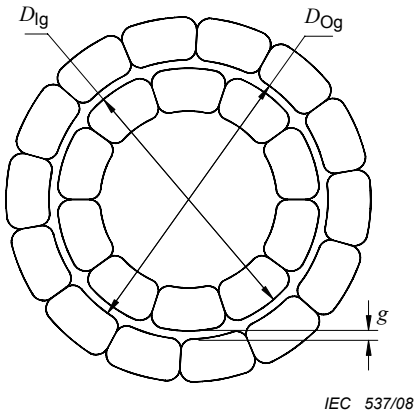


Figure C.3 – Illustration pour le calcul de la graisse pour le ou les interstices annulaires

Toutefois,

$$D_{Og} = D_{Ig} + 2g \qquad \text{(Equation C.11)}$$

En substituant l'Equation C.11 dans l'Equation C.10, cela donne:

$$G_V = \pi g (D_{Ig} + g) \qquad \text{(Equation C.12)}$$

où

G_V est le volume de vide par mètre dans chaque interstice annulaire, exprimé en m^3/m;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

D_{lg} est le diamètre intérieur de l'interstice annulaire, exprimé en m;

D_{Og} est le diamètre extérieur de l'interstice annulaire, exprimé en m;

g est l'interstice annulaire, exprimé en m.

La masse de graisse dans chaque interstice est cependant:

$$M_{gG} = f\rho_G V \qquad \text{(Equation C.13)}$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe D
(informative)

Méthode alternative de mesure de ou des interstices à l'intérieur du conducteur

La méthode de mesure décrite ci-dessous ne convient pas aux conducteurs à interstice graissé.

L'échantillon de mesure de ou des interstices annulaires doit être pris alors que le conducteur est dans la câbleuse, sous tension, à mi-chemin entre le cabestan et l'enrouleur-récepteur.

Deux petits trous, situés à 200 mm d'intervalle, sont percés dans la ou les couches d'aluminium vers le l'âme. Un réglage rapide d'un mélange de type époxy est ensuite injecté dans les trous tout en leur donnant le temps de cure nécessaire.

Cette section du conducteur est alors enlevée et un échantillon plus petit, poli à une extrémité et si nécessaire, encapsulé, est ensuite examiné au microscope avec un grossissement d'au moins 15X.

Deux paires de mesures d'interstice diamétralement opposées doivent être prises, espacées d'un intervalle d'environ 90°, pour chaque interstice annulaire. La valeur de chaque interstice annulaire est la moyenne arithmétique de ces quatre lectures.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe E
(informative)

Dimensions recommandées et tableaux de propriétés des conducteurs

La présente annexe contient les dimensions recommandées pour certains types de conducteur listés dans le Tableau 1. Elle contient également toutes les propriétés de conducteur listées dans le Tableau E.1.

Les dimensions de conducteur suivent la Série de Renard R5, R10, R20, selon la gamme de la taille du conducteur.

L'utilisation de la série de Renard n'exclut pas d'autres dimensions à concevoir et à fabriquer en conformité avec la présente norme.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau E.1 – Propriétés pour quelques conducteurs de type A1G/S1A avec interstices

Désignation	Surface A1	Fils S1A		Diamètre du conducteur	Masse linéaire			Charge de rupture assignée	Résistance en courant continu à 20°C
		n	Diamètre		Al	S1A	Total		
---	mm^2	---	mm	mm	kg/km	kg/km	kg/km	kN	Ω/km
125/20-A1G1/S1A-149	125,2	7	1,91	14,9	342,6	156,7	499,3	43,5	0,2285
160/8-A1 G2/S 1A-162	160,0	1	3,19	16,2	440,8	62,2	502,9	35,2	0,1801
160/26-A1 G1/S 1A-166	160,2	7	2,16	16,6	438,3	200,4	638,7	55,6	0,1786
160/26-A1 G2/S 1A-177	160,4	7	2,16	17,7	443,1	200,4	643,5	57,3	0,1800
200/10-A1 G2/S 1A-184	200,1	1	3,57	18,4	551,3	77,9	629,2	43,0	0,1439
200/32-A1 G2/S 1A-201	200,1	7	2,41	20,1	552,5	249,5	802,0	69,4	0,1443
250/13-A1 G2/S 1A-203	250,2	1	3,99	20,3	689,3	97,3	786,6	53,8	0,1151
250/25-A1 G2/S 1A-213	250,5	7	2,13	21,3	691,1	194,9	886,0	69,3	0,1152
250/33-A1 G2/S 1A-217	250,2	7	2,43	21,7	690,6	253,7	944,2	77,0	0,1154
250/40-A1 G2/S 1A-221	250,6	7	2,70	22,1	692,0	313,2	1005	85,8	0,1152
315/16-A1 G2/S 1A-225	315,1	1	4,48	22,5	868,0	122,6	990,7	67,7	0,0914
315/32-A1 G2/S 1A-236	315,2	7	2,39	23,6	869,7	245,4	1115	86,2	0,0915
315/41-A1 G2/S 1A-240	314,8	7	2,73	24,0	869,0	320,2	1189	97,1	0,0917
315/50-A1 G2/S 1A-245	315.0	7	3,03	24,5	869,9	394,4	1264	105,9	0,0917
400/20-A1 G2/S 1A-253	400,5	7	1,91	25,3	1 104	156,7	1 261	87,6	0,0720
400/28-A1 G2/S 1A-257	400,3	7	2,26	25,7	1104	219,4	1323	96,1	0,0720
400/52-A1 G2/S 1A-264	400,0	7	3,08	26,7	1104	407,5	1512	121,4	0,0722
400/64-A1 G2/S 1A-272	399,9	7	3,41	27,2	1105	499,5	1604	134,3	0,0722
450/23-A1 G2/S 1A-264	450,1	7	2,02	26,7	1240	175,3	1416	98,3	0,0640
450/32-A1 G2/S 1A-271	450,5	7	2,39	27,1	1242	245,4	1488	107,9	0,0640
450/59-A1 G2/S 1A-282	450,3	7	3,26	28,2	1243	456,5	1700	136,3	0,0641
500/25-A1 G2/S 1A-296	500,2	7	2,13	29,6	1382	194,9	1576	109,3	0,0576
500/35-A1 G2/S 1A-285	500,3	7	2,52	28,5	1380	272,8	1652	119,9	0,0576
500/65-A1 G2/S 1A-296	499,8	7	3,44	29,6	1380	508,3	1888	151,5	0,0578
560/28-A1 G2/S 1A-311	560,1	7	2,26	31,1	1545	219,4	1765	121,6	0,0515
560/39-A1 G2/S 1A-316	562,3	7	2,67	31,6	1552	306,2	1858	134,6	0,0513
560/73-A1 G2/S 1A-326	559,1	7	3,64	32,6	1544	569,2	2113	169,6	0,0517
630/32-A1 G2/S 1A-329	629,9	7	2,39	32,9	1738	245,4	1983	136,6	0,0458
630/44-A1 G2/S 1A-333	630,6	7	2,83	33,3	1 740	344,0	2 084	151,1	0,0458
630/82-A1 G2/S 1A-345	630,1	19	2,34	34,5	1 740	640,6	2 381	194,0	0,0458

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.