

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Cable cleats for electrical installations

Brides de câbles pour installations électriques

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland



reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC, have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Cable cleats for electrical installations

Brides de câbles pour installations électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.20

ISBN 978-2-8322-3012-1

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviations	6
4 General requirements	8
5 General notes on tests	8
6 Classification	9
6.1 According to material	9
6.1.1 Metallic	9
6.1.2 Non-metallic	9
6.1.3 Composite	9
6.2 According to maximum and minimum temperature	9
6.3 According to resistance to impact	10
6.3.1 Very light	10
6.3.2 Light	10
6.3.3 Medium	10
6.3.4 Heavy	10
6.3.5 Very heavy	10
6.4 According to type of retention or resistance to electromechanical forces or both	10
6.4.1 General	10
6.4.2 With lateral retention	10
6.4.3 With axial retention	10
6.4.4 Resistant to electromechanical forces, withstanding one short circuit	10
6.4.5 Resistant to electromechanical forces, withstanding more than one short circuit	10
6.5 According to environmental influences	10
6.5.1 Resistant to ultraviolet light for non-metallic and composite components	10
6.5.2 Resistant to corrosion for metallic and composite components	10
7 Marking and documentation	10
7.1 Marking	10
7.2 Durability and legibility	11
7.3 Documentation	11
8 Construction	11
9 Mechanical properties	11
9.1 Requirements	11
9.2 Impact test	12
9.3 Lateral load test	14
9.4 Axial load test	15
9.5 Test for resistance to electromechanical force	17
9.5.1 General	17
9.5.2 For cable cleats and intermediate restraints classified in 6.4.4	19
9.5.3 For cable cleats and intermediate restraints classified in 6.4.5	19
10 Fire hazards	19
10.1 Flame propagation	19

10.2	Smoke emission.....	20
10.3	Smoke toxicity	20
11	Environmental influences.....	21
11.1	Resistance to ultraviolet light	21
11.2	Resistance to corrosion	21
11.2.1	General	21
11.2.2	Salt spray test	22
12	Electromagnetic compatibility	22
12.1	Electromagnetic emission	22
12.2	Inductive heating	22
Annex A (informative)	Examples of cable cleats.....	23
Annex B (informative)	Calculation of forces caused by short-circuit currents	24
B.1	Characteristics.....	24
B.2	Specification of the test current.....	25
B.3	Calculation of the mechanical forces between conductors.....	25
Bibliography		28
Figure 1–	Typical arrangement for impact test	13
Figure 2 –	Typical arrangements for lateral load test.....	15
Figure 3 –	Typical arrangement for axial load test.....	16
Figure 4 –	Typical assemblies for test for resistance to electromechanical force	17
Figure 5 –	Typical arrangement of three cables in trefoil formation	18
Figure 6 –	Typical arrangement of cables in flat formation	18
Figure 7 –	Typical arrangement of the needle-flame test.....	20
Figure B.1 –	Short-circuit current of a far-from-generator short circuit with constant a.c. component.....	24
Figure B.2 –	Short-circuit current of a near-to-generator short circuit with decaying a.c. component.....	25
Figure B.3 –	Two parallel conductors	26
Table 1 –	Maximum temperature for permanent application	9
Table 2 –	Minimum temperature for permanent application	9
Table 3 –	Impact test values	14
Table 4 –	Resistance to corrosion	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CABLE CLEATS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 61914 has been prepared by subcommittee 23A: Cable management systems, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Additional declaration and test for lateral load retention depending on cleat mounting orientation with associated new figures;
- b) Additional declaration of the distance between the cable centres in any short-circuit test and associated new figures;
- c) Specification of the cable to be used in short-circuit testing and relaxation of the ambient temperature limits for the test;
- d) Additional requirement to photograph the short-circuit test arrangement before and after the test and to record more complete details of the cable used;

e) Revised parameters for the test of resistance to UV light.

This edition also includes the following editorial changes with respect to the previous edition:

- f) Revised and updated normative references and bibliography;
- g) Editorial clarification of definitions;
- h) Editorial clarification of procedures for selection of test samples and the testing of cleats designed for more than one cable;
- i) Relaxation of some mandrel material requirements;
- j) Clarification of the inspection requirements following a short-circuit test and adding the option of either a.c. or d.c. voltage testing following a second short-circuit;
- k) Clarification that the resistance to corrosion test applies to all types of fixing;
- l) New cleat example illustration;
- m) Limitations of use of the formulae in Annex B added.

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

FDIS	Report on voting
23A/786/FDIS	23A/795/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.

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

In this standard, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- notes: in smaller roman type.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

CABLE CLEATS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS

1 Scope

This International Standard specifies requirements and tests for cable cleats and intermediate restraints used for securing cable in electrical installations. Cable cleats provide resistance to electromechanical forces where declared. This standard includes cable cleats that rely on a mounting surface specified by the manufacturer for axial and/or lateral retention of cables.

This standard does not apply to:

- cable glands;
- cable ties.

2 Normative references

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

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60695-11-5:2004, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

ISO 4287:1997, *Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*

ISO 4892-2:2006, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 9227:2012, *Corrosion tests in artificial atmospheres – Salt spray tests*

3 Terms, definitions and abbreviations

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

3.1

cable cleat

device designed to provide securing of cables when installed at intervals along the length of cables

Note 1 to entry: A cable cleat is provided with a means of attachment to a mounting surface but does not rely on an unspecified mounting surface for the retention of the cables. Examples of mounting surfaces that may be specified are ladder, tray, strut (see Figure A.8) or rail. Where declared, cable cleats provide resistance to electromechanical forces.

Note 2 to entry: See Figure A.1 to Figure A.9 for some examples of cable cleats. These examples do not limit the use of other cable cleat designs that conform to the requirements of this standard.

3.2**intermediate restraint**

cable retaining device designed to be used with cable cleats, without being attached to the mounting surface, to hold the cables together in order to provide resistance to electromechanical forces

3.3**metallic**

consisting of metal only

3.4**non-metallic**

consisting of non-metallic material only

3.5**composite**

consisting of metallic and non-metallic materials

Note 1 to entry: Fibre reinforced resin materials are not considered to be composite under this definition.

3.6**short-circuit current**

overcurrent resulting from a circuit condition in which the current flows through an abnormal or unintended path of negligible impedance between live conductors, or between a live conductor and an earth, having a difference in potential under normal operating conditions

3.7**peak short-circuit current**

i_p

maximum possible instantaneous value of the short-circuit current (see Annex B)

3.8**initial r.m.s. symmetrical short-circuit current**

I''_k

r.m.s. value of the a.c. symmetrical component of a short-circuit current, applicable at the instant of the short circuit if the impedance remains at the zero-time value (see Annex B)

3.9**decaying (aperiodic) component of short-circuit current**

$i_{d.c.}$

mean value between the top and bottom envelope of a short-circuit current decaying from an initial value to zero (see Annex B)

3.10**steady-state short-circuit current**

I_k

r.m.s. value of the short-circuit current which remains after the decay of the transient phenomena (see Annex B)

3.11**trefoil formation**

formation of three cables so laid as to be mutually equidistant

Note 1 to entry: Viewed in cross-section, the lines joining the cable centres form an equilateral triangle (see Figure 5).

Note 2 to entry: The formation is known as “close trefoil” formation when the cables are touching each other.

3.12

flat formation

formation of a number of cables laid in a plane, usually with equal spacing between adjacent cables (see Figure 6)

3.13

electromechanical forces

induced forces acting on current-carrying conductors

3.14

retention

limiting the lateral and/or axial movement of the cable

3.15

securing

fixing to or from a mounting surface or another product

3.16

environmental influences

effect of corrosive substances or solar radiation, etc.

4 General requirements

Products covered by this standard shall be so designed and constructed that, when assembled and installed as for normal use according to the manufacturer's instructions, they ensure securing of cables as declared in accordance with Clause 6 and shall not cause damage to the cable.

Compliance is checked by the relevant tests specified in this standard.

5 General notes on tests

5.1 Tests according to this standard are type tests.

- Products of all sizes shall comply with Clause 8 and 9.1a).
- For the requirements in 9.1b), 9.1c) and 9.1d) where there are a number of cleats in a range, the range is divided into one or more types. In this case, the smallest and the largest size of cleat of each type are tested.
- The test for compliance with 9.1e) is performed on the set of samples selected as defined in 9.5.1.

NOTE For guidance in determining types, cable cleats or intermediate restraints having material, construction characteristics, and classifications according to Clause 6 below, in common, are considered to be the same type.

5.2 Unless otherwise specified, all tests shall be carried out on three new samples of each size selected as specified in 5.1, assembled and installed as for normal use according to the manufacturer's or responsible vendor's instructions. Where a cable cleat is designed to accommodate more than one cable the number, size and shape of the mandrels used in the test shall represent the number, size and shape of the cables for which the cable cleat is intended.

5.3 Tests on non-metallic and composite cleats and intermediate restraints shall not commence earlier than 168 h after manufacture.

5.4 Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at an ambient temperature of $(23^{+5}_{-5})^{\circ}\text{C}$.

5.5 Compliance with this standard is satisfied if all the applicable test requirements are achieved. If only one of the samples does not satisfy a test due to a manufacturing fault, then that test and any preceding one which may have influenced the results of the test shall be repeated and also the tests which follow shall be made in the same required sequence on another full set of samples, all of which shall comply with the requirements.

The applicant, when submitting the first set of samples, may also submit an additional set of samples, which may be necessary should one sample fail. The test house should then, without further request, test the additional set of samples and should only reject if a further failure occurs. If the additional set of samples is not submitted at the same time, a failure of one sample would entail rejection.

5.6 When toxic or hazardous processes are used, due regard shall be taken of the safety of persons within the test area.

6 Classification

6.1 According to material

6.1.1 Metallic

6.1.2 Non-metallic

6.1.3 Composite

6.2 According to maximum and minimum temperature

Table 1 – Maximum temperature for permanent application

A. Maximum temperature °C
+ 40
+ 60
+ 85
+ 105
+ 120

Table 2 – Minimum temperature for permanent application

B. Minimum temperature °C
+ 5
– 5
– 15
– 25
– 40
– 60

For temperature values above 120 °C and below –60 °C, the manufacturer or responsible vendor may declare temperatures outside the values tabulated above.

6.3 According to resistance to impact

6.3.1 Very light

6.3.2 Light

6.3.3 Medium

6.3.4 Heavy

6.3.5 Very heavy

6.4 According to type of retention or resistance to electromechanical forces or both

6.4.1 General

Manufacturers of cleats shall declare a classification under 6.4.2 and may also declare a classification under 6.4.3. Manufacturers of cleats may also declare a classification under 6.4.4 or 6.4.5.

Manufacturers of intermediate restraints shall declare a classification under 6.4.4 or 6.4.5 in association with cleats.

6.4.2 With lateral retention

6.4.3 With axial retention

NOTE This value is for guidance purposes as it is not possible to replicate cables using mandrels.

6.4.4 Resistant to electromechanical forces, withstanding one short circuit

6.4.5 Resistant to electromechanical forces, withstanding more than one short circuit

NOTE The intent for cable cleats and intermediate restraints classified under 6.4.5 is that after one short circuit application, the cable cleat and intermediate restraints, if used, will continue to perform as designed and tested according to this standard. The physical condition of the cable cleats and intermediate restraints after short circuit application has only been evaluated under laboratory conditions. The continued use of the cable cleats and intermediate restraints, if used, following an actual short circuit incident, is solely at the discretion of the party responsible for the installation.

6.5 According to environmental influences

6.5.1 Resistant to ultraviolet light for non-metallic and composite components

6.5.1.1 Not declared

6.5.1.2 Resistant to ultraviolet light

6.5.2 Resistant to corrosion for metallic and composite components

6.5.2.1 Low

6.5.2.2 High

7 Marking and documentation

7.1 Marking

Each cleat and intermediate restraint shall be marked with

- the manufacturer's or responsible vendor's name or logo or trademark;
- the product identification or type.

Where it is not possible to apply the marking directly onto the product, then the marking shall be placed on the smallest supplied package.

7.2 Durability and legibility

Marking on the product shall be durable and easily legible to normal or corrected vision.

Compliance is checked by inspection and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

After the test, the marking shall remain legible to normal or corrected vision.

Marking made by moulding, pressing or engraving is not subjected to the rubbing test.

NOTE Examples of methods for applying marking are by moulding, pressing, engraving, printing, adhesive labels, etc.

7.3 Documentation

The manufacturer or responsible vendor shall provide in their literature:

- the classifications according to Clause 6;
- the maximum and minimum cable or bundle diameters;
- the lateral load for cleats declared under 6.4.2;
- the axial load for cleats if declared under 6.4.3;
- the method of assembly and installation including tightening torques, where appropriate, and any limitation on mounting orientation for lateral retention.

Additionally, for cleats and/or intermediate restraints declared under 6.4.4 or 6.4.5, the manufacturer or responsible vendor shall provide in their literature:

- the peak short-circuit current;
- the initial r.m.s. symmetrical short-circuit current;
- the cable outside diameter and the distance between cable centres, S , used in the test in 9.5;
- the maximum spacing, D , as shown in Figure 4.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Some or all of this information may also be required to be provided on packaging or instruction sheets supplied with the product.

8 Construction

The surfaces of cleats and intermediate restraints shall be free from sharp edges, burrs, flash, etc. that are likely to damage cables or inflict injury to the installer or user.

Compliance is checked by visual and manual inspection of the surface.

9 Mechanical properties

9.1 Requirements

Cleats and intermediate restraints shall be:

- a) capable of accommodating the size or range of cable or cable bundle diameter declared by the manufacturer or responsible vendor without cracking or breaking, or stripping of the threads of screws or bolts;

Compliance is checked by measurement and by visual and manual inspection.

- b) resistant to impact at the minimum declared temperature;

Compliance is checked by the test according to 9.2.

- c) capable of withstanding the lateral load at the maximum declared temperature;

Compliance is checked by the test according to 9.3

- d) capable of withstanding the axial load at the maximum declared temperature where declared in 6.4.3;

Compliance is checked by the test in 9.4.

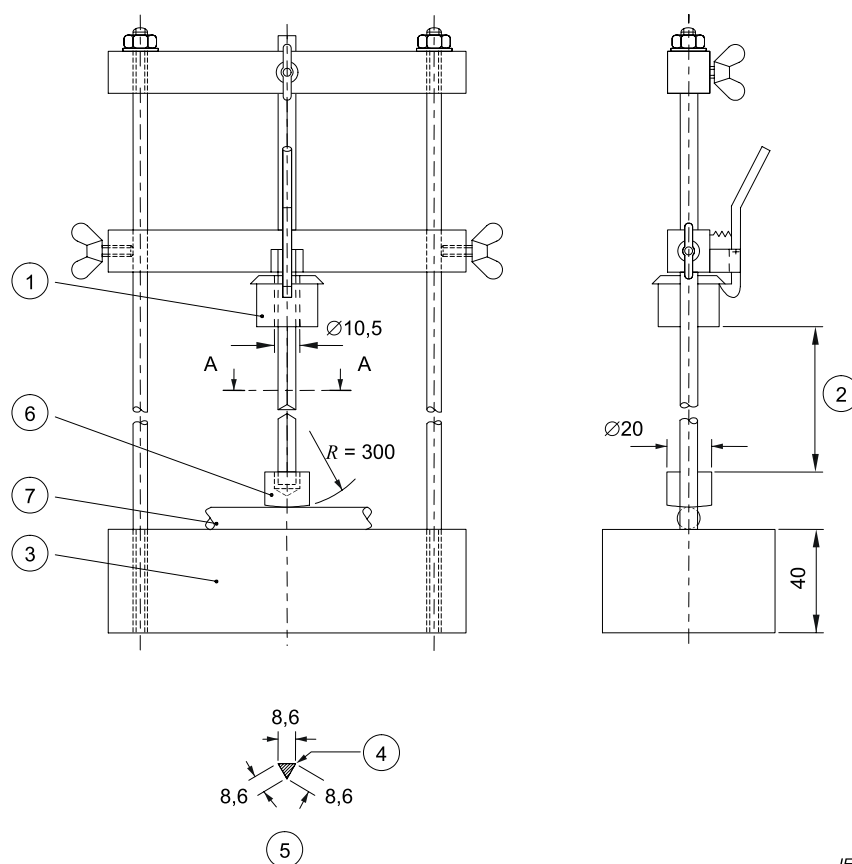
- e) resistant to electromechanical forces, where declared in 6.4.4 or 6.4.5.

Compliance is checked by the test in 9.5.

9.2 Impact test

The impact test is carried out using a typical arrangement as shown in Figure 1. The component transmitting the impact to the cleat or intermediate restraint shall have a spherical radius of (300^{+5}_{-5}) mm at the point of contact.

Dimensions in millimetres



IEC

Key	
1	Hammer
2	fall height (see Table 3)
3	rigid steel base
4	slightly rounded edges
5	section A – A
6	steel intermediate piece
7	Sample

Figure 1– Typical arrangement for impact test

Before the test, the samples are assembled onto a solid polyamide or metal test mandrel having a diameter equivalent to the maximum declared diameter for which the cleat is designed and mounted on a rigid support.

For cleats and intermediate restraints taking more than one cable, the appropriate number of mandrels is used.

For metallic cleats and intermediate restraints, the test is carried out at ambient temperature.

For composite and non-metallic cleats and intermediate restraints, the samples are conditioned at the declared lowest temperature according to Table 2 with a tolerance of $(\pm 2)^\circ\text{C}$ for a period of $(60 \pm 5)\text{min}$. The impact is applied within a period of $(10 \pm 2)\text{s}$ after removal from the refrigerator.

Each sample is placed in position on the steel base as shown in Figure 1. The energy value of the hammer is as declared in Table 3.

The impact is applied at the weakest point of the cleat or intermediate restraint and the direction of impact is radial to the centre of the mandrel nearest to the point of impact.

After the test, the samples shall show no signs of disintegration nor shall there be any cracks or damage, visible to normal or corrected vision, that are likely to impair normal use. In case of doubt, the samples are subjected to the test of 9.3.

Table 3 – Impact test values

Classification	Nominal Impact energy J	Equivalent mass kg ($\pm 2\%$)	Height mm ($\pm 1\%$)
Very light	0,5	0,25	200
Light	1,0	0,25	400
Medium	2,0	0,5	400
Heavy	5,0	1,7	300
Very heavy	20,0	5,0	400

NOTE The figures in Table 3 have been taken from IEC 60068-2-75.

9.3 Lateral load test

The cleat is mounted on a test rig as shown in Figure 2, or a similar arrangement. The mounting surface can be made of steel or aluminium plate, plywood or other material. For the purpose of applying the load, a rigid mandrel of circular, or other appropriate cross-section, is positioned within the cleat's aperture. For cleats and intermediate restraints taking more than one cable, the appropriate number of mandrels is used. Where more than one mandrel is used the load shall be applied to a mandrel furthest from the mounting surface. Care is taken to ensure that the load acts through the centre line of the mandrel. The mandrel size is the minimum for which the cleat is designed.

For metallic cable cleats, the declared load is applied gradually and held for a period of (60^{+5}_0) min.

For non-metallic and composite cleats, the sample assembly is placed in a full draft air-circulating oven. The tests are carried out after the oven temperature has reached and maintained the declared maximum temperature from Table 1 with a tolerance of $(^{+2}_{-2})^{\circ}\text{C}$. The load is applied gradually and then held for a period of (60^{+5}_0) min.

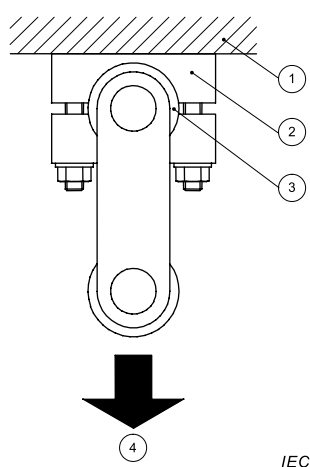
A cable cleat intended for a single mounting orientation shall be tested in that orientation and that orientation shall be declared in the documentation.

A cable cleat intended for multiple mounting orientations shall be tested in each mounting orientation using separate samples. The test load on one set of samples shall be applied perpendicular to the mounting surface (Figure 2a or Figure 2b), and to the second set of samples parallel to the mounting surface (Figure 2c or Figure 2d).

When it can be determined that a particular mounting orientation represents the most onerous condition, the results of the tests in that orientation may represent all mounting orientations.

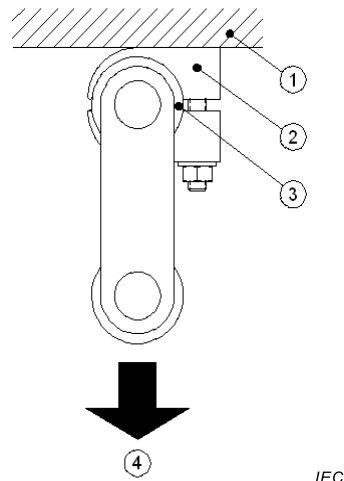
Movement of the mandrel shall be less than 50 % of the mandrel diameter.

NOTE The test is meant to determine the lateral retention of the cleat and not the strength of the mounting surface.



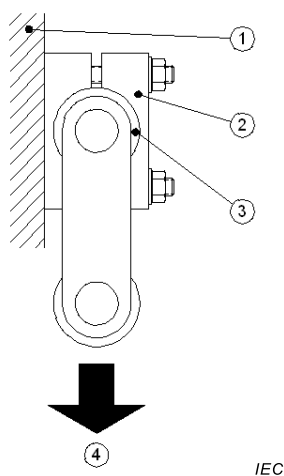
IEC

Figure 2a – Lateral load test with load applied perpendicular to mounting surface on cleat with two fixings



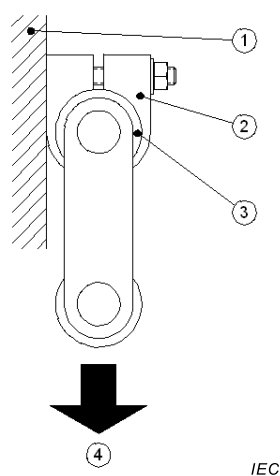
IEC

Figure 2b – Lateral load test with load applied perpendicular to mounting surface on cleat with single fixing



IEC

Figure 2c – Lateral load test with load applied parallel to mounting surface on cleat with two fixings



IEC

Figure 2d – Lateral load test with load applied parallel to mounting surface on cleat with single fixing

Key	
1	mounting surface
2	cleat
3	mandrel
4	direction of load

Figure 2 – Typical arrangements for lateral load test

9.4 Axial load test

The test is carried out using a mandrel with an overall cross section equivalent to the minimum declared cable cross section for which the cleat is designed. The test mandrel shall

have a diametrical tolerance of $(+0,2)_{-0,2}$ mm for mandrels up to and including 16 mm diameter and of $(+0,3)_{-0,3}$ mm for larger diameters. In the case of non-circular cables, a profile is to be used simulating the outer cable dimension, as declared by the manufacturer or responsible vendor. For cleats and intermediate restraints taking more than one cable, the appropriate number of mandrels is used. Where more than one mandrel is used the load shall be simultaneously applied to all mandrels.

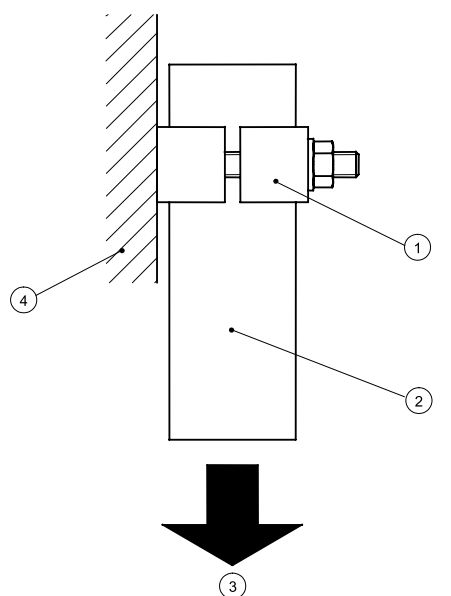
All mandrels shall have a surface roughness less than or equal to $7 \mu\text{m Ra}$ in accordance with ISO 4287. For test temperatures below 105°C , test mandrels may be solid polyamide or metal. Metallic mandrels shall be used for test temperatures 105°C and higher.

The cleat is mounted on a rigid mounting surface and assembled in the test rig as shown in Figure 3, or a similar arrangement. The mounting surface can be made of steel or aluminium plate, plywood or other material.

For metallic cable cleats, the declared load is applied gradually and held for a period of (5^{+1}_0) min.

For non-metallic and composite cleats, the sample assembly is placed in a full draft air-circulating oven. The tests are carried out after the oven temperature has reached and maintained the declared maximum temperature from Table 1 with a tolerance of $(+2)_{-2}^\circ\text{C}$. The load is applied gradually and held for a period of (5^{+1}_0) min.

After the test, the displacement of the mandrel(s) with respect to the cleat shall not be more than 5 mm.



IEC

Key	
1	cleat
2	mandrel
3	direction of load
4	mounting surface

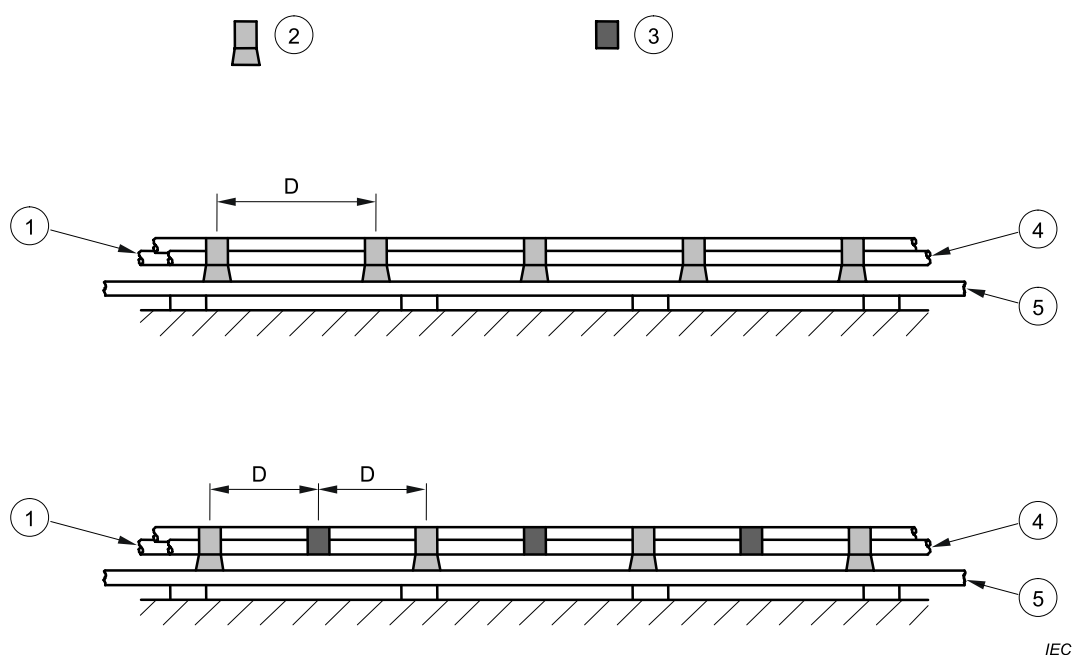
Figure 3 – Typical arrangement for axial load test

9.5 Test for resistance to electromechanical force

9.5.1 General

A short-circuit test is carried out as follows, using the manufacturer's or responsible vendor's declared values of peak short-circuit current (i_p) and initial r.m.s. symmetrical short-circuit current (I''_k). One set of cleats of each type and of a size suitable for the test cable shall be tested. The test is performed using unarmoured single core 600 V / 1 000 V stranded copper conductor cable of either (35^{+5}_{-5}) mm or (50^{+5}_{-5}) mm diameter.

The temperature limits specified in 5.4 do not apply to this test. The test is carried out at the prevailing ambient temperature on the declared arrangement at the declared short-circuit level. The ambient temperature shall be recorded in the test report. Typical assemblies are shown in Figure 4.



IEC

Key	
1	supply end
2	Cable cleats
3	intermediate restraints
4	short-circuiting busbar end
5	mounting surface
D	spacing

Figure 4 – Typical assemblies for test for resistance to electromechanical force

The arrangement of the cables is as shown in Figure 5 or Figure 6 with one cable per phase. One end of each cable is connected to a three phase supply and the other end to a short-circuiting busbar with all three phases being connected. The short-circuiting busbar shall be insulated from earth (ground). The cable is restrained at a minimum of 5 positions along the cable run. Where intermediate restraints are used, at least 4 cleats and at least 3 intermediate restraints shall be used. Cleats and intermediate restraints, where used, shall be equally spaced. The cleats are fixed to a mounting surface defined by the manufacturer (e.g. cable ladder) which shall be selected with regard to the forces likely to occur during the test.

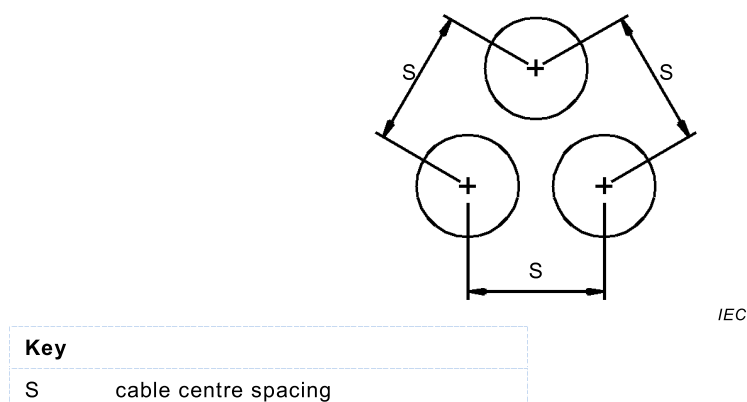


Figure 5 – Typical arrangement of three cables in trefoil formation

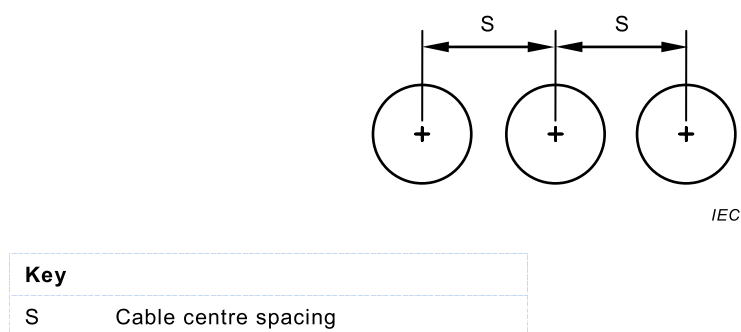


Figure 6 – Typical arrangement of cables in flat formation

Care is taken to ensure the cross-sectional area of the cable is adequate for the magnitude and duration of the test current which shall be chosen so that the I^2t (thermal stress) rating of the cable used is not exceeded.

The test report shall contain the following information:

- the manufacturer's or responsible vendor's catalogue references of the cable cleat and intermediate restraint (where used);
- the assembly details showing:
 - the number of cleats and their spacing, D ;
 - the number of intermediate restraints (where used) and their spacing, D ;
 - the cable centre spacing, S ;
- cable conductor diameter, insulation thickness, external diameter and markings
- a pre-test photograph of the test assembly and a post-test photograph documenting the condition of the cable cleats, and intermediate restraints if used
- the test duration;
- the ambient temperature during the test.

If the test station has to undertake a calibration test, action is taken to ensure that the test installation is not affected.

The cables of the test arrangement are subjected to a three phase short circuit of duration of not less than 0,1 s. The duration of the test is recorded.

Care must be taken to ensure that there is adequate restraint for the cables at each end of the cable run to be tested.

Annex B may be used to calculate the theoretical forces that may be created during short circuits in order to plan testing.

9.5.2 For cable cleats and intermediate restraints classified in 6.4.4

Cleats and intermediate restraints classified under 6.4.4 shall comply with the following requirements:

- *there shall be no failure that will affect the intended function of holding the cables in place;*
- *the cable cleats and the intermediate restraints, if used, shall be intact with no missing parts including all devices used to secure the cleats to the mounting surface;*
- *there shall be no cuts or damage visible to normal or corrected vision to the outer sheath of each cable caused by the cable cleats or by the intermediate restraints, if used.*

9.5.3 For cable cleats and intermediate restraints classified in 6.4.5

Cleats and intermediate restraints classified under 6.4.5 shall comply with the inspection requirements of 9.5.2 after the first and after the second short-circuit applications.

After a second short-circuit application, a voltage withstand test is performed by applying a minimum test voltage of 2,8 kV d.c. or 1,0 kV a.c. for a period of (60^{+5}_0) s according to the provisions of IEC 60060-1:2010, Clause 5, Tests with direct voltage or Clause 6, Tests with alternating voltage. The voltage withstand test shall be administered between the cable cores, which should be connected together, and the mounting frame. The mounting frame shall be bonded to the earthing system. The cable jackets and mounting frame shall be pre-wetted with sufficient water to facilitate a current leakage path along the outer jacket for (2^{+1}_0) min before the test begins.

The cables shall meet the requirements of the voltage withstand test without failure of the insulation.

10 Fire hazards

10.1 Flame propagation

Non-metallic and composite cable cleats and intermediate restraints shall have adequate resistance to flame propagation.

Compliance is checked by the following test.

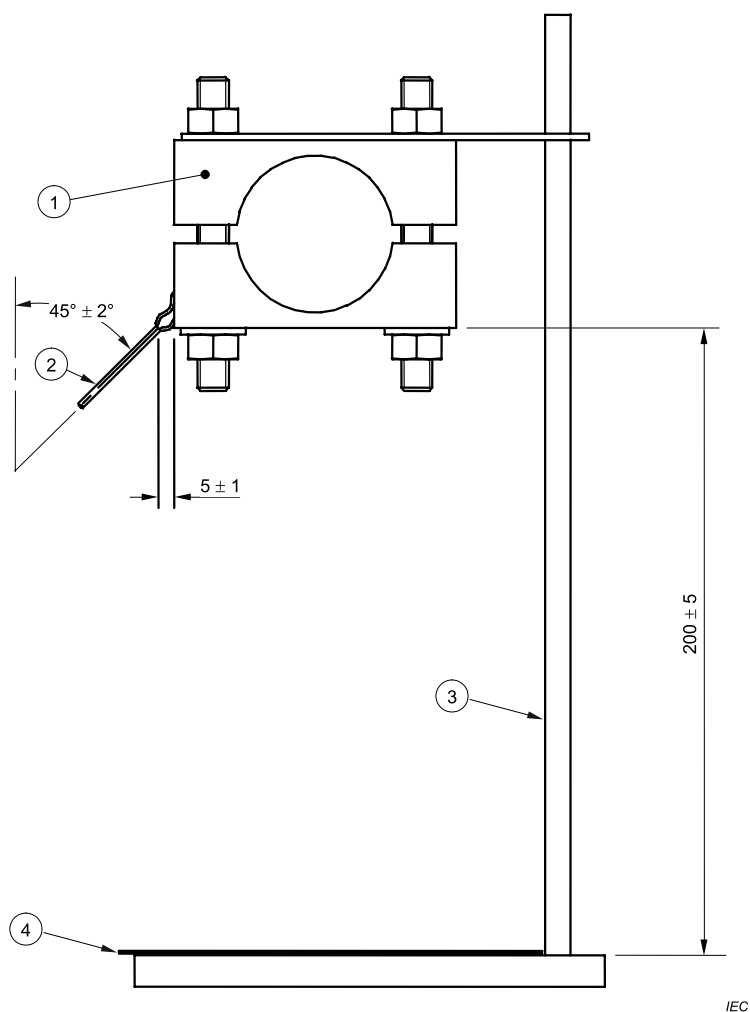
Using an arrangement as shown in Figure 7, the sample shall be submitted to the needle-flame test as specified in IEC 60695-11-5 with the following additional information:

- *the flame shall be applied to the outer surface of the sample,*
- *the time of application shall be (30^{+0}_{-1}) s,*
- *the underlying layer shall consist of three layers of tissue paper,*
- *there shall be a single application of the flame.*

The sample shall be deemed to have passed the test if:

- *30 s after the test flame is removed, there is no flaming of the sample,*
- *there is no ignition of the tissue paper.*

Dimensions in millimetres



Key	
1	cleat
2	burner
3	stand
4	tissue paper

Figure 7 – Typical arrangement of the needle-flame test

10.2 Smoke emission

The smoke emissions from cleats and intermediate restraints need not be considered because of their small size and quantity in normal use.

10.3 Smoke toxicity

The smoke toxicity from cleats and intermediate restraints need not be considered because of their small size and quantity in normal use.

11 Environmental influences

11.1 Resistance to ultraviolet light

Cleats and intermediate restraints classified according to 6.5.1.2 shall be subjected to ultraviolet light (UV) conditioning according to the following requirements.

When the product is provided in more than one colour, the colour having the heaviest organic pigment loading shall be subjected to this test. The samples tested are considered representative of the entire colour range.

Samples shall be mounted in the ultraviolet light apparatus in a convenient manner suitable for the product to be tested and the test equipment and so that the samples do not touch each other.

The samples are to be exposed for a minimum of 700 h to Xenon-arc, Method A, Cycle 1 in accordance with ISO 4892-2:2006. There shall be continuous exposure to light and intermittent exposure to water spray. The cycle shall consist of 102 min without water spray and 18 min with water spray. The apparatus shall operate with a water-cooled xenon-arc lamp, borosilicate glass inner and outer optical filters, a spectral irradiance of $(0,51^{+0,02}_{-0,02}) \text{ W/(m}^2 \cdot \text{nm)}$ at 340 nm and a black-standard temperature of $(63^{+3}_{-3})^\circ\text{C}$. The temperature of the chamber shall be $(38^{+3}_{-3})^\circ\text{C}$. The relative humidity in the chamber shall be $(50^{+10}_{-10})\%$.

Following the exposure, the samples shall be held for a minimum of 30 min under ambient conditions.

After UV exposure, the samples shall show no signs of disintegration nor shall there be any cracks or damage, visible to normal or corrected vision. The samples shall then be subjected to the impact test, as described in 9.2 and shall comply with the impact test requirements.

NOTE Cleats that comply with IEC 61914:2009 do not need to be re-tested.

11.2 Resistance to corrosion

11.2.1 General

Metallic or composite cleats and intermediate restraints shall have adequate resistance to corrosion.

Compliance is determined by the test in 11.2.2 unless otherwise specified below.

Metallic or composite cleats and intermediate restraints, including fixings such as nuts, bolts, screws and washers, made of non-ferrous metals, cast-iron, malleable-iron or stainless steel containing at least 16 % chromium need not be tested and are assumed to meet the classification for high resistance to corrosion. Stainless steel containing at least 13 % chromium is assumed to meet the classification for low resistance to corrosion and need only be tested where declared in accordance with 6.5.2.2 for high resistance. Where corrosion protection is provided by a layer of zinc equal to or greater than that specified in Table 4, measurement of the zinc layer is required without the need to carry out further testing.

The mean and minimum thickness shall be determined by taking five measurements over the plated surface.

Fixings, such as nuts, bolts, screws and washers, shall not be subjected to the test in 11.2.2, however, the presence of a protective coating is required.

The presence of a coating on fixings shall be determined by inspection with normal or corrected vision.

A cut edge, a punched hole and the threaded surface of a tapped hole of a part formed from galvanized stock of thickness 2,5 mm or less is not required to be coated.

Table 4 – Resistance to corrosion

Classification	Typical usage	Mean zinc layer thickness μm	Minimum zinc layer thickness μm	Salt spray duration h
Low	Indoor, dry locations	5	3,5	24
High	Outdoor, wet locations ^a	25	18	192
^a For use in marine or other corrosive environments additional protection may be required and additional consideration should be given to the appropriate duration of test exposure or to the use of an alternative test method..				

11.2.2 Salt spray test

All grease shall be removed from the parts to be tested, by cleaning with white spirit. All parts shall then be dried. The samples shall then be assembled onto a polyamide 66 mandrel with a diameter equal to the smallest cable diameter declared for the cleat or intermediate restraint.

Samples shall be subjected to a neutral salt spray (NSS) test according to ISO 9227 for the duration specified in Table 4.

Surfaces where a coating is not required under 11.2.1 shall be protected during the test in accordance with the directions in ISO 9227.

After the parts have been dried for a minimum of 10 min in a heating cabinet at a temperature of (100⁺⁵₋₅) °C, any traces of rust on sharp edges and a yellowish film may be removed by rubbing.

The sample shall have passed the test if there is no red rust visible to normal or corrected vision.

Zones that trap saltwater during the test are not considered for the test result.

12 Electromagnetic compatibility

12.1 Electromagnetic emission

Products covered by this standard are, in normal use, passive in respect of electromagnetic emission.

12.2 Inductive heating

Ferromagnetic materials (e.g. cast iron, mild steel) that surround single conductors in a.c. circuits are susceptible to heating from eddy currents. The manufacturer or responsible vendor of cleats made from ferromagnetic materials that may complete an electrical and magnetic circuit around the cable, shall issue a warning that the cleats shall not be used on single core cables in a.c. circuits.

Annex A (informative)

Examples of cable cleats

Figures A.1 to A.9 show examples of cable cleats.



IEC

Figure A.1 –



IEC

Figure A.2 –



IEC

Figure A.3 –



IEC

Figure A.4 –



IEC

Figure A.5 –



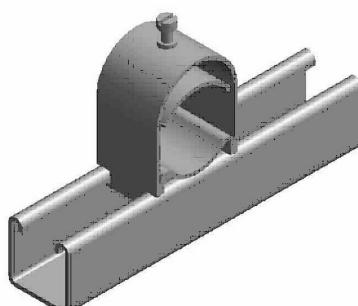
IEC

Figure A. 6 –



IEC

Figure A.7–



IEC

Figure A.8 –



IEC

Figure A.9 –

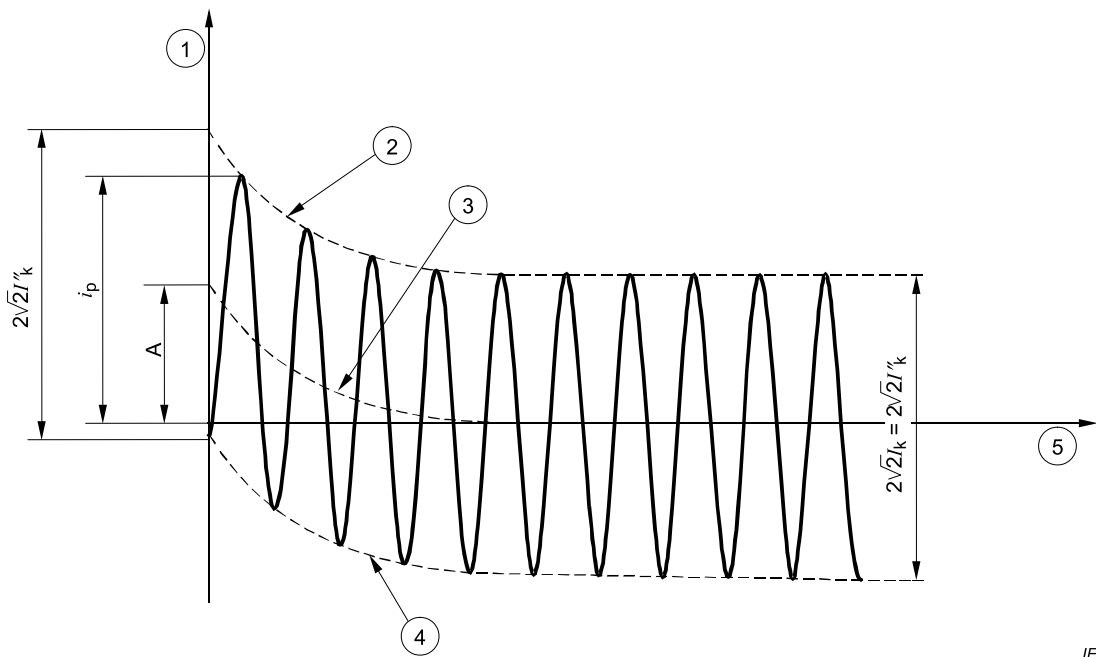
Annex B
(informative)

Calculation of forces caused by short-circuit currents

B.1 Characteristics

Recommendations for the calculation of short-circuit currents are given in the IEC 60909 series and IEC 61363-1. The latter covers ships and offshore units. The information given in this annex is based on IEC 60909-0.

The characteristics of the current during a short circuit depend on a number of factors, including the electrical separation from the generator. Figure B.1 shows a current vs. time characteristic typical of a far-from-generator short circuit. The a.c. component in this case has a constant amplitude ($I''_k = I_k$) and is superimposed on a decaying d.c. component, $i_{d.c.}$. This falls from an initial value, A , to zero.

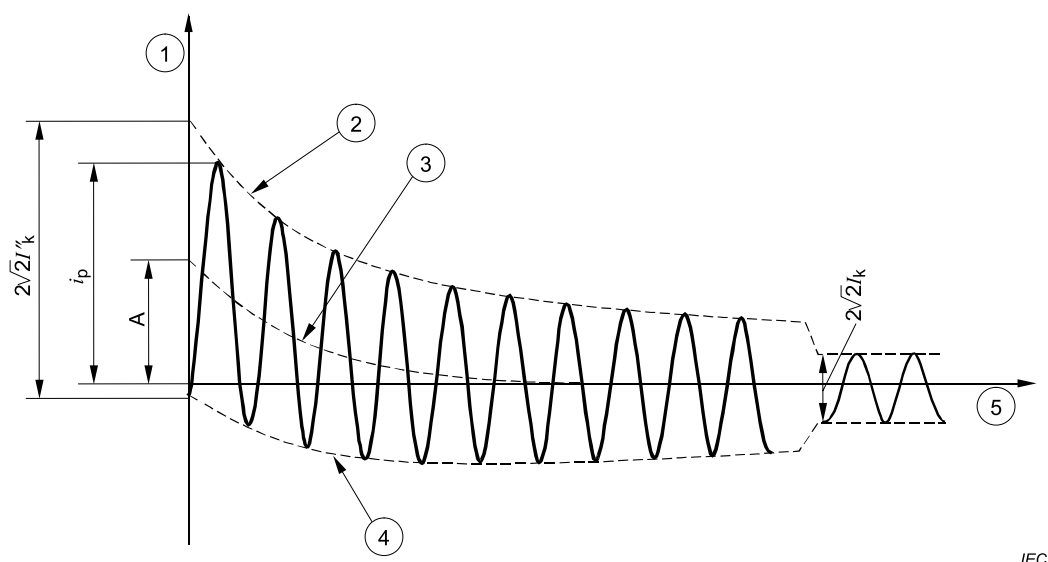


IEC

Key	
1	Current
2	top envelope
3	decaying d.c. component, $i_{d.c.}$ of the short-circuit current
4	bottom envelope
5	Time
A	initial value of the d.c. component, $i_{d.c.}$ of the short-circuit current

Figure B.1 – Short-circuit current of a far-from-generator short circuit with constant a.c. component

For near-to-generator short circuits, the a.c. component has a decaying amplitude ($I''_k > I_k$) and is also superimposed on a decaying d.c. component, $i_{d.c.}$ that falls from an initial value, A , to zero. Figure B.2 shows a typical current vs. time characteristic for a near-to-generator short circuit.



IEC

Key	
1	Current
2	top envelope
3	decaying d.c. component, $i_{d.c.}$ of the short-circuit current
4	bottom envelope
5	Time
A	initial value of the d.c. component, $i_{d.c.}$ of the short-circuit current

Figure B.2 – Short-circuit current of a near-to-generator short circuit with decaying a.c. component

B.2 Specification of the test current

A complete specification of short-circuit currents should give the currents as a function of time at the short-circuit location from the initiation of the short circuit up to its end. In most practical cases, this is not necessary. It is usually sufficient to know the peak current, i_p , and the values of the initial r.m.s. symmetrical, I''_k , and steady state, I_k , short-circuit currents.

In order to specify the current used in a short-circuit test the following are quoted:

- the peak current, i_p ;
- the initial r.m.s. symmetrical short-circuit current, I''_k ;
- the short-circuit duration, t .

B.3 Calculation of the mechanical forces between conductors

The electromagnetic force acting on a conductor is determined by the current in the conductor and the magnetic field from the neighbouring conductors. In cable installations, the distances between the cables are normally small and hence the forces may be considerable.

To calculate the forces a cleat may be subjected to during a short-circuit, the equations derived in this Annex may be used. The derivation of equations (B.5), (B.6) and (B.7) is based on a symmetrical fault current with no d.c. component. The derivation also assumes that the cables are rigid. For these reasons these equations should not be used to extrapolate short circuit test results.

In the case of two parallel conductors, the electromagnetic force on a conductor can be derived from Equation B1:

$$F(t) = B(t) \cdot i(t) \cdot l \quad (\text{B.1})$$

where

l is the length;

$F(t)$ is the momentary electromagnetic force on a conductor;

$B(t)$ is the momentary magnetic field from the neighbouring conductor;

$i(t)$ is the momentary current in the neighbouring conductor.

If the d.c. component of the short-circuit current is disregarded, the momentary force has a sinusoidal variation with a frequency twice the frequency of the currents (Equation B.1). The d.c. component gives a decaying force-component with a frequency the same as the system frequency.

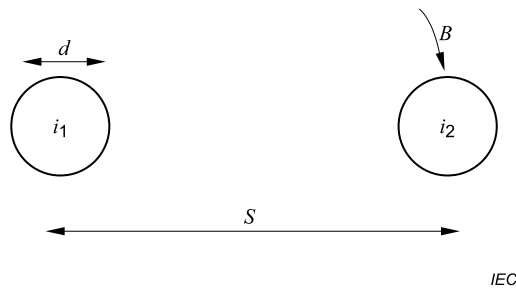


Figure B.3 – Two parallel conductors

For the two parallel conductors in Figure B.3., the magnetic field from current i_1 , at the location of the other conductor is:

$$B = \mu_0 \cdot H = \mu_0 \cdot i_1 / 2 \cdot \pi \cdot S \quad (\text{B.2})$$

where

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)}$$

and the mechanical force is:

$$F = i_2 \times B = i_2 \cdot \mu_0 \cdot i_1 / 2 \cdot \pi \cdot S \quad (\text{B.3})$$

This equation is usually written as:

$$F_s = 0,2 \cdot i_1 \cdot i_2 / S \quad (\text{B.4})$$

In this equation, the force is given in N/m, i in kA and S in metres.

In a three phase system, the magnetic field in Equation B.2 is the resulting momentary vector value from the other two phases.

The vector Equation B.3 confirms that two parallel conductors are repelled if the two currents have a difference in phase angle of 180° and that the force is directed towards the other conductor for currents that have the same phase angle.

The evaluation of Equation B.4 requires $S \gg d$ but gives an acceptable accuracy when the current distribution is uniform (or symmetrical) within the conductors.

For a three phase short circuit with the conductors in flat configuration, the forces on the two outer conductors are always directed outwards from the central conductor. The force on the central conductor is oscillating. The maximum force on the outer conductors in flat formation can be calculated by

$$F_{fo} = 0,16 \cdot i_p^2 / S \quad (\text{B.5})$$

The maximum force on the middle conductor in flat formation can be calculated by

$$F_{fm} = 0,17 \cdot i_p^2 / S \quad (\text{B.6})$$

For a three phase short circuit with the cables in a trefoil configuration the maximum force on the conductor is:

$$F_t = 0,17 \cdot i_p^2 / S \quad (\text{B.7})$$

where

- F_s is the maximum force on the cable conductor in flat formation for a single phase short circuit [N/m];
- F_{fo} is the maximum force on the outer cable conductors in flat formation for a three phase short circuit [N/m];
- F_{fm} is the maximum force on the centre cable conductor in flat formation for a three phase short circuit [N/m];
- F_t is the maximum force on the cable conductor in a trefoil configuration for a three phase short circuit [N/m];
- i_p is the peak short-circuit current [kA];
- d is the external diameter of the conductor [m];
- S is the centre to centre distance between two neighbouring conductors [m].

Bibliography

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60909-0, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 61363-1, *Electrical installations of ships and mobile and fixed offshore units – Part 1: Procedures for calculating short-circuit currents in three-phase a.c.*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	32
1 Domaine d'application	34
2 Références normatives	34
3 Termes, définitions et abréviations	34
4 Exigences générales	36
5 Généralités sur les essais.....	36
6 Classification	37
6.1 Selon le matériau.....	37
6.1.1 Métallique.....	37
6.1.2 Non métallique	37
6.1.3 Composite	37
6.2 Selon les températures maximale et minimale.....	37
6.3 Selon la tenue aux chocs	38
6.3.1 Très légère	38
6.3.2 Légère	38
6.3.3 Moyenne.....	38
6.3.4 Lourde	38
6.3.5 Très lourde	38
6.4 Selon le type de maintien ou la tenue aux forces électromécaniques ou les deux	38
6.4.1 Généralités.....	38
6.4.2 Avec un maintien latéral	38
6.4.3 Avec un maintien axial.....	38
6.4.4 Tenue aux forces électromécaniques, supportant un court-circuit	38
6.4.5 Tenue aux forces électromécaniques, supportant plus d'un court-circuit	38
6.5 Selon les influences liées à l'environnement	39
6.5.1 Tenue aux rayonnements lumineux ultraviolets pour les composants composites et les composants non métalliques.....	39
6.5.2 Tenue à la corrosion pour les composants composites et les composants métalliques	39
7 Marquage et documentation	39
7.1 Marquage	39
7.2 Durabilité et lisibilité.....	39
7.3 Documentation.....	39
8 Construction	40
9 Propriétés mécaniques	40
9.1 Exigences	40
9.2 Essai de tenue aux chocs	40
9.3 Essai de tenue à la charge latérale	42
9.4 Essai de tenue à la charge axiale	44
9.5 Essai de tenue aux forces électromécaniques.....	46
9.5.1 Généralités.....	46
9.5.2 Brides de câbles et dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.4	48
9.5.3 Brides de câbles et dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.5	48

10	Risques du feu	48
10.1	Propagation de la flamme	48
10.2	Emission de fumée	50
10.3	Toxicité des fumées	50
11	Influences de l'environnement	50
11.1	Tenue aux rayonnements lumineux ultraviolets	50
11.2	Tenue à la corrosion	50
11.2.1	Généralités	50
11.2.2	Essai au brouillard salin.....	51
12	Compatibilité électromagnétique	52
12.1	Emission électromagnétique	52
12.2	Echauffement par induction.....	52
Annexe A (informative) Exemples de brides de câbles		53
Annexe B (informative) Calcul des forces provoquées par les courants de court-circuit		54
B.1	Caractéristiques.....	54
B.2	Spécification du courant d'essai.....	55
B.3	Calcul des forces mécaniques entre conducteurs.....	55
Bibliographie.....		58
Figure 1 – Configuration type pour l'essai de tenue aux chocs		41
Figure 2 – Configurations types pour l'essai de tenue à la charge latérale		44
Figure 3 – Configuration type pour l'essai de tenue à la charge axiale		45
Figure 4 – Assemblages types pour l'essai de tenue aux forces électromécaniques		46
Figure 5 – Configuration type de trois câbles en disposition trèfle		47
Figure 6 – Configuration type de câbles en disposition en nappe		47
Figure 7 – Configuration type pour l'essai au brûleur-aiguille		49
Figure B.1 – Courant de court-circuit pour un court-circuit loin du générateur avec une composante alternative constante		54
Figure B.2 – Courant de court-circuit pour un court-circuit près du générateur avec une composante alternative décroissante		55
Figure B.3 – Deux conducteurs parallèles		56
Tableau 1 – Température maximale en utilisation permanente		37
Tableau 2 – Température minimale en utilisation permanente		37
Tableau 3 – Valeurs pour l'essai de tenue aux chocs		42
Tableau 4 – Tenue à la corrosion.....		51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BRIDES DE CABLES POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61914 a été établie par le sous-comité 23A: Systèmes de câblage, du comité d'études 23 de l'IEC: Petit appareillage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Déclaration et test complémentaires pour le maintien latéral à la charge en fonction de l'orientation de montage des brides, et ajout de nouvelles figures associées;
- b) Déclaration supplémentaire de la distance entre les centres des câbles pour tout essai de court-circuit, et mise à jour des figures associées;
- c) Définition du type de câble à utiliser pour les essais de court-circuit et assouplissement des limites de température ambiante durant les essais;

- d) Ajout de photographies illustrant le montage d'essai avant et après l'essai de court-circuit et exigence supplémentaire de consigner les caractéristiques détaillées du câble utilisé;
- e) Modifications des paramètres de l'essai de tenue aux rayonnements lumineux ultraviolets.

Cette édition inclut également les modifications éditoriales suivantes par rapport à l'édition précédente:

- f) Mise à jour des références normatives et de la bibliographie;
- g) Clarification éditoriale des définitions;
- h) Clarification éditoriale des règles de choix des échantillons d'essai et des essais de brides de câbles conçues pour plusieurs câbles;
- i) Assouplissement de certaines exigences relatives aux matériaux des mandrins;
- j) Clarification des exigences de contrôle après un essai de court-circuit et ajout de l'option d'essai en tension alternative ou en tension continue après un deuxième court-circuit;
- k) Clarification de l'application de l'essai de tenue à la corrosion à tous les types de fixations;
- l) Nouvelle illustration d'exemple de bride de câbles;
- m) Limitations de l'utilisation des formules de l'Annexe B.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23A/786/FDIS	23A/795/RVD

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

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

Dans cette norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- exigences proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- notes: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

BRIDES DE CABLES POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences et essais pour brides de câbles et dispositifs intermédiaires de tenue utilisés pour la fixation de câbles dans des installations électriques. Les brides de câbles fournissent une résistance aux forces électromécaniques lorsque cela est déclaré. La présente norme inclut les brides de câbles qui reposent sur une surface de montage spécifiée par le fabricant pour le maintien axial et/ou latéral des câbles.

La présente norme ne couvre pas:

- les presse-étoupes;
- les colliers.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

IEC 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60695-11-5:2004, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flamme d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface: Méthode du profil – Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4892-2:2006, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Sources à arc au xénon*

ISO 9227:2012, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins*

3 Termes, définitions et abréviations

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

3.1 bride de câbles

dispositif conçu pour permettre la fixation des câbles une fois installé par intervalle le long des câbles

Note 1 à l'article: Une bride de câbles est fournie avec un moyen de fixation à une surface de montage, mais ne fait pas intervenir une surface de montage non spécifiée pour le maintien des câbles. Une échelle, une tablette, une cornière (voir Figure A.8) ou un rail sont des exemples de surfaces de montage qui peuvent être spécifiées. Lorsque cela est déclaré, les brides de câbles fournissent une résistance aux forces électromécaniques.

Note 2 à l'article: Les Figures A.1 à A.9 présentent des exemples de brides de câbles. D'autres conceptions de brides de câbles, conformes aux exigences de la présente norme, peuvent également être utilisées.

3.2

dispositif intermédiaire de tenue

dispositif de tenue des câbles conçu pour être utilisé avec des brides de câbles, sans être attaché à la surface de montage, pour maintenir les câbles ensemble afin de fournir une résistance aux forces électromécaniques

3.3

métallique

constitué de métal uniquement

3.4

non métallique

constitué de matériau uniquement non métallique

3.5

composite

constitué de matériaux métallique et non métallique

Note 1 à l'article: Les matériaux réalisés en résine renforcée par des fibres ne sont pas considérés comme des composites selon cette définition.

3.6

courant de court-circuit

surintensité résultant d'un état du circuit dans lequel le courant circule à travers un chemin, anormal ou non prévu, d'impédance négligeable entre les conducteurs actifs ou entre un conducteur actif et la terre, ayant une différence de potentiel dans des conditions normales

3.7

valeur de crête du courant de court-circuit

i_p

valeur instantanée maximale du courant de court-circuit (voir l'Annexe B)

3.8

valeur efficace du courant de court-circuit symétrique initial

I''_k

valeur efficace de la composante symétrique alternative d'un courant de court-circuit, applicable à l'instant d'apparition du court-circuit si l'impédance conserve sa valeur au temps zéro (voir l'Annexe B)

3.9

composante (apériodique) décroissante du courant de court-circuit

$i_{d.c.}$

valeur moyenne des enveloppes inférieure et supérieure d'un courant de court-circuit décroissant de sa valeur initiale à zéro (voir l'Annexe B)

3.10

courant de court-circuit permanent

I_k

valeur efficace du courant de court-circuit qui se maintient après extinction du phénomène transitoire (voir l'Annexe B)

3.11

disposition en trèfle

configuration géométrique de trois câbles mutuellement équidistants

Note 1 à l'article: Les droites joignant leurs centres forment un triangle équilatéral dans un plan perpendiculaire à leur axe (voir la Figure 5).

Note 2 à l'article: Le trèfle est dit "jointif" lorsque les trois câbles sont en contact.

3.12

disposition en nappe

configuration géométrique de plusieurs câbles posés dans un plan, généralement avec des distances égales entre câbles adjacents (voir la Figure 6)

3.13

forces électromécaniques

forces d'induction agissant sur les conducteurs transportant le courant

3.14

maintien

limitation du mouvement latéral et/ou axial du câble

3.15

fixation

fixation à ou à partir d'une surface de montage ou d'un autre produit

3.16

influences liées à l'environnement

effet des substances corrosives ou du rayonnement solaire, etc.

4 Exigences générales

Les produits couverts par la présente norme doivent être conçus et construits de sorte que, une fois assemblés et installés comme en utilisation normale selon les instructions du fabricant, ils assurent la fixation des câbles déclarés selon l'Article 6 et ne doivent pas endommager le câble.

La conformité est vérifiée au moyen des essais applicables spécifiés dans la présente norme.

5 Généralités sur les essais

5.1 Les essais mentionnés dans la présente norme sont des essais de type.

- Les produits de toutes les tailles doivent être conformes aux Articles 8 et 9.1a).
- Pour les exigences de 9.1b), 9.1c) et 9.1d), lorsqu'il y a un certain nombre de brides dans une gamme, la gamme est divisée en un ou plusieurs types. Dans ce cas, la plus petite taille et la plus grande taille de bride de chaque type sont soumises aux essais.
- L'essai de conformité à 9.1e) est réalisé sur le lot d'échantillons choisis, comme défini en 9.5.1.

NOTE Afin de donner des lignes directrices pour déterminer les types, les brides de câbles ou les dispositifs intermédiaires de tenue de câbles dont le matériau, les caractéristiques de construction et les classifications sont conformes à l'Article 6, sont considérés comme étant du même type.

5.2 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être réalisés sur trois échantillons neufs de chaque taille choisis comme cela est spécifié en 5.1, assemblés et installés comme en usage normal selon les instructions du fabricant ou du vendeur responsable. Lorsqu'une bride de câbles est conçue pour recevoir plusieurs câbles, le nombre, la taille et la forme des mandrins utilisés durant l'essai doivent correspondre au nombre, à la taille et à la forme des câbles pour lesquels la bride de câbles est prévue.

5.3 Les essais sur les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue non métalliques et composites ne doivent pas être commencés moins de 168 h après leur fabrication.

5.4 Sauf spécification contraire, les essais doivent être réalisés à une température ambiante de (23^{+5}_{-5}) °C.

5.5 La conformité avec la présente norme est satisfaite si toutes les exigences d'essai applicables sont respectées. Si seulement un des échantillons ne satisfait pas à un essai en raison d'un défaut de fabrication, cet essai et tous les précédents qui peuvent avoir influencé les résultats de l'essai doivent alors être répétés et les essais qui suivent doivent être effectués dans l'ordre requis sur un autre lot d'échantillons qui doivent tous satisfaire aux exigences.

Le demandeur, lorsqu'il soumet le premier lot d'échantillons, peut aussi fournir un lot supplémentaire d'échantillons qui peut être nécessaire en cas d'échec d'un des échantillons. Il convient que le laboratoire d'essai, sans autre avis, soumette le lot supplémentaire d'échantillons aux essais, et il convient qu'il rejette le lot uniquement à la suite d'une nouvelle défaillance. Si le lot supplémentaire d'échantillons n'est pas fourni initialement, la défaillance d'un échantillon entraînerait le rejet.

5.6 Lorsque des procédés toxiques ou dangereux sont utilisés, la sécurité des personnes doit être assurée à l'intérieur de la zone d'essai.

6 Classification

6.1 Selon le matériau

6.1.1 Métallique

6.1.2 Non métallique

6.1.3 Composite

6.2 Selon les températures maximale et minimale

Tableau 1 – Température maximale en utilisation permanente

A. Température maximale °C
+ 40
+ 60
+ 85
+ 105
+ 120

Tableau 2 – Température minimale en utilisation permanente

B. Température minimale °C
+ 5
– 5
– 15
– 25
– 40
– 60

Pour des valeurs de température supérieures à 120 °C et inférieures à – 60 °C, le fabricant ou le vendeur responsable peut déclarer des températures en dehors des valeurs du tableau ci-dessus.

6.3 Selon la tenue aux chocs

6.3.1 Très légère

6.3.2 Légère

6.3.3 Moyenne

6.3.4 Lourde

6.3.5 Très lourde

6.4 Selon le type de maintien ou la tenue aux forces électromécaniques ou les deux

6.4.1 Généralités

Les fabricants de brides doivent déclarer une classification selon 6.4.2 et peuvent aussi déclarer une classification selon 6.4.3. Les fabricants de brides peuvent aussi déclarer une classification selon 6.4.4 ou 6.4.5.

Les fabricants de dispositifs intermédiaires de tenue doivent déclarer une classification selon 6.4.4 ou 6.4.5 en association avec des brides.

6.4.2 Avec un maintien latéral

6.4.3 Avec un maintien axial

NOTE Cette valeur est donnée à titre de ligne directrice puisqu'il n'est pas possible de reproduire des câbles en utilisant des mandrins.

6.4.4 Tenue aux forces électromécaniques, supportant un court-circuit

6.4.5 Tenue aux forces électromécaniques, supportant plus d'un court-circuit

NOTE L'objectif pour les brides de câbles et les dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.5 est qu'après l'application d'un court-circuit, les brides de câbles et les dispositifs intermédiaires de tenue le cas échéant, continueront de fonctionner conformément à la conception et aux essais de la présente norme. L'état physique des brides de câbles et des dispositifs intermédiaires de tenue après l'application d'un court-circuit est uniquement évalué dans des conditions de laboratoire. L'utilisation des brides de câbles et des dispositifs intermédiaires de tenue, le cas échéant, après un court-circuit réel, est laissée à la discrétion de l'entité responsable de l'installation.

6.5 Selon les influences liées à l'environnement

6.5.1 Tenue aux rayonnements lumineux ultraviolets pour les composants composites et les composants non métalliques

6.5.1.1 Non déclaré

6.5.1.2 Tenue aux rayonnements lumineux ultraviolets

6.5.2 Tenue à la corrosion pour les composants composites et les composants métalliques

6.5.2.1 Faible

6.5.2.2 Élevée

7 Marquage et documentation

7.1 Marquage

Chaque bride et chaque dispositif intermédiaire de tenue de câbles doivent être marqués:

- avec le nom du fabricant ou du vendeur responsable ou le logo ou la marque commerciale;
- avec l'identification du produit ou du type.

Lorsqu'il n'est pas possible d'apposer ce marquage directement sur le produit, alors ce marquage doit figurer sur le plus petit emballage fourni.

7.2 Durabilité et lisibilité

Le marquage sur le produit doit être durable et facilement lisible pour une vision normale ou corrigée.

La conformité est vérifiée par examen et en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'essence minérale.

Après l'essai, le marquage doit demeurer lisible avec une vision normale ou corrigée.

Le marquage effectué par moulage, estampage ou gravure n'est pas soumis à l'essai de frottement.

NOTE Des exemples de méthodes d'application du marquage sont: le moulage, l'estampage, la gravure, l'impression, les étiquettes adhésives, etc.

7.3 Documentation

Le fabricant ou le vendeur responsable doit fournir dans sa documentation:

- les classifications selon l'Article 6;
- le diamètre minimal et le diamètre maximal du câble ou du toron;
- la charge latérale pour les brides déclarées selon 6.4.2;
- la charge axiale pour les brides déclarées selon 6.4.3;
- la méthode d'assemblage et d'installation, y compris les couples de serrage, le cas échéant, et toute limitation sur l'orientation de montage pour le maintien latéral.

De plus, pour les brides et/ou les dispositifs intermédiaires de tenue déclarés selon 6.4.4 ou 6.4.5, le fabricant ou le vendeur responsable doit fournir dans sa documentation:

- la valeur de crête du courant de court-circuit;
- la valeur efficace du courant de court-circuit symétrique initial;
- le diamètre extérieur du câble et la distance entre les centres des câbles, S, utilisés dans l'essai en 9.5;
- la distance maximale, D, comme cela est représenté à la Figure 4.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Il peut également être exigé que tout ou partie de ces informations soient fournies sur l'emballage ou dans les notices d'instructions fournies avec le produit.

8 Construction

Les surfaces des brides et des dispositifs intermédiaires de tenue doivent être exemptes d'arêtes vives, de bavures, d'éclats, etc. susceptibles d'endommager les câbles ou de blesser l'installateur ou l'utilisateur.

La conformité est vérifiée par un examen visuel et manuel de la surface.

9 Propriétés mécaniques

9.1 Exigences

Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue doivent être:

- a) capables de recevoir la taille ou la plage de diamètres de câble ou de toron déclarée par le fabricant ou le vendeur responsable sans fissuration ou rupture ou encore dégradation du filetage des vis ou des boulons;

La conformité est vérifiée par des mesures ainsi que par un examen visuel et manuel.

- b) résistants aux impacts à la température minimale déclarée;

La conformité est vérifiée par l'essai selon 9.2.

- c) capables de supporter la charge latérale à la température maximale déclarée;

La conformité est vérifiée par l'essai selon 9.3.

- d) capables de supporter la charge axiale à la température maximale déclarée lorsqu'ils sont déclarés selon 6.4.3;

La conformité est vérifiée par l'essai selon 9.4.

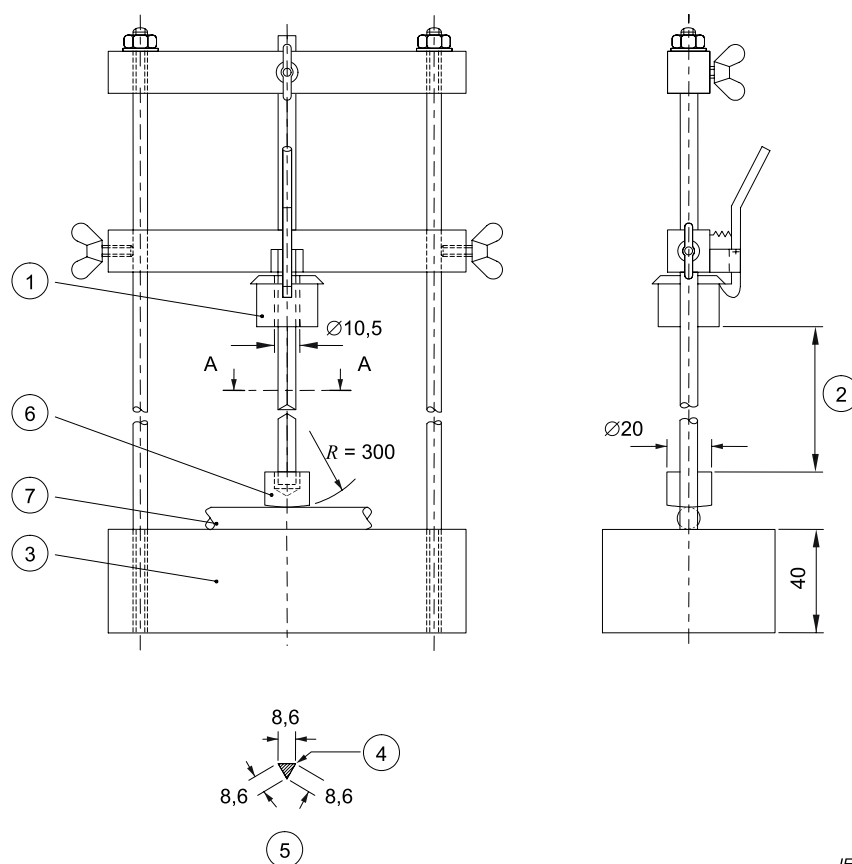
- e) résistants aux forces électromécaniques, lorsqu'ils sont déclarés selon 6.4.4 ou 6.4.5

La conformité est vérifiée par l'essai selon 9.5.

9.2 Essai de tenue aux chocs

L'essai de tenue aux chocs est réalisé en utilisant une configuration type comme cela est représenté à la Figure 1. Le composant transmettant le choc à la bride ou au dispositif intermédiaire de tenue doit comporter un rayon sphérique de (300^{+5}_{-5}) mm au point de contact.

Dimensions en millimètres



IEC

Légende	
1	marteau
2	hauteur de chute (voir le Tableau 3)
3	support en acier rigide
4	arêtes légèrement adoucies
5	coupe A – A
6	pièce intermédiaire en acier
7	échantillon

Figure 1 – Configuration type pour l'essai de tenue aux chocs

Avant l'essai, les échantillons sont assemblés à un mandrin d'essai en polyamide rigide ou en métal ayant un diamètre équivalent au diamètre maximal déclaré pour lequel la bride est conçue, puis montés sur un support rigide.

Pour les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue prévus pour recevoir plus d'un câble, le nombre approprié de mandrins est utilisé.

Pour les brides et dispositifs intermédiaires de tenue métalliques, l'essai est réalisé à la température ambiante.

Pour les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue composites et non métalliques, les échantillons sont conditionnés à la température la plus basse déclarée selon le Tableau 2

avec une tolérance de $(+2_{-2})$ °C pendant une durée de (60^{+5}_0) min. Le choc est appliqué dans les (10_{-2}_0) s après le retrait de la chambre froide.

Chaque échantillon est placé en position sur le support en acier comme cela est représenté à la Figure 1. La valeur de l'énergie de choc du marteau est celle indiquée au Tableau 3 selon la classification déclarée.

Le choc est appliqué au point le plus faible de la bride ou du dispositif intermédiaire de tenue et dans une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du mandrin au niveau du point d'impact.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucun signe de détérioration, ni de craquelure ou de dommage, visible à la vision normale ou corrigée, susceptible de nuire à un usage normal. En cas de doute, les échantillons sont soumis aux essais selon 9.3.

Tableau 3 – Valeurs pour l'essai de tenue aux chocs

Classification	Energie de choc nominale J	Masse équivalente kg ($\pm 2\%$)	Hauteur mm ($\pm 1\%$)
Très légère	0,5	0,25	200
Légère	1,0	0,25	400
Moyenne	2,0	0,5	400
Lourde	5,0	1,7	300
Très lourde	20,0	5,0	400

NOTE Les valeurs indiquées dans le Tableau 3 sont issues de l'IEC 60068-2-75.

9.3 Essai de tenue à la charge latérale

La bride est montée sur une plate-forme d'essai, comme cela est représenté à la Figure 2, ou sur un dispositif analogue. La surface de montage peut être constituée d'une plaque d'acier ou d'aluminium, de contreplaqué ou d'un autre matériau. Dans le but d'appliquer la charge, un mandrin rigide de section circulaire ou autre section appropriée est positionné à l'intérieur de l'espace de la bride. Pour les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue prévus pour recevoir plus d'un câble, le nombre approprié de mandrins est utilisé. Lorsque plusieurs mandrins sont utilisés, la charge doit être appliquée au mandrin le plus éloigné de la surface de montage. Il y a lieu de s'assurer que la charge s'exerce sur l'axe central du mandrin. La taille du mandrin est la taille minimale pour laquelle la bride est conçue.

Pour les brides de câbles métalliques, la charge déclarée est appliquée progressivement et maintenue pendant une durée de (60^{+5}_0) min.

Pour les brides composites et non métalliques, l'assemblage des échantillons est placé dans un four à circulation d'air à plein tirage. Les essais sont réalisés une fois que la température a atteint et s'est stabilisée à la température maximale déclarée issue du Tableau 1 avec une tolérance de $(+2_{-2})$ °C. La charge est appliquée progressivement puis maintenue pendant une durée de (60^{+5}_0) min.

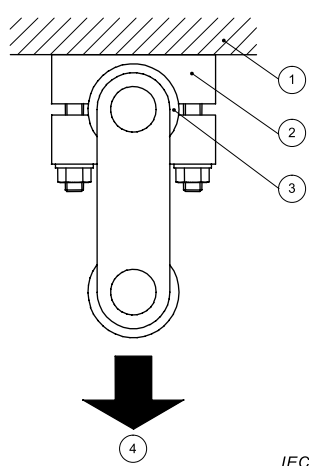
Une bride de câbles prévue pour une seule orientation de montage doit être soumise aux essais dans cette orientation. Cette orientation doit être déclarée dans la documentation.

Une bride de câbles prévue pour plusieurs orientations de montage doit être soumise aux essais dans chacune des orientations en utilisant des échantillons distincts. La charge doit être appliquée perpendiculairement à la surface de montage sur un premier lot d'échantillons (Figure 2a ou Figure 2b), puis parallèlement à la surface de montage sur un deuxième lot d'échantillons (Figure 2c ou Figure 2d).

Lorsqu'il est possible de déterminer qu'une orientation particulière de montage représente la condition la plus contraignante, les résultats des essais dans cette orientation peuvent représenter toutes les orientations de montage.

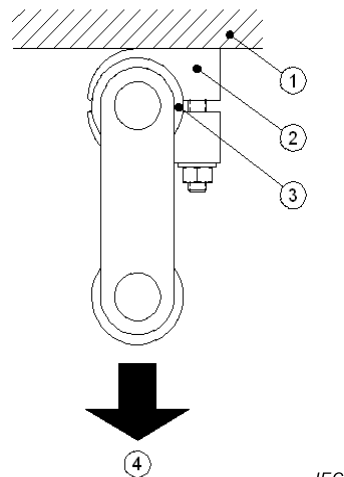
Le déplacement du mandrin doit être inférieur à 50 % du diamètre du mandrin.

NOTE L'essai est destiné à déterminer le maintien latéral de la bride et non pas la résistance de la surface de montage.



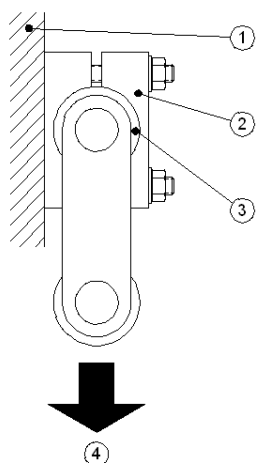
IEC

Figure 2a – Essai de tenue à la charge latérale en appliquant la charge perpendiculairement à la surface de montage sur une bride avec deux fixations



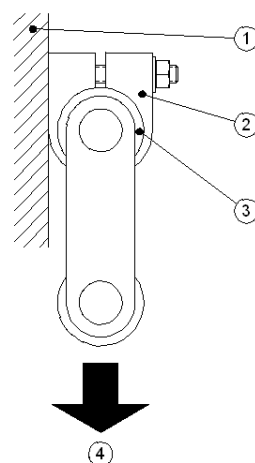
IEC

Figure 2b – Essai de tenue à la charge latérale en appliquant la charge perpendiculairement à la surface de montage sur une bride avec une seule fixation



IEC

Figure 2c – Essai de tenue à la charge latérale en appliquant la charge parallèlement à la surface de montage sur une bride avec deux fixations



IEC

Figure 2d – Essai de tenue à la charge latérale en appliquant la charge parallèlement à la surface de montage sur une bride avec une seule fixation

Légende	
1	surface de montage
2	bride
3	mandrin
4	direction de la charge

Figure 2 – Configurations types pour l'essai de tenue à la charge latérale

9.4 Essai de tenue à la charge axiale

L'essai est réalisé en utilisant un mandrin de section hors tout équivalente à la section minimale déclarée du câble pour lequel la bride de câbles est conçue. Le mandrin d'essai doit avoir une tolérance de diamètre de $\begin{pmatrix} +0,2 \\ -0,2 \end{pmatrix}$ mm pour des mandrins de diamètre inférieur ou égal à 16 mm et une tolérance de diamètre de $\begin{pmatrix} +0,3 \\ -0,3 \end{pmatrix}$ mm pour des mandrins de diamètre

supérieur. Dans le cas de câbles non circulaires, il faut utiliser un profilé simulant les dimensions extérieures du câble déclarées par le fabricant ou le vendeur responsable. Pour les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue recevant plus d'un câble, le nombre approprié de mandrins est utilisé. Lorsque plusieurs mandrins sont utilisés, la charge doit être appliquée simultanément à tous les mandrins.

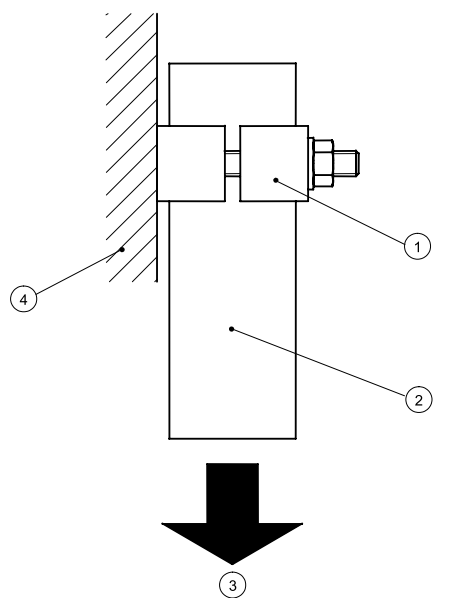
Tous les mandrins doivent avoir une rugosité de surface inférieure ou égale à $7 \mu\text{m Ra}$ selon l'ISO 4287. Pour les températures d'essai inférieures à 105°C , les mandrins d'essai peuvent être en polyamide rigide ou en métal. Des mandrins métalliques doivent être utilisés pour les températures d'essai de 105°C et supérieures.

La bride est montée sur une surface de montage rigide et assemblée sur la plate-forme d'essai comme cela est représenté à la Figure 3, ou sur un dispositif analogue. La surface de montage peut être constituée d'une plaque d'acier ou d'aluminium, de contreplaqué ou d'un autre matériau.

Pour les brides de câbles métalliques, la charge déclarée est appliquée progressivement et maintenue pendant une durée de (5^{+1}_0) min.

Pour les brides composites et non métalliques, l'assemblage des échantillons est placé dans un four à circulation d'air à plein tirage. Les essais sont réalisés une fois que la température a atteint et s'est stabilisée à la température maximale déclarée selon le Tableau 1 avec une tolérance de $(\pm 2)^\circ\text{C}$. La charge est appliquée progressivement puis maintenue pendant une durée de (5^{+1}_0) min.

Après l'essai, le déplacement des mandrins par rapport à la bride ne doit pas être supérieur à 5 mm.



IEC

Légende	
1	bride
2	mandrin
3	direction de la charge
4	surface de montage

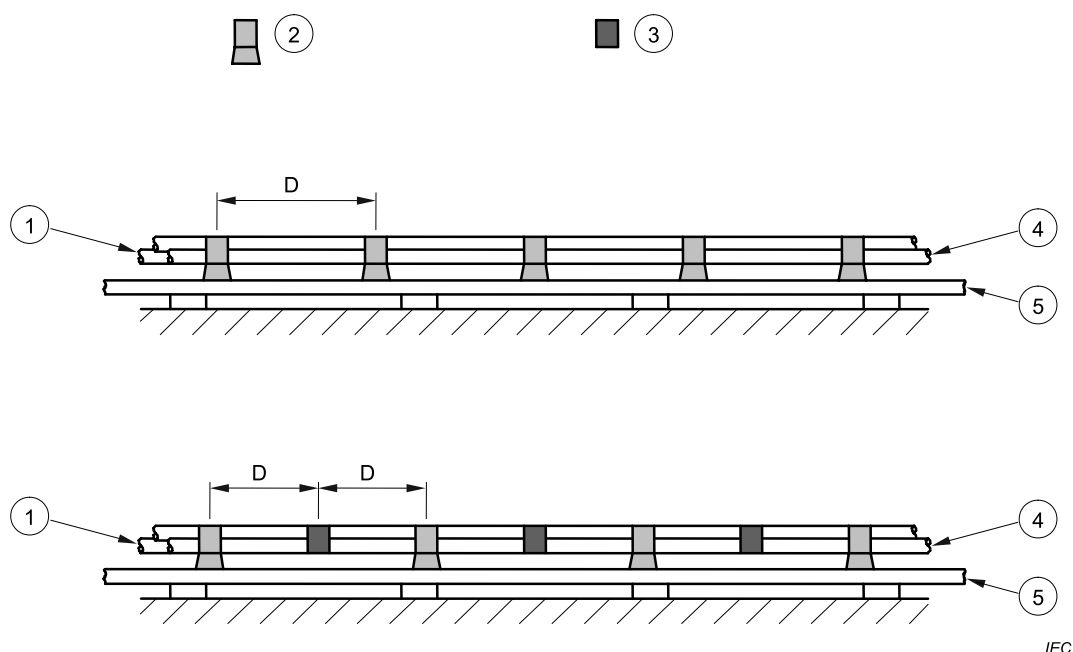
Figure 3 – Configuration type pour l'essai de tenue à la charge axiale

9.5 Essai de tenue aux forces électromécaniques

9.5.1 Généralités

Un essai de court-circuit en utilisant les valeurs de crête du courant de court-circuit (i_p) et efficace du courant de court-circuit symétrique initial (I''_k) déclarées par le fabricant ou le vendeur responsable est réalisé comme suit. Un lot de brides de chaque type et de taille appropriée pour le câble d'essai doit être soumis aux essais. L'essai est réalisé en utilisant un câble conducteur non armé 600 V / 1 000 V à une seule âme multibrins en cuivre de (35^{+5}_{-5}) mm ou (50^{+5}_{-5}) mm de diamètre.

Les limites de température spécifiées en 5.4 ne s'appliquent pas à cet essai. L'essai est réalisé à la température ambiante en vigueur sur la configuration déclarée aux valeurs de courant de court-circuit déclarées. La température ambiante doit être consignée dans le rapport d'essais. Des assemblages types sont représentés à la Figure 4.



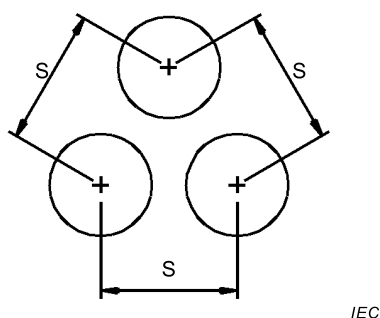
IEC

Légende	
1	extrémité côté alimentation
2	brides de câbles
3	dispositifs intermédiaires de tenue
4	extrémité côté barre de court-circuit
5	surface de montage
D	espacement

Figure 4 – Assemblages types pour l'essai de tenue aux forces électromécaniques

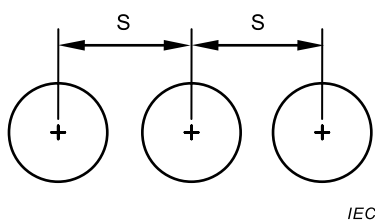
La configuration des câbles est représentée à la Figure 5 ou à la Figure 6 avec un câble par phase. Une extrémité de chaque câble est raccordée à une alimentation triphasée et l'autre extrémité à une barre de court-circuit où les trois phases sont interconnectées. La barre de court-circuit doit être isolée de la terre. Le câble est maintenu au moins en 5 emplacements le long du chemin de câble. Lorsque des dispositifs intermédiaires de tenue sont utilisés, au moins 4 brides et au moins 3 dispositifs intermédiaires de tenue doivent être utilisés. Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue éventuels doivent être régulièrement espacés. Les brides sont fixées sur une surface de montage définie par le fabricant (par exemple une

échelle à câble) qui doit être choisie au regard des forces susceptibles de s'exercer au cours de l'essai.



Légende	
S	espacement entre centres de câbles

Figure 5 – Configuration type de trois câbles en disposition trèfle



Légende	
S	espacement entre centres de câbles

Figure 6 – Configuration type de câbles en disposition en nappe

Il y a lieu de s'assurer que la section du câble est adaptée à la durée et à l'amplitude du courant d'essai qui ne doit pas générer un dépassement de la valeur assignée I^2t (contrainte thermique) du câble utilisé.

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- les références du catalogue du fabricant ou du vendeur responsable des brides de câbles et des dispositifs intermédiaires de tenue (le cas échéant);
- les informations d'assemblage indiquant:
 - le nombre de brides et leur espacement, D ;
 - le nombre de dispositifs intermédiaires de tenue (le cas échéant) et leur espacement, D ;
 - l'espacement entre centres de câbles, S ;
- le diamètre du câble conducteur, l'épaisseur de l'isolant, le diamètre extérieur et les marquages;
- une photographie du montage d'essai prise avant l'essai et une photographie prise après l'essai indiquant l'état des brides de câbles et des éventuels dispositifs intermédiaires de tenue (le cas échéant);
- la durée d'essai;
- la température ambiante pendant l'essai.

Si le laboratoire d'essai est amené à conduire un essai de calibration, il y a lieu de prendre les mesures nécessaires pour s'assurer que l'installation d'essai n'en est pas affectée.

Les câbles du montage d'essai sont soumis à un court-circuit triphasé d'une durée d'au moins 0,1 s. La durée de l'essai est consignée.

Il y a lieu de s'assurer de la présence des dispositifs de tenue de câble appropriés à chaque extrémité du chemin de câbles en essai.

L'Annexe B peut être utilisée pour calculer les forces théoriques pouvant être générées pendant les courts-circuits dans le but de préparer l'essai.

9.5.2 Brides de câbles et dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.4

Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.4 doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- il ne doit pas se produire de défaillance susceptible d'affecter la fonction prévue de maintien en place des câbles;*
- les brides de câbles et les éventuels dispositifs intermédiaires de tenue doivent être intacts et aucune pièce ne doit manquer, y compris tous les dispositifs utilisés pour fixer les brides à la surface de montage;*
- il ne doit y avoir aucune coupure ou dommage visible à la vision normale ou corrigée sur la gaine extérieure de chaque câble provoquée par les brides de câbles ou par les éventuels dispositifs intermédiaires de tenue.*

9.5.3 Brides de câbles et dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.5

Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.4.5 doivent satisfaire aux exigences de contrôle de 9.5.2 après la première application et après la seconde application d'un court-circuit.

Après une seconde application de court-circuit, un essai de tenue en tension est réalisé en appliquant une tension continue d'essai minimale de 2,8 kV ou une tension alternative d'essai minimale de 1,0 kV pendant une durée de (60^{+5}_0) s selon les dispositions de l'IEC 60060-1:2010, Article 5, Essais en tension continue ou Article 6, Essais en tension alternative. L'essai de tenue en tension doit être réalisé entre les âmes du câble, qu'il convient de raccorder ensemble, et la structure de montage. La structure de montage doit être raccordée au système de mise à la terre. Les gaines de câble et la structure de montage doivent être préalablement mouillées avec suffisamment d'eau pour faciliter un cheminement de courant de fuite le long de la gaine extérieure pendant (2^{+1}_0) min avant le début de l'essai.

Les câbles doivent satisfaire aux exigences de l'essai de tenue en tension sans défaillance de l'isolant.

10 Risques du feu

10.1 Propagation de la flamme

Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue non métalliques ainsi que les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue composites doivent avoir la résistance à la propagation de la flamme adéquate.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

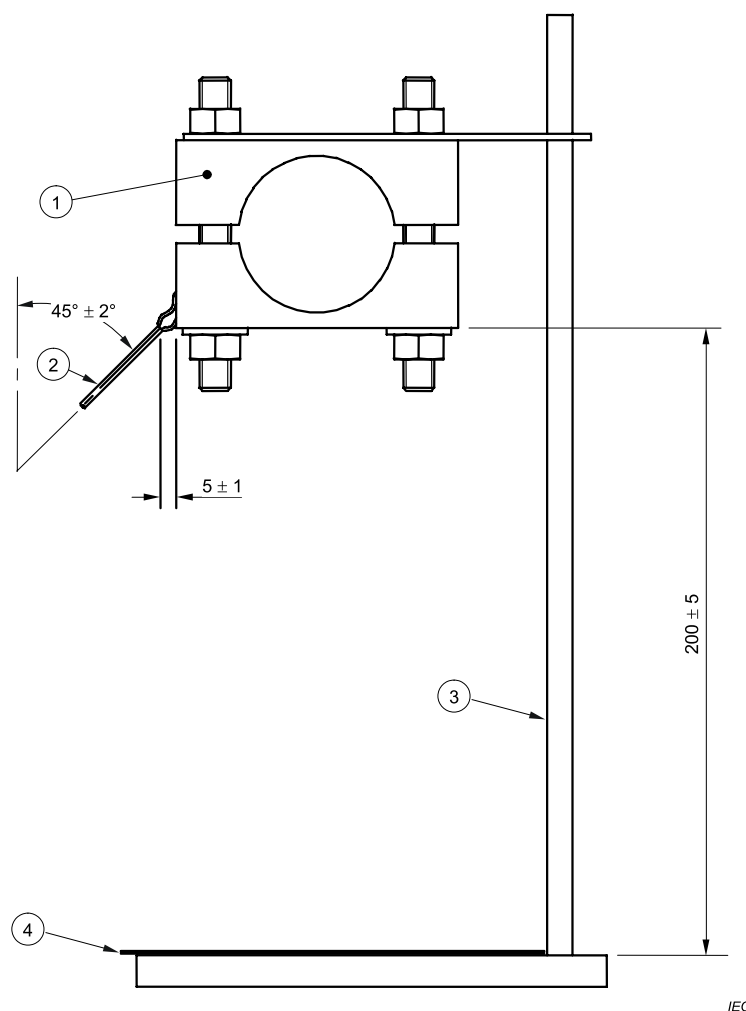
En utilisant un dispositif tel que celui représenté à la Figure 7, l'échantillon doit être soumis à l'essai au brûleur-aiguille comme spécifié dans l'IEC 60695-11-5 avec les informations complémentaires suivantes:

- la flamme doit être appliquée sur la face extérieure de l'échantillon,
- la durée d'application doit être de (30^{+0}_{-1}) s,
- la couche sous-jacente doit consister en trois feuilles de papier mousseline,
- la flamme doit être appliquée une seule fois.

L'échantillon doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai si:

- 30 s après le retrait de la flamme d'essai, il n'y a pas d'inflammation de l'échantillon,
- le papier mousseline ne s'est pas enflammé.

Dimensions en millimètres



Légende

1	bride
2	brûleur
3	support
4	papier mousseline

Figure 7 – Configuration type pour l'essai au brûleur-aiguille

10.2 Emission de fumée

Il n'est pas nécessaire de traiter les émissions de fumées dans le cas des brides et des dispositifs intermédiaires de tenue en raison de leur faible taille et de leur petite quantité au cours d'une utilisation normale.

10.3 Toxicité des fumées

Il n'est pas nécessaire de traiter la toxicité des fumées dans le cas des brides et des dispositifs intermédiaires de tenue en raison de leurs faibles taille et quantité au cours d'une utilisation normale.

11 Influences de l'environnement

11.1 Tenue aux rayonnements lumineux ultraviolets

Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue classés selon 6.5.1.2 doivent être soumis à un conditionnement aux rayonnements lumineux ultraviolets (UV) selon les exigences suivantes.

Lorsque le produit est fourni en plusieurs coloris, le coloris disposant de la charge en pigment organique la plus élevée doit être soumis à cet essai. Les échantillons soumis à essai sont considérés comme représentatifs de la gamme complète de couleurs.

Les échantillons doivent être montés dans le dispositif de rayonnements lumineux ultraviolets de façon convenable et adaptée au produit à soumettre aux essais ainsi qu'au matériel d'essai de sorte que les échantillons ne soient pas en contact les uns avec les autres.

Les échantillons doivent être exposés au minimum pendant 700 h à l'arc au Xénon, Méthode A, Cycle 1, conformément à l'ISO 4892-2:2006. Ils doivent être exposés de façon continue aux rayonnements lumineux et de façon intermittente à des pulvérisations d'eau. Le cycle doit être de 102 min sans pulvérisation d'eau et de 18 min avec pulvérisation d'eau. L'appareillage doit fonctionner avec une lampe à arc au xénon refroidie à l'eau, des filtres optiques intérieur et extérieur en verre borosilicaté, un éclairage spectral de $(0,51^{+0,02}_{-0,02}) \text{ W/(m}^2 \cdot \text{nm)}$ à 340 nm et une température du niveau de noir de $(63^{+3}_{-3}) \text{ }^\circ\text{C}$. La température de la chambre doit être de $(38^{+3}_{-3}) \text{ }^\circ\text{C}$. L'humidité relative dans la chambre doit être de $(50^{+10}_{-10}) \text{ } \%$.

A l'issue de l'exposition, les échantillons doivent être maintenus pendant au moins 30 min dans les conditions ambiantes.

Après exposition aux UV, les échantillons ne doivent pas présenter de signes de détérioration ni de craquelure ni de dommage visible à la vision normale ou corrigée. Les échantillons doivent ensuite être soumis à un essai de tenue aux chocs, tel que décrit en 9.2 et doivent satisfaire aux exigences de l'essai de tenue aux chocs.

NOTE Les brides précédemment conformes à l'IEC 61914:2009 ne nécessitent pas un nouvel essai.

11.2 Tenue à la corrosion

11.2.1 Généralités

Les brides et les dispositifs de tenue intermédiaires composites ou métalliques doivent avoir une tenue à la corrosion adéquate.

La conformité est vérifiée par l'essai de 11.2.2 sauf spécification contraire ci-dessous.

Les brides et les dispositifs intermédiaires de tenue composites ou métalliques, y compris les éléments de fixation comme les écrous, les boulons, les vis et les rondelles, en métaux non ferreux, en fonte, en fer malléable ou en acier inoxydable contenant au moins 16 % de chrome n'ont pas à être soumis à l'essai et sont réputés satisfaire aux exigences de la classification pour une tenue élevée à la corrosion. L'acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome est réputé satisfaire aux exigences de la classification pour une tenue faible à la corrosion et n'a besoin d'être soumis à essai que s'il est déclaré selon 6.5.2.2 pour une tenue élevée à la corrosion. Si la protection contre la corrosion est assurée par une couche de revêtement de zinc d'épaisseur supérieure ou égale à celle spécifiée au Tableau 4, la mesure de l'épaisseur de la couche de zinc est exigée sans qu'il soit nécessaire de réaliser un quelconque autre essai.

Les épaisseurs moyenne et minimale doivent être déterminées par une série de cinq mesures sur la surface zinguée.

Les éléments de fixation tels que des écrous, des boulons, des vis et des rondelles, ne doivent pas être soumis aux essais de 11.2.2, toutefois, la présence d'un revêtement de protection est exigée.

La présence d'un revêtement de protection sur les éléments de fixation doit être déterminée par examen à la vision normale ou corrigée.

Une bordure d'arête, une perforation et la surface fileté d'un trou taraudé d'une pièce formée à partir d'une tôle galvanisée d'épaisseur 2,5 mm ou moins ne nécessite pas de revêtement de protection.

Tableau 4 – Tenue à la corrosion

Classification	Utilisation type	Épaisseur moyenne de la couche de zinc μm	Épaisseur minimale de la couche de zinc μm	Durée de l'essai au brouillard salin h
Faible	Emplacements secs en intérieur	5	3,5	24
Élevée	Emplacements humides en extérieur ^a	25	18	192
^a En présence d'un milieu marin ou d'autres milieux agressifs, une protection supplémentaire peut être exigée et il convient de donner une attention supplémentaire à la détermination de la durée d'exposition appropriée ou de choisir une méthode d'essai alternative.				

11.2.2 Essai au brouillard salin

Toutes les graisses doivent être retirées des pièces à soumettre aux essais par nettoyage avec de l'essence minérale. Toutes les pièces doivent être ensuite séchées. Les échantillons doivent être ensuite assemblés sur un mandrin en polyamide 66 d'un diamètre égal au diamètre du câble le plus petit déclaré pour la bride ou le dispositif intermédiaire de tenue.

Les échantillons doivent ensuite être soumis à un essai au brouillard salin neutre (NSS) selon l'ISO 9227 pendant la durée spécifiée au Tableau 4.

Les surfaces pour lesquelles un revêtement n'est pas exigé en 11.2.1 doivent être protégées pendant l'essai selon les instructions de l'ISO 9227.

Après avoir séché les pièces pendant au moins 10 min dans une enceinte chauffante à une température de (100^{+5}_{-5}) °C, toute trace de rouille sur les angles vifs ainsi qu'un voile jaunâtre peuvent être enlevés par frottement.

L'échantillon doit être considéré avoir satisfait à l'essai si aucune rouille rouge n'est visible à la vision normale ou corrigée.

Les zones d'accumulation d'eau salée pendant l'essai ne sont pas prises en compte pour les résultats d'essai.

12 Compatibilité électromagnétique

12.1 Emission électromagnétique

En usage normal, les produits couverts par la présente norme sont passifs au sens des émissions électromagnétiques.

12.2 Echauffement par induction

Les matériaux ferromagnétiques (par exemple la fonte, l'acier doux) qui entourent les monoconducteurs dans les circuits à courant alternatif sont sensibles aux échauffements provoqués par les courants de Foucault. Le fabricant ou le vendeur responsable de brides réalisées en matériaux ferromagnétiques pouvant réaliser un circuit magnétique et électrique autour du câble doit émettre un avertissement indiquant que les brides ne doivent pas être utilisées sur des câbles monoconducteurs dans les circuits à courant alternatif.

Annexe A (informative)

Exemples de brides de câbles

Les Figures A.1 à A.9 présentent des exemples de brides de câbles.



IEC

Figure A.1 –



IEC

Figure A.2 –



IEC

Figure A.3 –



IEC

Figure A.4 –



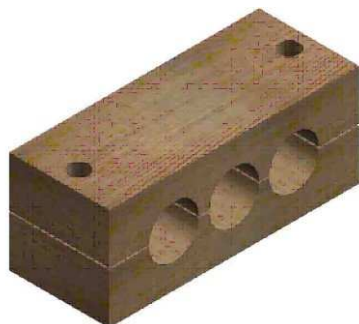
IEC

Figure A.5 –



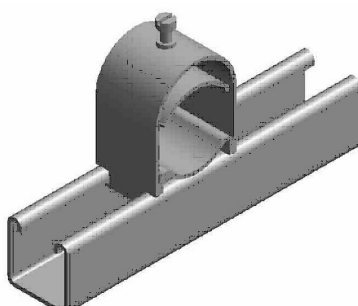
IEC

Figure A. 6 –



IEC

Figure A.7–



IEC

Figure A.8 –



IEC

Figure A.9 –

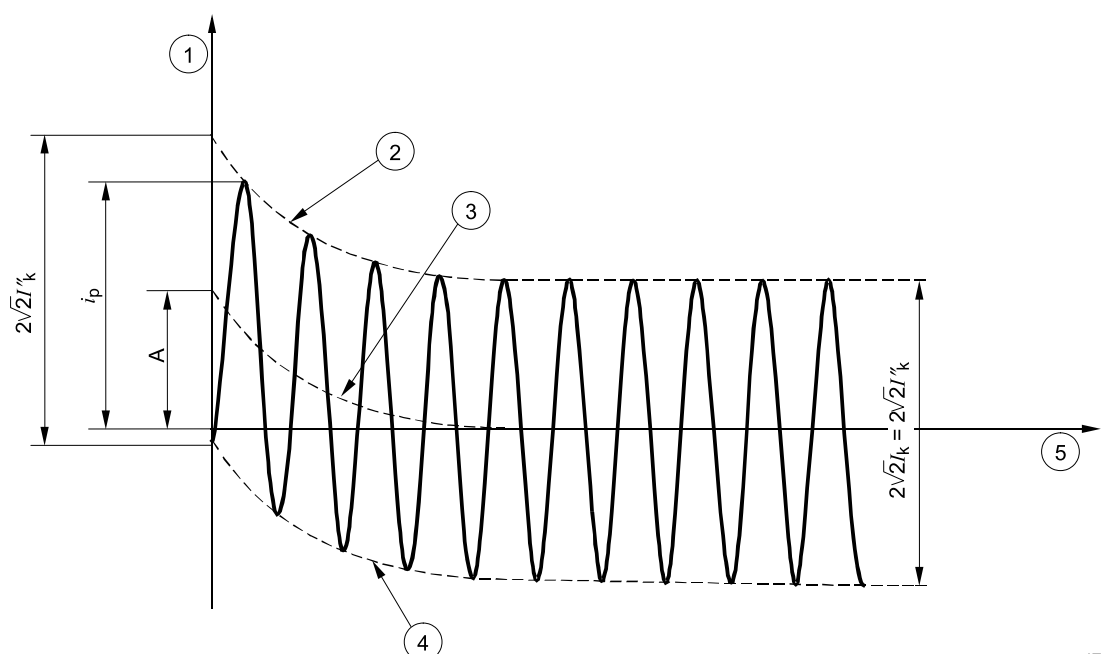
Annexe B (informative)

Calcul des forces provoquées par les courants de court-circuit

B.1 Caractéristiques

Des recommandations pour le calcul des courants de court-circuit sont données dans la série de l'IEC 60909 et l'IEC 61363-1. Cette dernière couvre les navires et les unités offshore. Les informations données dans la présente Annexe B sont fondées sur l'IEC 60909-0.

Les caractéristiques du courant pendant un court-circuit dépendent de nombreux facteurs, incluant la séparation électrique depuis le générateur. La Figure B.1 montre une courbe du courant en fonction du temps caractéristique d'un type de court-circuit loin du générateur. La composante alternative dans ce cas a une amplitude constante ($I''_k = I_k$) et elle est superposée à une composante continue décroissante, $i_{d.c.}$. Celle-ci décroît d'une valeur initiale, A, à zéro.



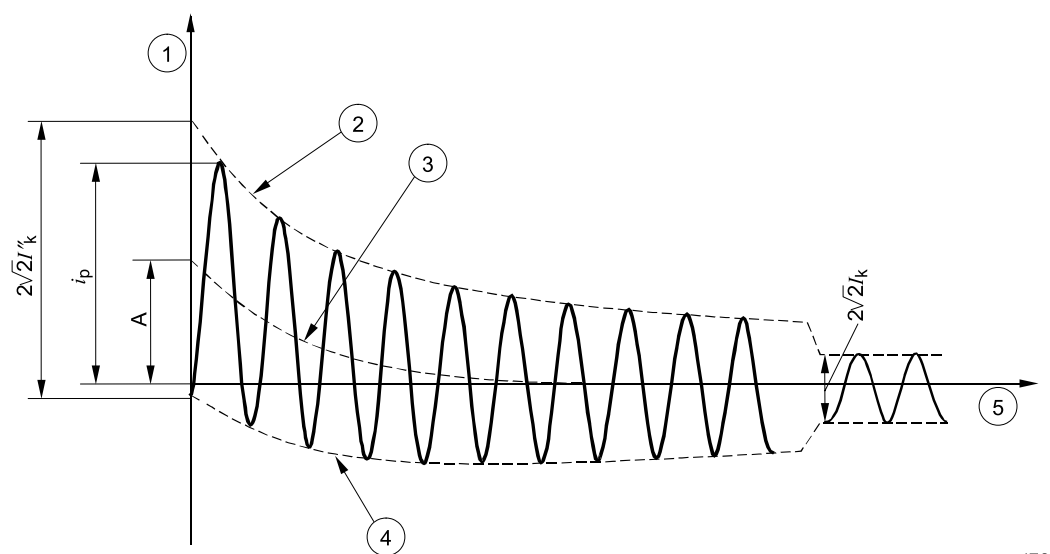
IEC

Légende	
1	courant
2	enveloppe supérieure
3	composante continue décroissante, $i_{d.c.}$, du courant de court-circuit
4	enveloppe inférieure
5	temps
A	valeur initiale de la composante continue, $i_{d.c.}$, du courant de court-circuit

Figure B.1 – Courant de court-circuit pour un court-circuit loin du générateur avec une composante alternative constante

Pour des courts-circuits près du générateur, la composante alternative a une amplitude décroissante ($I''_k > I_k$) et est aussi superposée à une composante continue décroissante, $i_{d.c.}$.

qui diminue d'une valeur initiale, A , à zéro. La Figure B.2 montre une courbe du courant en fonction du temps caractéristique d'un type de court-circuit près du générateur.



IEC

Légende	
1	courant
2	enveloppe supérieure
3	composante continue décroissante, $i_{d,c}$, du courant de court-circuit
4	enveloppe inférieure
5	temps
A	valeur initiale de la composante continue, $i_{d,c}$, du courant de court-circuit

Figure B.2 – Courant de court-circuit pour un court-circuit près du générateur avec une composante alternative décroissante

B.2 Spécification du courant d'essai

Il convient qu'une spécification complète des courants de court-circuit donne les courants en fonction du temps à l'endroit du court-circuit depuis l'initiation du court-circuit jusqu'à son extinction. Dans la plupart des cas pratiques, cela n'est pas nécessaire. Il est généralement suffisant de connaître la valeur de crête du courant, i_p , et les valeurs efficaces du courant de court-circuit symétrique initial I''_k et du courant de court-circuit permanent I_k .

Afin de spécifier le courant utilisé dans un essai de court-circuit, les données suivantes sont indiquées:

- la valeur de crête du courant de court-circuit, i_p ;
- la valeur efficace du courant de court-circuit symétrique initial, I''_k ;
- la durée du court-circuit, t .

B.3 Calcul des forces mécaniques entre conducteurs

La force électromagnétique s'exerçant sur un conducteur est déterminée par le courant dans le conducteur et le champ magnétique créé par les conducteurs voisins. Dans les installations de câbles, les distances entre les câbles sont normalement petites et de ce fait les forces peuvent être considérables.

Pour calculer les forces auxquelles une bride peut être soumise pendant un court-circuit, les équations de cette annexe peuvent être utilisées. Les dérivées des équations (B.5), (B.6) et (B.7) sont basées sur un courant de panne symétrique sans composante continue. Elles supposent également que les câbles sont rigides. Il convient donc de ne pas utiliser ces équations pour extrapoler des résultats d'essai en court-circuit.

Dans le cas de deux conducteurs parallèles, la force électromagnétique sur un conducteur peut être tirée de l'Equation B1:

$$F(t) = B(t) \cdot i(t) \cdot l \quad (\text{B.1})$$

où

l est la longueur;

$F(t)$ est la force électromagnétique instantanée sur un conducteur;

$B(t)$ est le champ magnétique instantané créé par le conducteur voisin;

$i(t)$ est le courant instantané dans le conducteur voisin;

Si la composante continue du courant de court-circuit n'est pas prise en compte, la force instantanée oscille de manière sinusoïdale à une fréquence double de celle des courants (Equation B.1). La composante continue donne une composante de force décroissante avec une fréquence identique à la fréquence du système.

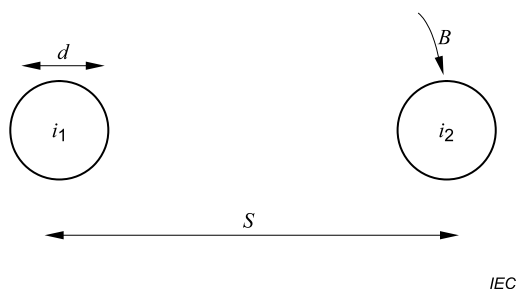


Figure B.3 – Deux conducteurs parallèles

Pour les deux conducteurs parallèles comme cela est représenté à la Figure B.3, le champ magnétique créé par le courant i_1 , s'exerçant à l'emplacement de l'autre conducteur est:

$$B = \mu_0 \cdot H = \mu_0 \cdot i_1 / 2 \cdot \pi \cdot S \quad (\text{B.2})$$

où

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)}$$

et la force mécanique est

$$F = i_2 \times B = i_2 \cdot \mu_0 \cdot i_1 / 2 \cdot \pi \cdot S \quad (\text{B.3})$$

L'équation usuelle s'écrit:

$$F_s = 0,2 \cdot i_1 \cdot i_2 / S \quad (\text{B.4})$$

Dans cette équation, la force est donnée en N/m, i en kA et S en m.

Dans un système triphasé, le champ magnétique de l'Equation B.2 est la valeur du vecteur instantané créé par les deux autres phases.

Le vecteur de l'Equation B.3 confirme que deux conducteurs parallèles sont repoussés si les deux courants sont déphasés de 180° et que la force est dirigée vers l'autre conducteur pour des courants qui sont en phase.

La résolution de l'Equation B.4 exige que $S \gg d$ mais donne une précision acceptable lorsque la distribution du courant est uniforme (ou symétrique) dans les conducteurs.

Pour un court-circuit triphasé, avec des conducteurs en configuration de nappe, les forces sur les deux conducteurs extérieurs sont toujours dirigées vers l'extérieur à partir du conducteur central. La force sur le conducteur central oscille. La force maximale sur les conducteurs extérieurs de la configuration en nappe peut être calculée à partir de:

$$F_{fo} = 0,16 \cdot i_p^2 / S \quad (\text{B.5})$$

La force maximale sur le conducteur central d'une configuration en nappe peut être calculée à partir de:

$$F_{fm} = 0,17 \cdot i_p^2 / S \quad (\text{B.6})$$

Pour un court-circuit triphasé avec des câbles disposés en trèfle, la force maximale sur le conducteur est:

$$F_t = 0,17 \cdot i_p^2 / S \quad (\text{B.7})$$

où

- F_s est la force maximale sur le câble conducteur d'une disposition en nappe pour un court-circuit monophasé [N/m];
- F_{fo} est la force maximale sur le câble conducteur extérieur d'une disposition en nappe pour un court-circuit triphasé [N/m];
- F_{fm} est la force maximale sur le câble conducteur central d'une disposition en nappe pour un court-circuit triphasé [N/m];
- F_t est la force maximale sur le câble conducteur d'une disposition en trèfle pour un court-circuit triphasé [N/m];
- i_p est la valeur de crête du courant de court-circuit [kA];
- d est le diamètre extérieur du conducteur [m];
- S est la distance des centres entre deux conducteurs voisins [m].

Bibliographie

IEC 60068-2-75:1997, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

IEC 60909-0:2001, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

IEC 61363-1:1998, *Installations électriques à bord des navires et des plates-formes mobiles et fixes en mer – Partie 1: Evaluation des courants de court-circuit en c.a. triphasé*

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