

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Overhead lines – Requirements and tests for aeolian vibration dampers**

**Lignes aériennes – Exigences et essais applicables aux amortisseurs  
de vibrations éoliennes**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de 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  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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 corrigendum or an amendment might have been published.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://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: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 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.

### 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.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 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.

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Overhead lines – Requirements and tests for aeolian vibration dampers**

**Lignes aériennes – Exigences et essais applicables aux amortisseurs  
de vibrations éoliennes**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.240.20

ISBN 978-2-8322-7800-0

**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 and definitions .....	7
4 General requirements .....	7
4.1 Design .....	7
4.2 Materials .....	8
4.3 Mass, dimensions and tolerances .....	8
4.4 Protection against corrosion .....	8
4.5 Manufacturing appearance and finish .....	8
4.6 Marking .....	8
4.7 Installation instructions .....	8
5 Quality assurance .....	8
6 Classification of tests .....	9
6.1 Type tests .....	9
6.1.1 General .....	9
6.1.2 Application .....	9
6.2 Sample tests .....	9
6.2.1 General .....	9
6.2.2 Application .....	9
6.2.3 Sampling, acceptance criteria .....	9
6.3 Routine tests .....	10
6.3.1 General .....	10
6.3.2 Application and acceptance criteria .....	10
6.4 Table of tests to be applied .....	10
7 Test methods .....	11
7.1 Visual examination .....	11
7.2 Verification of dimensions, materials and mass .....	11
7.3 Corrosion protection tests .....	11
7.3.1 Hot dip galvanized components (other than messenger cable wires) .....	11
7.3.2 Ferrous components protected from corrosion by methods other than hot dip galvanizing .....	12
7.3.3 Hot dip galvanized messenger cable wires .....	12
7.4 Non-destructive tests .....	12
7.5 Clamp slip test .....	12
7.6 Breakaway bolt test .....	13
7.7 Clamp bolt tightening test .....	14
7.8 Attachment of weights to messenger cable test .....	14
7.9 Attachment of clamp to messenger cable test .....	15
7.10 Corona and radio interference voltage (RIV) tests .....	15
7.11 Damper performance tests .....	15
7.11.1 Performance test variants .....	15
7.11.2 Damper characteristic test .....	16
7.11.3 Damper effectiveness evaluation .....	18
7.12 Damper fatigue test .....	21
7.12.1 Test methods .....	21

7.12.2	Swept frequency method .....	21
7.12.3	Resonant frequency method .....	21
7.12.4	Acceptance criteria .....	22
7.12.5	Fatigue test method – for spiral aeolian vibration dampers (SVD) .....	22
Annex A (normative)	Minimum technical details to be agreed between purchaser and supplier.....	23
Annex B (informative)	Examples of graphs relevant to damper characteristic test .....	24
Annex C (normative)	Wind power input curve.....	25
Annex D (informative)	Description of HT conductors as given in CIGRE TB 695-2017 [6] .....	27
Bibliography	.....	28
Figure 1	– Test arrangement for longitudinal slip tests .....	13
Figure 2	– Test arrangement for attachment of weights to messenger cable test.....	15
Figure 3	– Test arrangement for attachment of clamp to messenger cable test .....	15
Figure 4	– Test arrangement for damper characteristic test.....	18
Figure 5	– Example of test rig for laboratory test of damper effectiveness.....	18
Figure B.1	– Examples of graphs relevant to damper characteristic test (damper with two resonant frequencies).....	24
Figure C.1	– Wind power input curve .....	25
Table 1	– Tests on dampers.....	10
Table 2	– Load criteria (for standard and high temperature conductors).....	13
Table 3	– Acceptance criteria.....	17

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## OVERHEAD LINES – REQUIREMENTS AND TESTS FOR AEOLIAN VIBRATION DAMPERS

### 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 61897 has been prepared by Technical Committee 11: Overhead lines.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Consider, in addition to Stockbridge type aeolian vibration dampers, also spiral aeolian vibration dampers and elastomeric aeolian vibration dampers.
- b) Consider the application of dampers on high temperature conductors, specifying additional high temperature tests in clamp slip tests.
- c) Simplify the procedure of the damper effectiveness evaluation.
- d) Introduce test at low temperature on fastener components such as break away bolts and conical spring washers.
- e) Include figures showing the test arrangements for the main mechanical tests.

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

FDIS	Report on voting
11/266/FDIS	11/273/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 document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

## OVERHEAD LINES – REQUIREMENTS AND TESTS FOR AEOLIAN VIBRATION DAMPERS

### 1 Scope

This document applies to aeolian vibration dampers intended for single conductors or earth wires or conductor bundles where dampers are directly attached to each subconductor.

The purchaser may adopt part(s) of this document when specifying requirements for cables different from those mentioned above (e.g. optical ground wires (OPGW), all dielectric self-supporting optical cables (ADSS)).

In some cases, test procedures and test values are left to agreement between the purchaser and the supplier and are stated in the procurement contract.

Annex A lists the minimum technical details to be agreed between purchaser and supplier.

Throughout this document, the word “conductor” is used when the test applies to dampers for conductors or earth wires.

### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(466):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 466: Overhead lines*

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

IEC 61284:1997, *Overhead lines – Requirements and tests for fittings*

IEC 61854, *Overhead lines – Requirements and tests for spacers*

IEC 62567:2013, *Overhead lines – Methods for testing self-damping characteristics of conductors*

ISO 1461:2009, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods*

ISO 2859-1:1999/AMD1:2011, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptable quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-2:1985, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality level (LQ) for isolated lot inspection*

ISO 3951-1:2013, *Sampling procedures for inspection by variables – Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*

ISO 3951-2:2013, *Sampling procedures for inspection by variables – Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics*

ISO 9001:2015, *Quality management systems – Requirements*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-466 apply, as well as the following.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **stockbridge-type aeolian vibration damper**

device comprising a steel cable with a weight at each end and one bolted clamp or a helical rod attachment, attachable to a conductor, for the purpose of damping aeolian vibration

#### 3.2

##### **spiral aeolian vibration damper**

##### **SVD**

device made of helical plastic which wraps around the conductor for purposes of damping aeolian vibration (these are commonly used on earth wires, OPGW and ADSS cables)

#### 3.3

##### **elastomeric aeolian vibration damper**

device comprising suspended weights connected to elastomeric articulations and one bolted clamp or a helical rod attachment, attachable to a conductor for the purpose of damping aeolian vibration

#### 3.4

##### **high temperature conductors**

##### **HTC**

conductors which are designed to have a maximum continuous operating temperature over 95 °C

#### 3.5

##### **maximum continuous operating temperature**

conductor temperature specified by the manufacturer and measured at the outer wire layers

### 4 General requirements

#### 4.1 Design

The damper shall be designed so as to

- damp aeolian vibration;
- withstand mechanical loads imposed during installation, maintenance and specified service conditions;
- avoid damage to the conductor under specified service conditions;
- be capable of being removed and re-installed without damage to the conductor;

- be free from unacceptable levels of corona and radio interference under all service conditions, when installed on phase conductors;
- be suitable for safe and easy installation. The clamp design shall retain all parts when opened for attachment to conductor. Furthermore, the clamp design shall be such that the damper, during installation, can be suspended on the conductor before tightening the clamp;
- ensure that individual components will not become loose in service;
- maintain its function over the entire service temperature range;
- avoid audible noise;
- prevent water collection.

Other desirable characteristics which are not essential to the basic functions of the damper but which may be advantageous include:

- verification of proper installation from the ground;
- easy installation and removal from energized lines.

In the case of vibration dampers for conductors or earth wires containing integral fibre optic elements (or an externally applied optical cable wrapped around the earth wire) the possible effects of the damper on these fibre optic elements should be accounted for.

## **4.2 Materials**

The materials shall conform to the requirements of IEC 61284.

## **4.3 Mass, dimensions and tolerances**

Damper mass and significant dimensions, including appropriate tolerances, shall be shown on contract drawings.

## **4.4 Protection against corrosion**

In addition to the applicable requirements of IEC 61284, the messenger cable (including cut ends when exposed) shall be protected against corrosion, e.g. in accordance with IEC 60888 for hot dip galvanized steel wire.

## **4.5 Manufacturing appearance and finish**

The dampers shall be free of defects and irregularities; they shall have all outside surfaces smooth and all edges and corners well-rounded.

## **4.6 Marking**

The fitting marking requirements of IEC 61284 shall be applied to all clamp assemblies including those using breakaway bolts. On spiral dampers, the markings should be on the plastic rod.

## **4.7 Installation instructions**

The supplier shall provide a clear and complete description of the recommended installation procedure including in-span positions.

## **5 Quality assurance**

A quality assurance programme taking into account the requirements of this document can be used by agreement between the purchaser and the supplier to verify the quality of the vibration dampers during the manufacturing process.

Detailed information on the use of quality assurance is given in a system as per ISO 9001 or similar.

It is recommended that test equipment used to verify compliance to this document is routinely maintained and calibrated in accordance with a relevant quality standard.

## **6 Classification of tests**

### **6.1 Type tests**

#### **6.1.1 General**

Type tests are intended to establish design characteristics. They are normally made once and repeated only when the design or the material of the damper components is changed. The results of type tests are recorded as evidence of compliance with design requirements.

#### **6.1.2 Application**

Dampers shall be subjected to type tests as per Table 1.

Unless otherwise specified, each type test shall be performed on three test samples which are identical in all essential respects with dampers to be supplied under contract to the purchaser.

All units shall pass the tests.

The dampers used for tests during which no damage occurs to the units or their components may be used in subsequent tests.

### **6.2 Sample tests**

#### **6.2.1 General**

Sample tests are required to verify that the dampers meet the performance specifications of the type test samples. In addition, they are intended to verify the quality of material and workmanship.

#### **6.2.2 Application**

Dampers shall be subjected to sample tests as per Table 1.

The samples to be tested shall be selected at random from the lot offered for acceptance. The purchaser has the right to make the selection.

The dampers used for tests during which no damage occurs to the units or their components may be used in subsequent tests.

#### **6.2.3 Sampling, acceptance criteria**

The sampling plan procedures according to ISO 2859-1 and ISO 2859-2 (inspection by attributes) and ISO 3951 (inspection by variables) and the detailed procedures (inspection level, AQL, single, double or multiple sampling, etc.) shall be agreed between the purchaser and the supplier for each different attribute or variable.

NOTE Sampling inspection by variables is an acceptance sampling procedure to be used in place of inspection by attributes when it is appropriate to measure on some continuous scale the characteristic(s) under consideration. In the case of failure load tests and similar expensive tests, better distinction between acceptable quality and objective quality is available with acceptance sampling by variables than by attributes for the same sample size.

The purpose of the sampling process may also be important in the choice between a variables or attributes plan. For example, a purchaser may choose to use an attributes acceptance sampling plan to assure that parts in a shipment lot are within a required dimensional tolerance; the manufacturer may make measurements under a variables sampling plan of the same dimensions because he is concerned with gradual trends or changes which may affect his ability to provide shipment lots which meet the AQL.

**6.3 Routine tests**

**6.3.1 General**

Routine tests are intended to prove conformance of vibration dampers to specific requirements and are made on every damper. The tests shall not damage the dampers.

**6.3.2 Application and acceptance criteria**

Whole lots of dampers may be subjected to routine tests. Any damper which does not conform to the requirements shall be discarded.

**6.4 Table of tests to be applied**

The following Table 1 indicates the tests which shall be performed. These are marked with an "X" in the table.

However, the purchaser may specify additional tests which are included in the table and marked with an "O".

Units or components damaged during the test shall be excluded from the delivery to the customer.

**Table 1 – Tests on dampers**

Subclause	Test	Type test	Sample test	Routine test
7.1	Visual examination	X	X	O
7.2	Verification of dimensions, materials and mass	X	X	
7.3	Corrosion protection tests	X	X	
7.4	Non-destructive tests	O	O	O
7.5	Clamp slip test	X	O	
7.6	Breakaway bolt test	X	X	
7.7	Clamp bolt tightening test	X	X	
7.8	Attachment of weights to messenger cable	X	X	
7.9	Attachment of clamp to messenger cable test	X	X	
7.10	Corona and radio interference voltage (RIV) tests <sup>1)</sup>	X		
7.11	Damper performance tests			
7.11.2	– Damper characteristic test	X	O	
7.11.3	– Damper effectiveness evaluation	X		
7.12	Damper fatigue test	X		
<sup>1)</sup> Not applicable for earth wire dampers.				
<ul style="list-style-type: none"> <li>The supplier should state in the tender quality plan, or other tender documentation, which testing is already complete (i.e. which type tests) and which tests (sample or routine) are included in the tender, subject to the approval or change required by the purchaser.</li> <li>If conical washers are used on bolted clamps, embrittlement tests shall be performed in accordance with clause 7.5.2.2 of IEC 61854:2019.</li> </ul>				

## 7 Test methods

### 7.1 Visual examination

Type tests shall include visual examination to ascertain conformity of the dampers in all essential respects, with the manufacturing or contract drawings. Deviations from the drawings shall be subject to the approval of the purchaser and shall be appropriately documented as an agreed concession.

Sample tests and, if required, routine tests shall include visual examination to ensure conformity of manufacturing process, shape, coating and surface finish of the damper with the contract drawings. Particular attention shall be given to markings required and to the finish of surfaces which come into contact with the conductor. The sample test procedure and acceptance criteria shall be agreed between the purchaser and the supplier.

For dampers subjected to corona type test, the sample test shall include a comparison of shape and surface finish with one of the corona type test samples when specified by the purchaser.

### 7.2 Verification of dimensions, materials and mass

Type and sample tests shall include verification of dimensions to ensure that dampers are within the dimensional tolerances stated on contract drawings. The purchaser may choose to witness the measurement of selected dimensions or may inspect the supplier's documentation when this is available.

Type and sample tests shall also include verification of materials to ensure that they are in accordance with contract drawings and documents. This verification shall normally be carried out by the purchaser inspecting the supplier's documentation relating to material specifications, certificates of conformity or other quality documentation.

The total mass of the damper complete with all its components shall comply with the mass shown on the contract drawing (within given tolerances).

### 7.3 Corrosion protection tests

#### 7.3.1 Hot dip galvanized components (other than messenger cable wires)

Hot dip galvanized components other than messenger cable wires shall be tested in accordance with the requirements specified in ISO 1461.

The coating thicknesses shall conform to Tables 3 and 4 of ISO 1461:2009, unless otherwise agreed between purchaser and supplier. However, for the purpose of this document, Tables 3 and 4 in ISO 1461:2009 shall apply to the following categories of items (and not to the categories specified in ISO 1461).

Table 3: Coating thickness on all samples except

- washers;
- threaded components;
- small parts which are centrifuged (significant surface area <1 000 mm<sup>2</sup>).

Table 4: Coating thickness on

- washers;
- threaded components;
- small parts which are centrifuged (significant surface area <1 000 mm<sup>2</sup>).

### **7.3.2 Ferrous components protected from corrosion by methods other than hot dip galvanizing**

Ferrous components protected from corrosion by methods other than hot dip galvanizing shall be tested in accordance with the requirements of relevant IEC/ISO standards agreed between purchaser and supplier.

### **7.3.3 Hot dip galvanized messenger cable wires**

Hot dip galvanized messenger cable wires shall be tested in accordance with the requirements specified in IEC 60888.

## **7.4 Non-destructive tests**

The purchaser shall specify or agree to relevant test methods (ISO or other) and acceptance criteria. Examples of non-destructive tests are as follows:

- magnetic test;
- eddy current test;
- radiographic test;
- ultrasonic test;
- proof load test;
- dye penetrant test;
- hardness test.

## **7.5 Clamp slip test**

The test shall be performed using the conductor for which the clamp is intended. The conductor shall be "as new", i.e. free of any deterioration or damage. The minimum free length of test conductor between its terminating fittings shall be 4 m. The conductor shall be tensioned to 20 % of its rated tensile strength. Precautions shall be taken to avoid birdcaging of the conductor.

The clamp shall be installed in accordance with the supplier's instructions on a different portion of conductor for each test. In the case of breakaway bolts, the installation torque shall be the nominal breakaway torque minus the specified tolerance (see 7.6).

The use of other conductors, or conductor lengths or tensions may be agreed between purchaser and supplier.

By means of a suitable device a load coaxial to the conductor shall be applied to the damper clamp, as indicated in Figure 1. The load shall be gradually increased (not faster than 100 N/s) until it reaches the load given in Table 2 or the load agreed between purchaser and supplier. This load shall be kept constant for 60 s. Then the load shall be gradually increased until slippage of the clamp occurs. The value of slip load shall be recorded.

For the slip test conducted on High Temperature Conductors (HTC) using Stockbridge and elastomeric dampers only, the parameters are the same as for standard conductors. After installing the clamp at ambient temperature, the conductor shall be electrically heated up to the maximum continuous operating temperature as specified by the conductor manufacturer and kept constant at this temperature for 0,5 h. The conductor tension load shall be kept constant at 20 % RTS. Then the slip test shall be performed at maximum continuous operating temperature as described above.

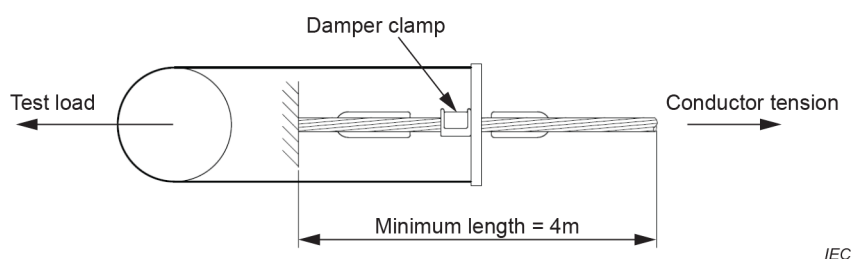
For the type test, an additional thermal process of the conductor shall be performed.

A new clamp shall be fixed at ambient temperature on the conductor which is tensioned to 20 % of RTS. It is permitted to fix several clamps on the same setup to reduce expenditure of time. The distance between the clamps shall be at least 300 mm.

Then the conductor shall be electrically heated up to the maximum continuous operating temperature as specified by the conductor manufacturer and kept constant at this temperature for 1h.

Afterwards the temperature shall decrease to at least ambient temperature plus 5 °C. These cycles shall be carried out four times. At the end of the fourth cycle, after decreasing the temperature to ambient values the slip load test shall be performed. For the complete test run the tension shall be kept constant at 20 % of rated tensile strength.

Clamp slip shall be considered as having occurred when a slip distance of 1 mm for bolted clamps and 2,5 mm for helical attachments is measured.



**Figure 1 – Test arrangement for longitudinal slip tests**

**Table 2 – Load criteria (for standard and high temperature conductors)**

Damper	Conductor diameter	Attachment	Specified minimum load/Maximum slip	
			Load kN	Movement mm
Stockbridge or Elastomeric	< 19 mm	Bolted	1,25	1,0
Stockbridge or Elastomeric	≥ 19 mm	Bolted	2,5	1,0
Stockbridge or Elastomeric	All	Helical	1,0	2,5
Spiral damper <sup>1</sup>	All	Helical	0,1	2,5

<sup>1</sup> Only for standard conductors.

### Acceptance criteria

No movement of the clamp relative to the conductor greater than shown in Table 2 shall occur at or before the end of the specified minimum load for 60 s. Surface flattening of the outer strands of the conductor is acceptable. If armor rods are used under the clamp, slippage of the armor rods relative to the conductor is considered as clamp slippage.

### 7.6 Breakaway bolt test

The breakaway bolt or breakaway cap, if used, shall be tested by applying increasing torque to the breakaway portion of the bolt or the cap until it breaks away. The test shall be carried out at ambient temperature.

Precaution shall be taken on a constant continuous circular motion of the torque wrench and a perpendicular angle between torque wrench and bolt head.

The breakaway torque shall be recorded.

- Acceptance criteria:

The breakaway torque shall be within the tolerance specified by the supplier.

If no tolerance is specified, the range shall be nominal installation torque plus/minus 10 %.

For countries where ambient temperature below 0 °C can be expected, it is recommended to repeat the tests on breakaway bolts and breakaway caps at the temperature corresponding to the average temperature of the coldest month.

The specimens shall be kept for at least 1 h in an appropriate cooling device prior the test. During the break away test the temperature should be measured and recorded. The temperature during the test shall not increase more than 10 °C from initial cooling temperature.

### **7.7 Clamp bolt tightening test**

The test shall be performed by installing the clamp on a length of the conductor for which the damper is intended. In case not available, an equivalent conductor or a tube of same diameter can be used. If the damper is to be used for two or more sizes or types of conductor, then the clamp shall be tested on each conductor unless the purchaser agrees to test on one conductor only.

The bolts or nuts shall be tightened to a torque 10 % above the specified installation torque with a calibrated torque wrench. Clamps with breakaway bolts or breakaway caps shall have the breakaway portion of the head removed prior to the test and shall be tightened 10 % above the specified installation torque.

- Acceptance criteria

The threaded connection shall remain serviceable (by hand) for three subsequent installations and removals and all components of the clamp shall be without any mechanical deformation or cracks. No plastic deformation shall occur to the conductor inside the clamp.

Lastly, the torque shall be increased to either twice the specified installation value or the maximum torque value recommended by the bolt supplier, whichever is lower. This increase shall not result in any breakage of threaded parts or other components of the clamp or any cracks. The bolt shall be able to be removed from the clamp without any failure.

Plastic deformation is permitted.

### **7.8 Attachment of weights to messenger cable test**

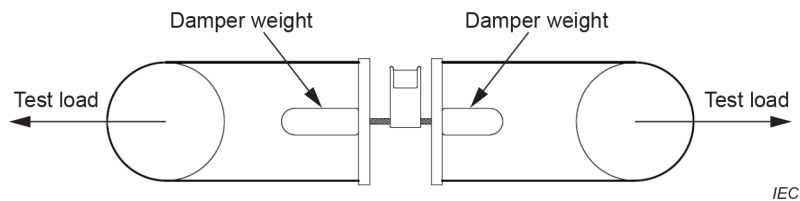
On an assembled damper a tensile load shall be applied between the weights coaxial with the messenger cable, as indicated in Figure 2. The load shall be gradually increased (100 N/s maximum) until it reaches 5 kN (specified minimum slip load). This load shall be kept constant for 60 s.

The load shall then be increased slowly until one weight has been pulled free of the messenger cable. The maximum load obtained during this process shall be recorded, for information purposes only.

- Acceptance criteria

No relative movement greater than 1 mm between each weight and the messenger cable shall occur at or before the end of the application of 5 kN for 60 s.

It may be necessary to remove the load before measuring the distance between the weights, i.e. when the elastic stretch of the messenger cable results in an apparent movement of the weights along the messenger cable.



**Figure 2 – Test arrangement for attachment of weights to messenger cable test**

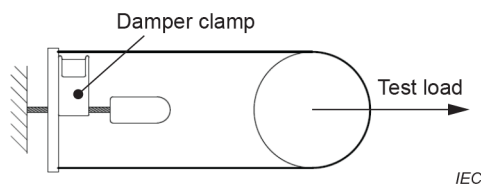
### 7.9 Attachment of clamp to messenger cable test

A tensile load shall be applied between the messenger cable and the clamp body, coaxial with the messenger cable, as indicated in Figure 3. The load shall be gradually increased (100 N/s maximum) until it reaches 1,5 kN (specified minimum slip load). This load shall be kept constant for 60 s.

The load shall then be increased slowly until the clamp has been pulled free of the messenger cable. The maximum load obtained during this process shall be recorded, for information purposes only.

- Acceptance criteria

No movement of the clamp relative to the messenger cable greater than 1 mm shall occur at or before the end of the application of 1,5 kN for 60 s.



**Figure 3 – Test arrangement for attachment of clamp to messenger cable test**

### 7.10 Corona and radio interference voltage (RIV) tests

The tests shall be performed in accordance with Clause 14 of IEC 61284:1997.

### 7.11 Damper performance tests

#### 7.11.1 Performance test variants

Two performance test variants are specified in conjunction with their respective acceptance criteria. The purchaser shall specify or agree to the variant to be applied.

##### a) Variant A

During type and sample tests, the damper characteristic test (see 7.11.2) is executed and the results are compared with the acceptance criteria and limits established by the purchaser.

This variant does not require the damping effectiveness evaluation (see 7.11.3) because this was taken into account when establishing the lower and upper limits.

##### b) Variant B

During type tests the damper characteristic test (see 7.11.2) is performed on three samples.

The damper effectiveness of the type test samples is then checked by one of the three methods described in 7.11.3 (damper effectiveness evaluation). If these three samples meet the acceptance criteria as per 7.11.3, their characteristics may be used as a reference for the future checking of the characteristics of the same damper type, e.g. in sample tests.

For sample testing, the damper characteristic test (see 7.11.2) shall be performed and the results compared with the characteristics obtained during “type tests” (see Table 3).

## 7.11.2 Damper characteristic test

### 7.11.2.1 Stockbridge or elastomeric dampers only

The damper shall be attached via its clamp to a shaker controlled by a sinusoidal oscillator, as shown in Figure 4, the output signal of which is variable in frequency and amplitude. A frequency range of  $0,18/d$  to  $1,4/d$  – where  $d$  is the conductor diameter in metres – shall be covered unless a narrower frequency range is agreed between the purchaser and the supplier. Any automatic sweep rate not exceeding 0,2 decade/min in the case of logarithmic sweep, and 0,5 Hz/s in the case of linear sweep, may be used. Alternatively, the frequency range may be covered step by step (maximum step intervals of 0,5 Hz below 10 Hz, 1 Hz between 10 Hz and 100 Hz and 2 Hz above 100 Hz) with stability of result being checked at each frequency. The clamp velocity shall be held constant at 0,1 m/s (0-p).

NOTE Some difficulties may arise during the test for frequencies below 5 Hz because the oscillations of the shaker may not be truly sinusoidal.

A logarithmic sweep rate of 0,2 decade/min means that after 1 min the frequency is  $10^{0,2}$  times the initial frequency and 10 times the initial frequency after 5 min.

The results of the test shall be graphs of

- Damper impedance  $Z_v$  (ratio between force  $F$  and velocity  $V$  at the damper clamp);
- Phase angle  $\varphi_v$  between force  $F$  and velocity  $V$  at the damper clamp;
- Damper power dissipation  $P_v = \frac{1}{2} F V \cos \varphi_v$ ;

against frequency.

OR

- Damper dynamic stiffness  $\frac{F}{u}$  (ratio between force  $F$  and displacement  $u$  at the damper clamp);
- Phase angle  $\varphi_u$  between force  $F$  and displacement  $u$  at the damper clamp;
- Damper power dissipation  $P_v = \pi f \frac{F}{u} u^2 \sin \varphi_u$  where  $f$  is frequency,  $F$  is the peak force,  $u$  is peak displacement;

against frequency.

Examples of graphs are illustrated in Annex B.

If specified by the purchaser, the test results can be presented in a different manner, provided that the above-mentioned characteristics can be derived from these results.

When variant B is used, from the last of the above graphs the frequencies  $f_i$  and power dissipation values  $P_i$  corresponding to the resonances of the damper shall be recorded. The following designations are used for convenience of reference in this standard:

$f_i$   $i^{\text{th}}$  resonant frequency;

$P_i$  power dissipated by the damper at  $f_i$ .

During type tests the following values shall be determined from the results from the tested dampers:

$f_{i\min}$  the lowest  $f_i$  value obtained for the dampers tested;

$f_{i\max}$  the highest  $f_i$  value obtained for the dampers tested;

$P_{i\min}$  the lowest  $P_i$  obtained for the dampers tested;

$P_{i\max}$  the highest  $P_i$  obtained for the dampers tested;

for all resonant frequencies of the dampers.

- Acceptance criteria

**Table 3 – Acceptance criteria**

	Variant A	Variant B
<b>Type test</b>	For all frequencies the phase angle $\varphi_v$ and the damper power dissipation $P_v$ shall stay between the lower and the upper limits required by the purchaser	No criterion since test results are only used as reference for sample tests
<b>Sample test</b>	For all frequencies the phase angle $\varphi_v$ and the damper power dissipation $P_v$ shall stay between the lower and the upper limits established by the purchaser	<p>In sample tests the resonant frequencies <math>f_i</math> and the corresponding power values <math>P_i</math> shall be determined and compared with the values <math>f_{i\min}</math>, <math>f_{i\max}</math>, <math>P_{i\min}</math> and <math>P_{i\max}</math> obtained from the damper characteristic type test (see above).</p> <p>The damper shall meet the sample test requirement if, for each damper, the following applies:</p> $0,8f_{i\min} < f < 1,2f_{i\max}$ $0,8P_{i\min} < P < 1,2P_{i\max}$ <p>For all resonant frequencies</p>

NOTE Guidance on the measurement of power dissipation of aeolian vibration dampers in laboratory tests is given in IEEE Std 664 [1]<sup>1</sup> which refers to the damper characteristic test as "forced response method" (see Clause 4 of IEEE Std 664:1993).

### 7.11.2.2 High Temperature Conductors (HTC) – Elastomeric dampers only

The damper shall be attached via its clamp to a piece of conductor or tube. After installing the damper at ambient temperature, the conductor/tube shall be electrically heated up to the maximum continuous operating temperature as specified by the conductor manufacturer and kept constant at this temperature for 0,5 h. Then the temperature shall decrease to ambient temperature. This cooling and heating shall be carried out for four cycles. Then the damper characteristic test shall be performed as described in 7.11.2.1. There shall be no change in damper performance more than 10 % between standard conductor test and the high temperature conductor test.

<sup>1</sup> Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

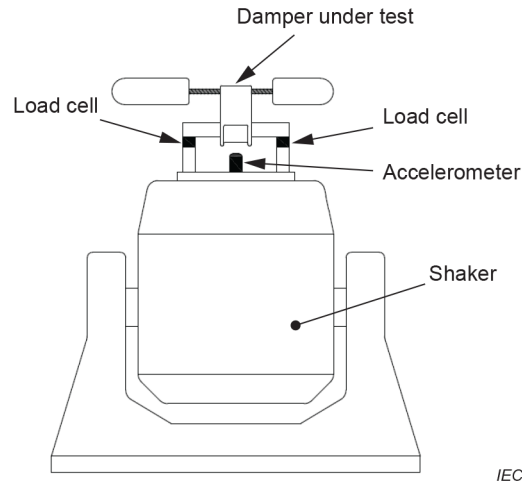


Figure 4 – Test arrangement for damper characteristic test

### 7.11.3 Damper effectiveness evaluation

#### 7.11.3.1 Methods of evaluation

The evaluation of the effectiveness of dampers shall be carried out by means of one or more of the following methods:

- laboratory test;
- field test;
- analytical method.

The method(s) to be applied shall be agreed between the purchaser and the supplier.

#### 7.11.3.2 Laboratory test

The test shall be performed using conductor(s) and tension(s) specified by the purchaser. Alternatively, the supplier may propose conductor(s) and tension(s) for the test, subject to acceptance by the purchaser. The minimum free span length shall be 30 m. The span shall be maintained at the specified tension for at least 24 h before starting the test.

A rigid clamp shall be installed to support rigidly (but not to tension) the conductor at both ends of the span and the damper and shaker shall be positioned as indicated in Figure 5. The shaker shall be installed in such a way that its connection to the conductor is located in the first loop for all frequencies to be employed.

An example of laboratory test span construction is shown in Figure 5.

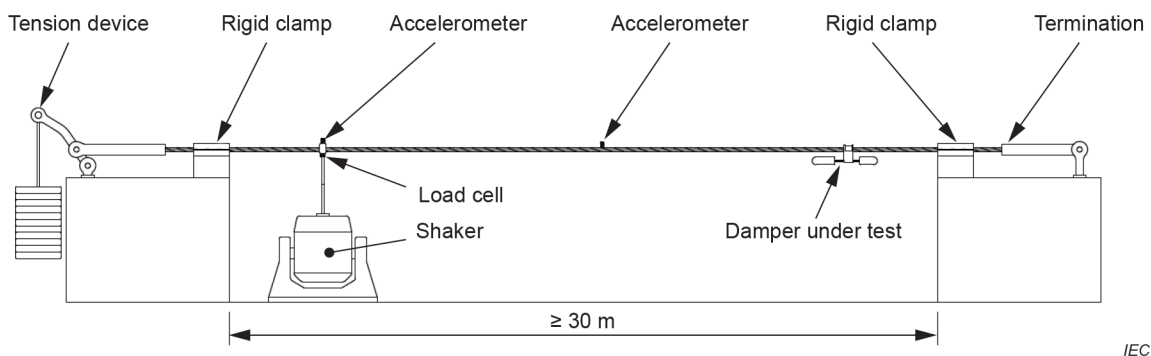


Figure 5 – Example of test rig for laboratory test of damper effectiveness

Although armor rods may be fitted around the conductor at suspension points in service, these are normally omitted in this test to determine the performance of the damper alone. If the purchaser wishes to include armor rods to simulate their actual line this is acceptable.

The damper or dampers shall be installed in accordance with the supplier's recommendations, unless specified otherwise by the purchaser. This test is not intended for spiral aeolian vibration dampers

The test span shall be excited to achieve stable conductor motion at the frequencies for which resonance occurs within the range  $0,18/d$  to  $1,4/d$ , where  $d$  is the conductor diameter in meters, unless a narrower frequency range is agreed between the purchaser and the supplier. A minimum of 15 tunable span resonances shall be tested; they shall be reasonably spaced over the frequency range indicated above. In frequency ranges at which the energy dissipation is the lowest, each tunable harmonic should be tested.

Guidance on the measurement of power dissipation of aeolian vibration dampers in laboratory tests is given in IEEE Std 664 [1]. It is recommended that the detailed procedures for setting up, for monitoring and for controlling the tests are developed with reference to this document.

The excitation shall be adjusted at each tunable frequency  $f_j$  to achieve:

0,2 m/s (0-p) antinode loop velocity  $V$

At each of these test frequencies the following shall be recorded:

- Frequency  $f_j$ ;
- Power dissipated by the damper  $P_j$  shall be determined by either:
  - a) from the shaker determined either from the exciting force  $F$  (0-p) and conductor velocity  $V$  (0-p) at the point of the application of the force ( $P_j = \frac{1}{2} F V \cos \varphi_v$ , where  $\varphi_v$  is the phase angle between  $F$  and  $V$ ). If Power method is used a correction for end losses and conductor self-damping should be made in accordance with IEEE Std 664 [1] and IEC 62567;
  - b) or from the standing wave node and antinode amplitudes in accordance with IEEE 664 [1]
    - The conductor antinode peak-to-peak amplitude  $Y_j$  in one of the loops near the damper.
    - Conductor self-damping may be added into the calculation, for span protected by the damper, by the following formulae:

$$P_t = P_j + P_c$$

where

$P_t$  is the power dissipated by the damper and conductor;

$P_j$  is the power dissipated by the damper;

$P_c$  is the power dissipated by the conductor at the maximum protectable conductor span length. Refer to IEC 62567.

- Acceptance criteria

For each test frequency the power dissipated  $P_t$  during the test shall exceed the assumed wind power input  $P_{w,j}$  which shall be calculated from the formula:

$$P_{w,j} = L d^4 f_j^3 fnc\left(\frac{Y_j}{d}\right)$$

where

$L$  is the maximum protectable conductor span length for the damper arrangement under test as agreed between the purchaser and the supplier (m);

$d$  is the conductor diameter (m);

$f_j$  is the frequency (Hz);

$Y_j$  is the conductor antinode peak-to-peak amplitude (m);

$fnc\left(\frac{Y_j}{d}\right)$  is the wind power input function as given in Annex C, unless otherwise agreed between the purchaser and the supplier.

The measured power dissipation values, if agreed between purchaser and supplier, shall then be corrected by adding the amount of conductor self-damping corresponding to the difference in length between the in-service span and the test span. Correction for the conductor self-damping and the power dissipation at the span termination should be evaluated with reference to IEC 62567.

NOTE The total power dissipation measured in this test represents the sum of the power dissipation of the damper, the mechanical self-damping of the length of conductor under test and the power dissipation at the span termination. The in-service span lengths will typically be much higher than the length of conductor under test. Therefore, the measured dissipation will be smaller than the dissipation in the in-service spans vibrating with the same antinode amplitude as the test span. For high frequencies, the conductor self-damping in the in-service span will contribute significantly to the total dissipation.

### 7.11.3.3 Field test

The field test shall be carried out on at least two spans of different lengths. The test spans shall be selected between supports with suspension sets and shall be approximately level. The purchaser shall specify or agree upon: the test duration, the measurements to be made (bending amplitude or strain at the suspension clamp, wind velocity and direction, turbulence, etc.), the instrumentation and transducers to be used and the way to follow for processing and presenting the experimental data.

The specified field tests duration shall be extended if, during the test period, the occurrence of wind perpendicular to the test spans with velocities in the range 0,5 m/s to 10 m/s, is deemed to have been insufficient.

- Acceptance criteria:

The acceptance criteria shall take into consideration the measured bending amplitudes or strains on the conductor. They shall be agreed between the purchaser and the supplier making reference to IEEE WPM, 31TP 65-156 [2], CIGRE, SC22 WG04 [3], CIGRE, SC22 WG11-TF2 [4], IEEE Std 1368 [5] or to equivalent publications.

### 7.11.3.4 Analytical method

The damper effectiveness shall be determined by means of computer programs based on mathematical modelling.

Sufficient evidence should be provided to demonstrate that the analytical method being used has been validated against laboratory results or field test results.

The purchaser shall provide the following information where available:

- the length(s) of the span(s) to be considered;
  - the characteristics of the conductor: type, stranding, mass per unit length, RTS;
  - the tensile load of the conductors, the relevant temperature and ruling span;
  - the conductor self-damping;
  - the type of suspension clamp (conventional, AGS, etc.);
  - the characteristics of armor rods, if applied;
  - the terrain characteristics (flat, coastal area, suburban area, etc.);
  - the yearly distribution of the average wind velocity (average value for 10 min);
  - the characteristics of devices (for example warning spheres) attached to the conductor and their in-span distribution.
- Acceptance criteria:

The acceptance criteria shall take into consideration the calculated bending amplitudes or strain on the conductor. They shall be agreed between the purchaser and the supplier making reference to IEEE WPM, 31TP 65-156 [2], CIGRE, SC22 WG04 [3], CIGRE, SC22 WG11-TF2 [4], IEEE Std 1368 [5] or to equivalent publications.

## **7.12 Damper fatigue test**

### **7.12.1 Test methods**

Two alternative methods can be applied for the fatigue test:

- Swept frequency method
- Resonant frequency method

Whereas the first method requires sweeping frequency and 100 million ( $10^8$ ) cycles, the second method excites vibration at each resonant frequency of the damper and accumulates 10 million ( $10^7$ ) cycles. The method to be applied shall be agreed between the purchaser and the supplier.

The agreed method shall be carried out on each of three dampers which have first been subjected to the damper characteristic test (7.11.2). Each damper shall be attached via its clamp to a shaker controlled by a sinusoidal oscillator the output of which is variable in frequency and amplitude. The attachment shall be by means of a bar or tube having practically the same diameter as the conductor for which the damper is being installed. The clamp fastener shall be tightened on the bar or tube to the specified installation torque.

### **7.12.2 Swept frequency method**

A frequency range of at least  $0,18/d$  to  $1,4/d$  – where  $d$  is conductor diameter in metres – shall be covered unless a narrower frequency range is agreed between the purchaser and the supplier. Any automatic sweep rate not exceeding 0,2 decade/min in the case of logarithmic sweep and 0,5 Hz/s in the case of linear sweep may be used. The clamp velocity shall be held constant at 0,1 m/s (0-p). The damper shall be vibrated for 100 million ( $10^8$ ) cycles unless otherwise agreed between the purchaser and the supplier.

NOTE Some difficulties may arise during the test for frequencies below 5 Hz because the oscillations of the shaker may not be truly sinusoidal.

### **7.12.3 Resonant frequency method**

Conduct fatigue tests at 0,075 m/s (0-p) clamp velocity, at each resonant frequency of the damper, for a duration of 5 million cycles if a 2-response damper, and 2,5 million cycles if a 4-response damper, shall be performed.

#### 7.12.4 Acceptance criteria

The tests specified in 7.11.2.1, 7.8 and 7.9 shall be repeated after the termination of the fatigue test.

The dampers will pass the test if

- for each individual damper the corresponding resonant frequencies before and after the test do not differ from each other by more than  $\pm 20\%$ ;
- values of damping power before and after test at the individual resonant frequencies do not differ by more than  $\pm 20\%$ ;
- examination of the dampers shows that all strands of the messenger cable are unbroken;
- the acceptance criteria of 7.8 and 7.9 are met;
- the residual tightening torque of the clamp fastener is not less than 50 % of the original value (i.e. half of the specified installation torque).

The residual tightening torque (RTT) should be measured by means of a torque wrench which is applied to the bolt and operated in the tightening direction. The RTT value is read on the torque meter when the bolt begins to move.

#### 7.12.5 Fatigue test method – for spiral aeolian vibration dampers (SVD)

Fatigue test for spiral damper shall be conducted on a test span. For this test, one damper should be installed, according to the supplier's recommendation, on the appropriate conductor. The test span length should be a minimum of 20 m at a tension of 20 % RTS. The end terminations can be standard fittings such as compression, bolted or helical fittings. The termination is allowed to articulate. After the installation of the damper, the conductor is vibrated at a resonant frequency between  $0,4/d$  and  $1,4/d$  where  $d$  is the conductor diameter in metres. The excitation velocity should be 0,075 m/s (0-p) antinode loop velocity for 10 million ( $10^7$ ) cycles.

- Acceptance criteria

No failure of the damper at the completion of the test. Minor wear up to 15 % material thickness of the damper is acceptable. No damage of the conductor is acceptable.

## Annex A (normative)

### Minimum technical details to be agreed between purchaser and supplier

Reference subclause	Test option	Details to be agreed	
6.2.3 Sampling, acceptance criteria	<input type="checkbox"/> Inspection by variables	Inspection level, AQL, sampling instruction	
	<input type="checkbox"/> Inspection by attributes	Inspection level, AQL, sampling instruction	
7.5 Clamp slip test		Tolerance if breakaway bolts are used	
7.6 Breakaway bolt test		Tolerance	
7.7 Clamp bolt tightening test		Tolerance if breakaway bolts are used	
7.10 Corona and radio interference voltage (RIV) tests  NOTE Not applicable for earth wire dampers	<input type="checkbox"/> Voltage method	Specified corona extinction voltage	
	<input type="checkbox"/> Voltage gradient method	Specified corona extinction test voltage gradient	
7.11 Damper performance tests	<input type="checkbox"/> Variant A	Limits of damper characteristics	
	<input type="checkbox"/> Variant B	<input type="checkbox"/> Laboratory test	Conductor tension + others (see 7.11.3.2)
		<input type="checkbox"/> Field test	Conductor tension + others (see 7.11.3.3)
		<input type="checkbox"/> Analytical meth.	Conductor tension + others (see 7.11.3.4)
7.12 Damper fatigue test	<input type="checkbox"/> Swept frequency method		
	<input type="checkbox"/> Resonant frequency method		

### Annex B (informative)

#### Examples of graphs relevant to damper characteristic test

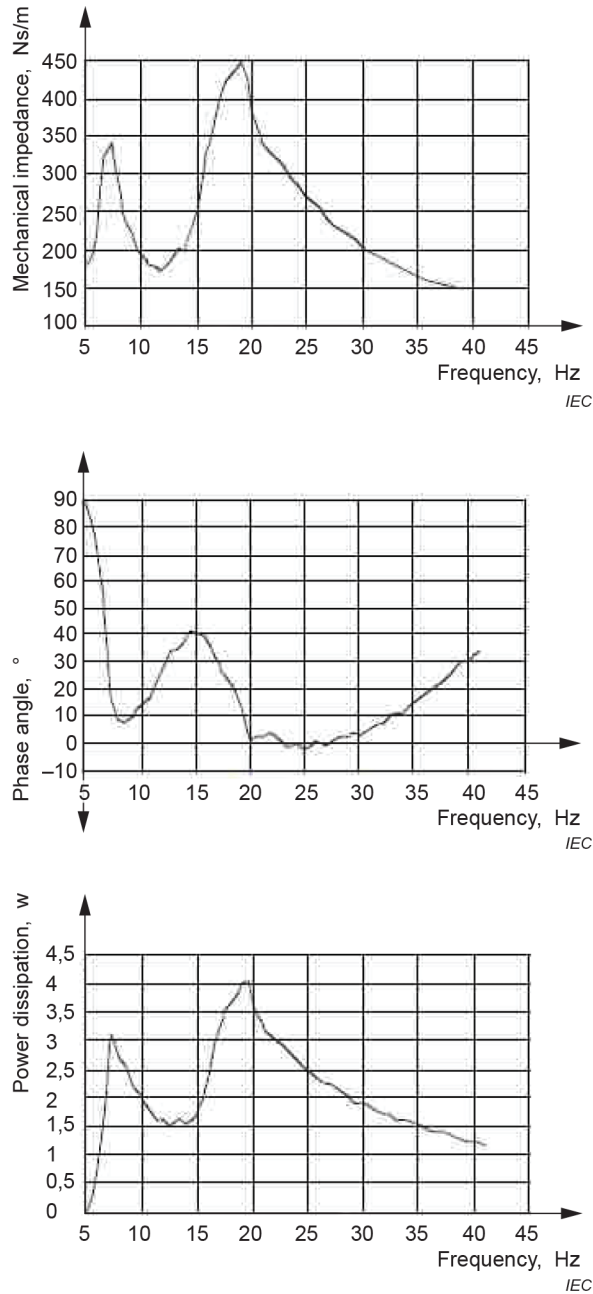
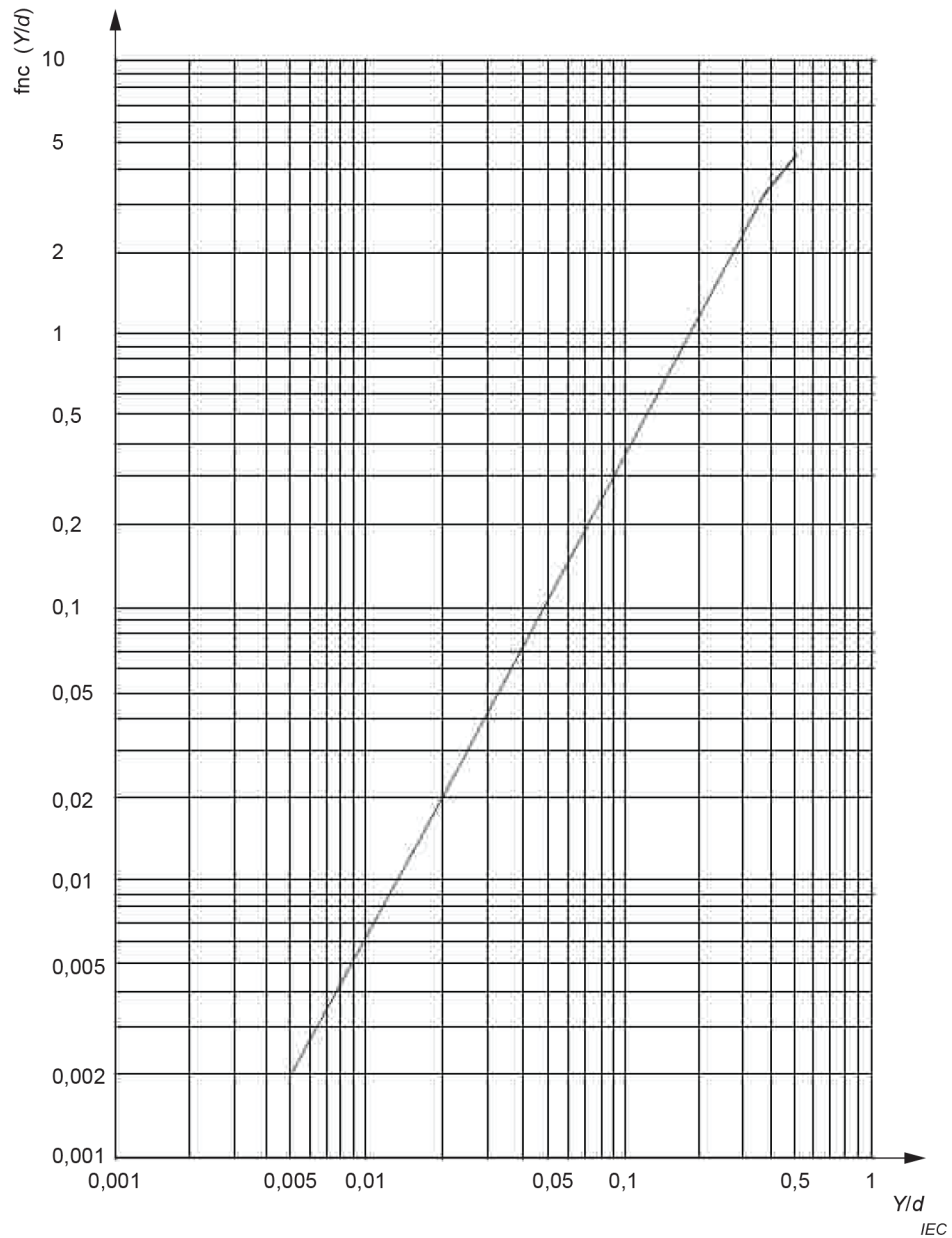


Figure B.1 – Examples of graphs relevant to damper characteristic test (damper with two resonant frequencies)

## Annex C (normative)

### Wind power input curve



#### Key

$Y$  is the conductor antinode amplitude peak-to-peak (m)

$d$  is the conductor diameter (m)

Figure C.1 – Wind power input curve

In order to minimize errors in reading off values of  $fnC\left(\frac{Y_j}{d}\right)$  from Figure C.1 the following formula shall be used:

$$fnC\left(\frac{Y_j}{d}\right) = 10^z$$

where

$$z = \sum_{n=0}^8 a_n X^n$$

and

$$X = \lg\left(\frac{Y}{d}\right)$$

$$a_0 = -0,491949$$

$$a_1 = -11,8029$$

$$a_2 = -43,5532$$

$$a_3 = -78,5876$$

$$a_4 = -86,1199$$

$$a_5 = -58,1808$$

$$a_6 = -23,6082$$

$$a_7 = -5,26705$$

$$a_8 = -0,495885$$

## **Annex D** (informative)

### **Description of HT conductors as given in CIGRE TB 695-2017 [6]**

#### Type 0

Conductors designed for a maximum continuous operating temperature of 95 °C.

#### Type 1

Conductors consisting of a strength member made of steel, coated steel, or steel alloy, and an envelope for which the high temperature effects are mitigated by means of thermal-resistant aluminium alloys.

#### Type 2

Conductors consisting of a strength member made of steel, coated steel, or steel alloy, and an envelope for which the high temperature effects are mitigated by means of annealed aluminium.

#### Type 3

Conductors consisting of a metal-matrix composite (MMC) strength member, and an envelope for which the high temperature effects are mitigated by means of thermal-resistant aluminium alloys.

#### Type 4

Conductors consisting of a polymer-matrix composite (PMC) strength member, and an envelope for which the high temperature effects are mitigated by means of annealed aluminium or thermal-resistant aluminium alloys for HTLS applications.

## Bibliography

- [1] IEEE Std 664:1993, *IEEE Guide for Laboratory Measurement of the Power Dissipation Characteristics of Aeolian Vibration Dampers for Single Conductors*
  - [2] IEEE Committee report, *Standardization of conductor vibration measurements*; IEEE WPM 1965; 31 TP 65-156
  - [3] CIGRE SC22 WG04, *Recommendations for the evaluation of the lifetime of transmission line conductors*; *Electra* 63, March 1979
  - [4] CIGRE SC22 WG11-TF2, *Guide to vibration measurements on overhead lines*; *Electra* 163, Dec 1995
  - [5] IEEE Std 1368:2007, *IEEE Guide for Aeolian Vibration Field Measurements of Overhead Conductors*
  - [6] CIGRE SCB2 WG 48, *Experience with the mechanical performance of non-conventional conductors – Technical Brochure 695*, August 2017
-



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	32
1 Domaine d'application .....	34
2 Références normatives .....	34
3 Termes et définitions .....	35
4 Exigences générales .....	36
4.1 Conception .....	36
4.2 Matériaux.....	36
4.3 Masse, dimensions et tolérances .....	36
4.4 Protection contre la corrosion .....	36
4.5 Aspect et finition de fabrication .....	36
4.6 Marquage .....	37
4.7 Instructions d'installation.....	37
5 Assurance qualité .....	37
6 Classification des essais .....	37
6.1 Essais de type .....	37
6.1.1 Généralités .....	37
6.1.2 Application.....	37
6.2 Essais sur échantillon .....	37
6.2.1 Généralités .....	37
6.2.2 Application.....	37
6.2.3 Echantillonnage, critères de réception .....	38
6.3 Essais individuels de série .....	38
6.3.1 Généralités .....	38
6.3.2 Application et critères de réception .....	38
6.4 Tableau des essais à effectuer .....	38
7 Méthodes d'essai.....	39
7.1 Examen visuel .....	39
7.2 Vérification des dimensions, des matériaux et de la masse .....	40
7.3 Essais de protection contre la corrosion.....	40
7.3.1 Composants revêtus par galvanisation à chaud (autres que les fils du câble porteur) .....	40
7.3.2 Produits ferreux protégés contre la corrosion par des méthodes autres que la galvanisation à chaud .....	40
7.3.3 Fils du câble porteur revêtus par galvanisation à chaud.....	40
7.4 Essais non destructifs .....	40
7.5 Essai de glissement des pinces .....	41
7.6 Essai des boulons fusibles .....	42
7.7 Essai de serrage des boulons de pince .....	43
7.8 Essai de fixation des poids au câble porteur .....	43
7.9 Essai de fixation de la pince au câble porteur .....	44
7.10 Essais d'effet couronne et de tension perturbatrice radioélectrique (RIV) .....	44
7.11 Essais de performance de l'amortisseur .....	44
7.11.1 Variantes de l'essai de performance .....	44
7.11.2 Essai des caractéristiques de l'amortisseur .....	45
7.11.3 Evaluation de l'efficacité de l'amortisseur .....	47
7.12 Essai de fatigue de l'amortisseur .....	51

7.12.1	Méthodes d'essai.....	51
7.12.2	Méthode par balayage de fréquences .....	51
7.12.3	Méthode des fréquences de résonance.....	51
7.12.4	Critères de réception .....	51
7.12.5	Méthode d'essai de fatigue – pour amortisseurs de vibrations éoliennes en spirale (SVD).....	52
Annexe A (normative) Informations techniques minimales à convenir entre l'acheteur et le fournisseur.....		53
Annexe B (informative) Exemples de courbes correspondant à l'essai des caractéristiques de l'amortisseur.....		54
Annexe C (normative) Courbe d'injection de puissance du vent .....		55
Annexe D (informative) Description des conducteurs HT donnée dans la brochure technique CIGRE 695-2017 [6] .....		57
Bibliographie.....		58
Figure 1 – Montage d'essai pour les essais de glissement longitudinal .....		42
Figure 2 – Montage d'essai pour l'essai de fixation des poids au câble porteur .....		44
Figure 3 – Montage d'essai pour l'essai de fixation de la pince au câble porteur .....		44
Figure 4 – Montage d'essai pour l'essai des caractéristiques de l'amortisseur.....		47
Figure 5 – Exemple de banc d'essai pour essai d'efficacité des amortisseurs (en laboratoire).....		48
Figure B.1 – Exemples de courbes correspondant à l'essai des caractéristiques de l'amortisseur (amortisseur à deux fréquences de résonance).....		54
Figure C.1 – Courbe d'injection de puissance du vent.....		55
Tableau 1 – Essais sur les amortisseurs .....		39
Tableau 2 – Critères de charge (pour les conducteurs normalisés et haute température) .....		42
Tableau 3 – Critères de réception .....		46

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### LIGNES AÉRIENNES – EXIGENCES ET ESSAIS APPLICABLES AUX AMORTISSEURS DE VIBRATIONS ÉOLIENNES

#### 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.
- 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 61897 a été établie par le comité d'études 11 de l'IEC: Lignes aériennes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1998. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) intégration des amortisseurs de vibrations éoliennes en spirale et des amortisseurs de vibrations éoliennes en élastomère, en plus des amortisseurs de vibrations éoliennes de type Stockbridge;
- b) prise en compte de l'application des amortisseurs sur des conducteurs haute température, avec la spécification d'essais à haute température supplémentaires dans le cadre des essais de glissement des pinces;

- c) simplification de la procédure d'évaluation de l'efficacité des amortisseurs;
- d) introduction d'un essai à basse température sur les composants de fixation tels que les boulons fusibles et les rondelles élastiques coniques;
- e) ajout de figures représentant les montages d'essai des principaux essais mécaniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
11/266/FDIS	11/273/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

# **LIGNES AÉRIENNES – EXIGENCES ET ESSAIS APPLICABLES AUX AMORTISSEURS DE VIBRATIONS ÉOLIENNES**

## **1 Domaine d'application**

Le présent document s'applique aux amortisseurs de vibrations éoliennes pour conducteurs uniques ou câbles de garde, ou aux faisceaux de conducteurs lorsque les amortisseurs sont directement reliés à chaque sous-conducteur.

L'acheteur peut adopter un ou plusieurs fragments du présent document lors de la spécification d'exigences concernant des câbles différents de ceux mentionnés ci-dessus, par exemple les câbles de garde optiques (OPGW, Optical Ground Wire) ou les câbles optiques autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS, All Dielectric Self-Supporting).

Dans certains cas, les procédures et valeurs d'essai sont convenues entre l'acheteur et le fournisseur et sont indiquées dans le contrat d'approvisionnement.

L'Annexe A contient les informations techniques minimales à convenir entre l'acheteur et le fournisseur.

Dans le cadre du présent document, le mot "conducteur" est utilisé lorsque l'essai s'applique aux amortisseurs pour conducteurs ou câbles de garde.

## **2 Références normatives**

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050(466):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Chapitre 466: Lignes électriques*

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

IEC 61284:1997, *Lignes aériennes – Exigences et essais pour le matériel d'équipement*

IEC 61854, *Lignes aériennes – Exigences et essais applicables aux entretoises*

IEC 62567:2013, *Lignes électriques aériennes – Méthodes d'essai des caractéristiques d'auto-amortissement des conducteurs*

ISO 1461:2009, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai*

ISO 2859-1:1999/AMD1:2011, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 2859-2:1985, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 2: Plans d'échantillonnage pour les contrôles de lots isolés, indexés d'après la qualité limite (QL)*

ISO 3951-1:2013, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par mesures – Partie 1: Spécification pour les plans d'échantillonnage simples indexés d'après une limite de qualité acceptable (LQA) pour un contrôle lot par lot pour une caractéristique qualité unique et une LQA unique*

ISO 3951-2:2013, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par mesures – Partie 2: Spécification générale pour les plans d'échantillonnage simples indexés d'après une limite de qualité acceptable (LQA) pour le contrôle lot par lot de caractéristiques qualité indépendantes*

ISO 9001:2015, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-466 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **amortisseur de vibrations éoliennes de type Stockbridge**

dispositif constitué d'un câble en acier équipé d'un poids à chaque extrémité et d'une pince boulonnée ou d'une garniture en hélice, pouvant être fixé à un conducteur et destiné à amortir les vibrations éoliennes

#### 3.2

##### **amortisseur de vibrations éoliennes en spirale**

###### **SVD**

dispositif constitué d'un élément plastique en hélice qui s'enroule autour du conducteur et dont la fonction est d'amortir les vibrations éoliennes (dispositif couramment utilisé sur les câbles de garde, les câbles OPGW et ADSS)

Note 1 à l'article: L'abréviation "SVD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "spiral aeolian vibration damper".

#### 3.3

##### **amortisseur de vibrations éoliennes en élastomère**

dispositif constitué de poids suspendus reliés à des articulations en élastomère et d'une pince boulonnée ou d'une garniture en hélice, pouvant être fixé à un conducteur et destiné à amortir les vibrations éoliennes

#### 3.4

##### **conducteurs haute température**

###### **HTC**

conducteurs conçus pour avoir une température maximale en service continu supérieure à 95 °C

Note 1 à l'article: L'abréviation "HTC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "high temperature conductors".

#### 3.5

##### **température maximale en service continu**

température du conducteur spécifiée par le fabricant et mesurée au niveau des couches de fils extérieures

## **4 Exigences générales**

### **4.1 Conception**

L'amortisseur doit être conçu de manière à:

- amortir les vibrations éoliennes;
- supporter les charges mécaniques imposées pendant l'installation, la maintenance et les conditions de service spécifiées;
- éviter une détérioration du conducteur dans les conditions de service spécifiées;
- pouvoir être déposé et réinstallé sans endommagement du conducteur;
- ne présenter aucun niveau inacceptable d'effets couronne et de perturbations radioélectriques dans l'ensemble des conditions de service spécifiées, en cas d'installation sur des conducteurs de phase;
- être adapté à une installation simple et sécurisée. La conception de la pince doit maintenir l'ensemble des pièces en place lorsque la pince est ouverte pour fixation au conducteur. En outre, la conception de la pince doit être telle que, pendant l'installation, l'amortisseur puisse être suspendu sur le conducteur avant serrage de la pince;
- assurer que les différents composants ne se desserrent pas en service;
- assurer sa fonction sur l'ensemble de la plage de températures de service;
- prévenir tout bruit audible;
- empêcher toute accumulation d'eau.

La liste suivante répertorie d'autres caractéristiques souhaitables qui ne sont pas indispensables aux fonctions élémentaires de l'amortisseur, mais qui peuvent être intéressantes:

- vérification de l'installation correcte depuis le sol;
- facilité d'installation et de dépose sur les lignes sous tension.

Dans le cas des amortisseurs de vibrations destinés aux conducteurs ou câbles de garde contenant des éléments à fibre optique intégrés (ou un câble optique appliqué à l'extérieur et enroulé autour du câble de garde), il convient de prendre en compte les éventuels effets de l'amortisseur sur ces éléments à fibre optique.

### **4.2 Matériaux**

Les matériaux doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61284.

### **4.3 Masse, dimensions et tolérances**

La masse et les dimensions importantes de l'amortisseur, y compris les tolérances appropriées, doivent apparaître sur les plans contractuels.

### **4.4 Protection contre la corrosion**

Outre les exigences applicables de l'IEC 61284, le câble porteur (y compris les extrémités coupées lorsqu'elles sont exposées) doit être protégé contre la corrosion, par exemple conformément à l'IEC 60888 pour les fils en acier revêtus par galvanisation à chaud.

### **4.5 Aspect et finition de fabrication**

Les amortisseurs ne doivent présenter aucun défaut ni irrégularité; toutes les surfaces extérieures doivent être lisses, et les arêtes et coins doivent être arrondis.

## **4.6 Marquage**

Les exigences de l'IEC 61284 concernant le marquage des raccords doivent être appliquées à l'ensemble des pinces équipées, y compris celles qui utilisent des boulons fusibles. Sur les amortisseurs en spirale, il convient de placer les marquages sur la tige en plastique.

## **4.7 Instructions d'installation**

Le fournisseur doit fournir une description claire et complète de la procédure d'installation recommandée en indiquant la répartition des amortisseurs dans la portée.

## **5 Assurance qualité**

Un programme d'assurance qualité prenant en compte les exigences du présent document peut être utilisé par accord entre l'acheteur et le fournisseur afin de vérifier la qualité des amortisseurs de vibrations pendant le processus de fabrication.

Les informations précises concernant l'usage de l'assurance qualité sont fournies dans un système conforme à l'ISO 9001 ou à une norme analogue.

Il est recommandé d'assurer la maintenance et l'étalonnage des appareils d'essai utilisés pour vérifier la conformité au présent document en se référant à une norme qualité pertinente.

## **6 Classification des essais**

### **6.1 Essais de type**

#### **6.1.1 Généralités**

L'objet des essais de type est d'établir les caractéristiques de conception. Ils sont généralement effectués une seule fois et répétés uniquement en cas de changement de matériau ou d'évolution de la conception des composants de l'amortisseur. Les résultats des essais de type sont consignés afin de démontrer la conformité aux exigences de conception.

#### **6.1.2 Application**

Les amortisseurs doivent être soumis aux essais de type indiqués dans le Tableau 1.

Sauf spécification contraire, chaque essai de type doit être effectué sur trois échantillons d'essai identiques, en ce qui concerne toutes les caractéristiques importantes, aux amortisseurs qui doivent être fournis à l'acheteur au titre du contrat.

Toutes les unités doivent satisfaire aux essais.

Les amortisseurs utilisés lors d'essais, où aucune détérioration des unités ou de leurs composants n'a été constatée, peuvent être réutilisés pour les essais ultérieurs.

### **6.2 Essais sur échantillon**

#### **6.2.1 Généralités**

Les essais sur échantillon sont exigés pour vérifier que les amortisseurs satisfont aux spécifications de performances des échantillons d'essai de type. En outre, ils ont pour objet de vérifier la qualité des matériaux et de l'exécution.

#### **6.2.2 Application**

Les amortisseurs doivent être soumis aux essais sur échantillon indiqués dans le Tableau 1.

Les échantillons à soumettre aux essais doivent être choisis au hasard parmi le lot présenté pour réception. L'acheteur est habilité à procéder lui-même à ce choix.

Les amortisseurs utilisés lors d'essais, où aucune détérioration des unités ou de leurs composants n'a été constatée, peuvent être réutilisés pour les essais ultérieurs.

### **6.2.3 Echantillonnage, critères de réception**

Les procédures du plan d'échantillonnage selon l'ISO 2859-1 et l'ISO 2859-2 (contrôles par attributs) et l'ISO 3951 (contrôles par variables) ainsi que les procédures précises (niveau de contrôle, NQA, échantillonnage simple, double ou multiple, etc.) doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur pour chacun des attributs ou variables.

NOTE Le contrôle d'échantillonnage par variables est une procédure d'échantillonnage de réception à utiliser en lieu et place du contrôle par attributs lorsqu'il est approprié de mesurer la ou les caractéristiques concernées sur une échelle continue. Dans le cas des essais de charge de rupture et autres essais coûteux analogues, l'échantillonnage de réception par variables permet de mieux distinguer la qualité acceptable de la qualité objective que l'échantillonnage de réception par attributs, pour la même taille d'échantillon.

L'objet du processus d'échantillonnage peut également être important pour le choix entre un plan par variables et par attributs. Par exemple, un acheteur peut décider d'utiliser un plan d'échantillonnage de réception par attributs afin de vérifier que les pièces d'un lot d'expédition respectent les tolérances dimensionnelles exigées; le fabricant peut mesurer les mêmes dimensions selon un plan d'échantillonnage par variables s'il craint que des tendances ou changements progressifs puissent affecter sa capacité à livrer des lots conformes au NQA.

## **6.3 Essais individuels de série**

### **6.3.1 Généralités**

L'objet des essais individuels de série est de démontrer la conformité des amortisseurs de vibrations aux exigences spécifiques; ils sont effectués sur chaque amortisseur. Les essais ne doivent pas détériorer les amortisseurs.

### **6.3.2 Application et critères de réception**

Des lots complets d'amortisseurs peuvent être soumis aux essais individuels de série. Tout amortisseur non conforme aux exigences doit être mis au rebut.

## **6.4 Tableau des essais à effectuer**

Le Tableau 1 suivant répertorie les essais qui doivent être effectués. Les essais marqués d'un "X" sont obligatoires.

Toutefois, l'acheteur peut spécifier des essais supplémentaires (marqués d'un "O").

Les unités ou composants détériorés lors de l'essai doivent être retirés de la livraison au client.

**Tableau 1 – Essais sur les amortisseurs**

Paragraphe	Essai	Essai de type	Essai sur échantillon	Essai individuel de série
7.1	Examen visuel	X	X	O
7.2	Vérification des dimensions, des matériaux et de la masse	X	X	
7.3	Essais de protection contre la corrosion	X	X	
7.4	Essais non destructifs	O	O	O
7.5	Essai de glissement des pinces	X	O	
7.6	Essai des boulons fusibles	X	X	
7.7	Essai de serrage des boulons de pince	X	X	
7.8	Fixation des poids au câble porteur	X	X	
7.9	Essai de fixation de la pince au câble porteur	X	X	
7.10	Essais d'effet couronne et de tension perturbatrice radioélectrique (RIV) <sup>1)</sup>	X		
7.11	Essais de performance de l'amortisseur			
7.11.2	– Essai des caractéristiques de l'amortisseur	X	O	
7.11.3	– Evaluation de l'efficacité de l'amortisseur	X		
7.12	Essai de fatigue de l'amortisseur	X		
1) Non applicable pour les amortisseurs de câbles de garde.				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il convient que le fournisseur précise dans le plan qualité de son offre, ou dans la documentation d'offre, les essais qui sont déjà terminés (essais de type) ainsi que les essais (essais sur échantillon ou essais individuels de série) qui sont compris dans l'offre sous réserve de l'accord ou d'une demande de modification de la part de l'acheteur.</li> <li>• Si des rondelles coniques sont utilisées sur les pinces boulonnées, les essais de fragilisation doivent être effectués conformément au 7.5.2.2 de l'IEC 61854:2019.</li> </ul>				

## 7 Méthodes d'essai

### 7.1 Examen visuel

Les essais de type doivent comprendre un examen visuel afin de vérifier la conformité des amortisseurs, en ce qui concerne toutes les caractéristiques importantes, aux plans de fabrication ou contractuels. Les écarts par rapport aux plans doivent être soumis à l'accord de l'acheteur et doivent être documentés de manière adéquate sur la base d'une dérogation mutuelle.

Les essais sur échantillon et, si exigés, les essais individuels de série doivent comprendre un examen visuel afin de vérifier la conformité du processus de fabrication, de la forme, du revêtement et de l'état de surface de l'amortisseur aux plans contractuels. Une attention particulière doit être portée aux marquages exigés et à l'état des surfaces qui entrent en contact avec le conducteur. Les procédures d'essai sur échantillon et les critères de réception doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Pour les amortisseurs soumis à l'essai de type de détection de l'effet couronne, l'essai sur échantillon doit comprendre une comparaison de la forme et de l'état de surface avec l'un des échantillons d'essai de type de détection de l'effet couronne, lorsque cela est spécifié par l'acheteur.

## 7.2 Vérification des dimensions, des matériaux et de la masse

Les essais de type et sur échantillon doivent comprendre un contrôle des dimensions afin de vérifier que les amortisseurs respectent les tolérances dimensionnelles indiquées sur les plans contractuels. L'acheteur peut décider d'assister au mesurage des dimensions choisies ou peut contrôler la documentation du fournisseur dès que celle-ci est disponible.

Les essais de type et sur échantillon doivent également comprendre un contrôle des matériaux afin de vérifier qu'ils sont conformes aux plans et documents contractuels. Cette vérification doit normalement être effectuée par l'acheteur qui contrôle la documentation du fournisseur relative aux spécifications des matériaux, les certificats de conformité ou toute autre documentation qualité.

La masse totale de l'amortisseur avec l'ensemble de ses composants doit être conforme à la masse indiquée sur le plan contractuel (dans les tolérances indiquées).

## 7.3 Essais de protection contre la corrosion

### 7.3.1 Composants revêtus par galvanisation à chaud (autres que les fils du câble porteur)

Les composants revêtus par galvanisation à chaud autres que les fils du câble porteur doivent être soumis à l'essai conformément aux exigences spécifiées dans l'ISO 1461.

L'épaisseur du revêtement doit être conforme aux Tableaux 3 et 4 de l'ISO 1461:2009, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur. Toutefois, pour les besoins du présent document, les Tableaux 3 et 4 de l'ISO 1461:2009 doivent s'appliquer aux catégories d'articles suivantes (et non aux catégories spécifiées dans l'ISO 1461).

Tableau 3: Epaisseur du revêtement sur l'ensemble des échantillons sauf sur les:

- rondelles;
- composants filetés;
- petites pièces centrifugées (surface utile < 1 000 mm<sup>2</sup>).

Tableau 4: Epaisseur du revêtement sur les:

- rondelles;
- composants filetés;
- petites pièces centrifugées (surface utile < 1 000 mm<sup>2</sup>).

### 7.3.2 Produits ferreux protégés contre la corrosion par des méthodes autres que la galvanisation à chaud

Les produits en fer protégés contre la corrosion par des méthodes autres que la galvanisation à chaud doivent être soumis à l'essai conformément aux exigences des normes IEC/ISO pertinentes, convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

### 7.3.3 Fils du câble porteur revêtus par galvanisation à chaud

Les fils du câble porteur revêtus par galvanisation à chaud doivent être soumis à l'essai conformément aux exigences spécifiées dans l'IEC 60888.

## 7.4 Essais non destructifs

L'acheteur doit spécifier et autoriser les méthodes d'essai pertinentes (ISO ou autres) et les critères de réception associés. Exemples d'essais non destructifs:

- essai magnétique;
- essai par courants de Foucault;

- essai radiographique;
- essai par ultrasons;
- essai de charge d'essai;
- essai de ressuage;
- essai de dureté.

### **7.5 Essai de glissement des pinces**

L'essai doit être effectué sur le conducteur auquel la pince est destinée. Le conducteur doit être à l'état neuf, c'est-à-dire exempt de toute détérioration ou de tout dommage. La longueur libre minimale du conducteur à l'essai entre ses raccords de connexion doit être de 4 m. Le conducteur doit être tendu à 20 % de sa résistance assignée à la traction. Des précautions doivent être prises afin d'éviter la formation de cages d'oiseau sur le conducteur.

La pince doit être installée conformément aux instructions du fournisseur sur une partie différente du conducteur à chaque essai. Dans le cas de boulons fusibles, le couple d'installation doit correspondre au couple de rupture nominal moins la tolérance spécifiée (voir 7.6).

L'acheteur et le fournisseur peuvent convenir de l'utilisation d'autres conducteurs, longueurs de conducteurs et tensions de conducteurs.

Une charge coaxiale au conducteur doit être appliquée à la pince de l'amortisseur au moyen d'un dispositif adéquat (voir Figure 1). La charge doit être augmentée progressivement (à une vitesse n'excédant pas 100 N/s) jusqu'à ce qu'elle atteigne la charge indiquée dans le Tableau 2 ou la charge convenue entre l'acheteur et le fournisseur. Cette charge doit être maintenue constante pendant 60 s. La charge doit ensuite être augmentée progressivement jusqu'à ce que le glissement de la pince se produise. La valeur de la charge de glissement doit être consignée.

Pour l'essai de glissement réalisé sur des conducteurs haute température (HTC) avec des amortisseurs Stockbridge et en élastomère uniquement, les paramètres sont les mêmes que ceux utilisés pour les conducteurs normalisés. Après installation de la pince à température ambiante, le conducteur doit être électriquement chauffé jusqu'à la température maximale en service continu spécifiée par le fabricant du conducteur et maintenu à cette température pendant 0,5 h. La force de traction exercée sur le conducteur doit être maintenue constante à 20 % de la résistance assignée à la traction. L'essai de glissement doit alors être effectué à la température maximale en service continu, comme décrit ci-dessus.

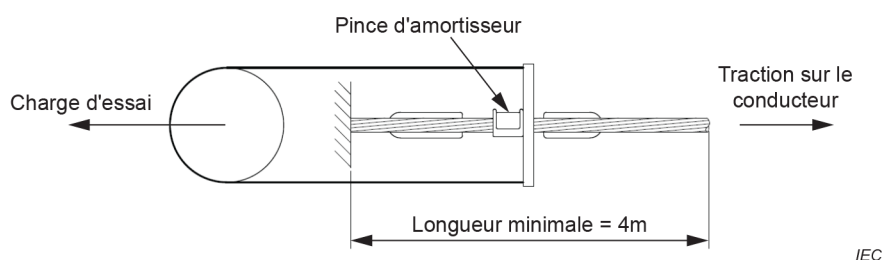
Pour l'essai de type, le conducteur doit être soumis à un autre processus thermique.

Une nouvelle pince doit être fixée à température ambiante sur le conducteur qui est mis en tension à 20 % de la résistance assignée à la traction. Il est admis de fixer plusieurs pinces sur le même montage afin de réduire la durée des essais. La distance entre les pinces doit être d'au moins 300 mm.

Le conducteur doit alors être électriquement chauffé jusqu'à la température maximale en service continu spécifiée par le fabricant du conducteur et maintenu à cette température pendant 1 h.

La température doit ensuite diminuer jusqu'à au moins la température ambiante plus 5 °C. Ce cycle doit être répété quatre fois. A la fin du quatrième cycle, après retour de la température à des valeurs ambiantes, l'essai de glissement de la charge doit être effectué. Pour l'ensemble de la session d'essai, la traction doit être maintenue constante à 20 % de la résistance assignée à la traction.

Un glissement de la pince doit être estimé comme s'étant produit lorsqu'une distance de glissement de 1 mm pour les pinces boulonnées et de 2,5 mm pour les garnitures en hélice est mesurée.



**Figure 1 – Montage d'essai pour les essais de glissement longitudinal**

**Tableau 2 – Critères de charge (pour les conducteurs normalisés et haute température)**

Amortisseur	Diamètre du conducteur	Fixation	Charge minimale spécifiée/Glissement maximal	
			Charge kN	Mouvement mm
Stockbridge ou élastomère	< 19 mm	Boulonnée	1,25	1,0
Stockbridge ou élastomère	≥ 19 mm	Boulonnée	2,5	1,0
Stockbridge ou élastomère	Tous	En hélice	1,0	2,5
Amortisseur en spirale <sup>1</sup>	Tous	En hélice	0,1	2,5

<sup>1</sup> Uniquement pour les conducteurs normalisés.

### Critères de réception

Aucun mouvement de la pince par rapport au conducteur supérieur à la valeur indiquée dans le Tableau 2 ne doit se produire à la fin ou avant la fin de la charge minimale spécifiée pendant 60 s. Un aplanissement de la surface des brins extérieurs du conducteur est acceptable. Si des garnitures en hélice sont utilisées sous la pince, le glissement des garnitures en hélice par rapport au conducteur est vu comme étant un glissement de la pince.

### 7.6 Essai des boulons fusibles

Le boulon fusible ou la capsule à bague de rupture, le cas échéant, doit être soumis à l'essai en appliquant un couple croissant sur la partie fusible du boulon ou de la capsule jusqu'à ce qu'elle casse. L'essai doit être effectué à température ambiante.

Des précautions particulières doivent être prises sur un mouvement circulaire permanent et constant de la clé dynamométrique et sur un angle perpendiculaire entre la clé dynamométrique et la tête de boulon.

Le couple de rupture doit être consigné.

- Critères de réception

Le couple de rupture doit être dans les tolérances spécifiées par le fournisseur.

Si aucune tolérance n'est spécifiée, la plage doit correspondre au couple d'installation nominal plus/moins 10 %.

Dans les pays où la température ambiante peut être inférieure à 0 °C, il est recommandé de répéter les essais sur les boulons fusibles et les capsules à bague de rupture à la température correspondant à la température moyenne du mois le plus froid.

Les éprouvettes doivent être conservées pendant au moins 1 h dans un dispositif de refroidissement adéquat avant l'essai. Il convient de mesurer et de consigner la température pendant l'essai de rupture. La température pendant l'essai ne doit pas augmenter de plus de 10 °C par rapport à la température de refroidissement initiale.

### **7.7 Essai de serrage des boulons de pince**

L'essai doit être effectué en installant la pince sur une longueur du conducteur auquel l'amortisseur est destiné. En cas d'indisponibilité, un conducteur équivalent ou un tube de même diamètre peut être utilisé. Si l'amortisseur doit être utilisé pour deux tailles ou types de conducteurs ou plus, la pince doit être soumise à l'essai sur chaque conducteur à moins que l'acheteur n'autorise l'essai sur un seul conducteur.

Les boulons ou écrous doivent être serrés à un couple supérieur de 10 % au couple d'installation spécifié, à l'aide d'une clé dynamométrique étalonnée. Sur les pinces qui comportent des boulons fusibles ou des capsules à bague de rupture, la partie fusible de la tête doit être retirée avant l'essai et doit être serrée à un couple supérieur de 10 % au couple d'installation spécifié.

- Critères de réception

La connexion fileté doit rester utilisable (manuellement) pour trois installations et déposes ultérieures, et aucun composant de la pince ne doit présenter de fissures ou de déformation mécanique. Aucune déformation plastique ne doit se produire sur le conducteur à l'intérieur de la pince.

Enfin, le couple doit être augmenté jusqu'à deux fois la valeur de couple d'installation spécifiée ou la valeur de couple maximale recommandée par le fournisseur du boulon, si cette valeur est plus faible. Cette augmentation ne doit pas entraîner une rupture des pièces filetées ou d'autres composants de la pince, ni de fissures. Le boulon doit pouvoir être retiré de la pince sans rupture.

Une déformation plastique est admise.

### **7.8 Essai de fixation des poids au câble porteur**

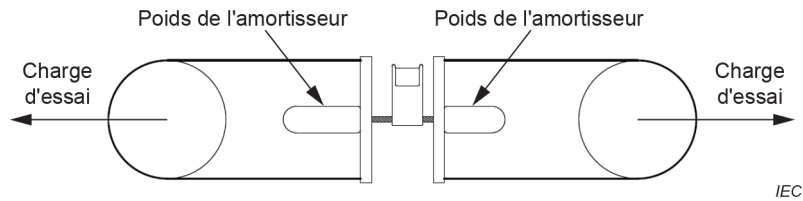
Un effort de traction doit être appliqué à un amortisseur assemblé, entre les poids, coaxialement au câble porteur (voir Figure 2). L'effort doit être augmenté progressivement (100 N/s maximum) jusqu'à 5 kN (charge de glissement minimale spécifiée). Cet effort doit être maintenu constant pendant 60 s.

L'effort doit alors être augmenté lentement jusqu'à ce que l'un des poids s'arrache du câble porteur. L'effort maximal obtenu lors de ce processus doit être consigné pour information seulement.

- Critères de réception

Aucun mouvement relatif de plus de 1 mm entre chaque poids par rapport au câble porteur ne doit se produire à la fin ou avant la fin de l'application de 5 kN pendant 60 s.

Il peut être nécessaire de retirer la charge avant de mesurer la distance entre les poids, c'est-à-dire lorsque l'allongement élastique du câble porteur entraîne un mouvement apparent des poids le long du câble porteur.



**Figure 2 – Montage d'essai pour l'essai de fixation des poids au câble porteur**

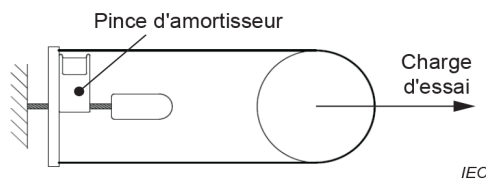
### 7.9 Essai de fixation de la pince au câble porteur

Un effort de traction doit être appliqué entre le câble porteur et le corps de la pince, coaxialement au câble porteur (voir Figure 3). L'effort doit être augmenté progressivement (100 N/s maximum) jusqu'à 1,5 kN (charge de glissement minimale spécifiée). Cet effort doit être maintenu constant pendant 60 s.

L'effort doit alors être augmenté lentement jusqu'à ce que la pince s'arrache du câble porteur. L'effort maximal obtenu lors de ce processus doit être consigné pour information seulement.

- Critères de réception

Aucun mouvement de plus de 1 mm de la pince par rapport au câble porteur ne doit se produire à la fin ou avant la fin de l'application de 1,5 kN pendant 60 s.



**Figure 3 – Montage d'essai pour l'essai de fixation de la pince au câble porteur**

### 7.10 Essais d'effet couronne et de tension perturbatrice radioélectrique (RIV)

Les essais doivent être effectués conformément à l'Article 14 de l'IEC 61284:1997.

### 7.11 Essais de performance de l'amortisseur

#### 7.11.1 Variantes de l'essai de performance

Deux variantes de l'essai de performance sont spécifiées, conjointement avec les critères de réception associés. L'acheteur doit spécifier ou donner son accord sur la variante à appliquer.

#### a) Variante A

Pendant les essais de type et sur échantillon, l'essai des caractéristiques de l'amortisseur (voir 7.11.2) est effectué et les résultats sont ensuite comparés aux critères de réception et aux limites établis par l'acheteur.

Cette variante n'exige pas une évaluation de l'efficacité de l'amortissement (voir 7.11.3), car celle-ci a été prise en compte lors de l'établissement des limites basses et hautes.

#### b) Variante B

Pendant les essais de type, l'essai des caractéristiques de l'amortisseur (voir 7.11.2) est effectué sur trois échantillons.

L'efficacité de l'amortissement des échantillons d'essai de type est alors vérifiée par l'une des trois méthodes décrites en 7.11.3 (évaluation de l'efficacité de l'amortisseur). Si ces trois échantillons satisfont aux critères de réception selon le 7.11.3, leurs caractéristiques peuvent être utilisées comme référence pour la vérification ultérieure des caractéristiques du même type d'amortisseur (lors des essais sur échantillon, par exemple).

Pour les essais sur échantillon, l'essai des caractéristiques de l'amortisseur (voir 7.11.2) doit être effectué et les résultats doivent être comparés aux caractéristiques obtenues pendant les "essais de type" (voir Tableau 3).

## 7.11.2 Essai des caractéristiques de l'amortisseur

### 7.11.2.1 Amortisseurs Stockbridge ou en élastomère uniquement

L'amortisseur doit être fixé par sa pince à un pot vibrant commandé par un oscillateur sinusoïdal, comme représenté à la Figure 4, dont le signal de sortie est variable en fréquence et en amplitude. Une plage de fréquences de  $0,18/d$  à  $1,4/d$  (où  $d$  représente le diamètre du conducteur en mètres) doit être couverte sauf si l'acheteur et le fournisseur ont convenu d'une plage de fréquences plus étroite. Toute vitesse de balayage automatique, inférieure ou égale à 0,2 décade/min dans le cas d'un balayage logarithmique, ou 0,5 Hz/s dans le cas d'un balayage linéaire, peut être utilisée. La plage de fréquences peut également être couverte pas à pas (par intervalles maximaux de 0,5 Hz au-dessous de 10 Hz, de 1 Hz entre 10 Hz et 100 Hz et de 2 Hz au-dessus de 100 Hz), la stabilité du résultat étant vérifiée à chaque fréquence. La vitesse de la pince doit être maintenue constante à 0,1 m/s (0-p).

NOTE Des problèmes peuvent survenir pendant l'essai aux fréquences inférieures à 5 Hz, car les oscillations du pot vibrant peuvent ne pas être purement sinusoïdales.

Une vitesse de balayage logarithmique de 0,2 décade/min signifie qu'après 1 min, la fréquence est égale à  $10^{0,2}$  fois la fréquence initiale et, après 5 min, 10 fois la fréquence initiale.

Les résultats de l'essai doivent être présentés sous forme de courbes de:

- l'impédance de l'amortisseur  $Z_v$  (rapport entre la force  $F$  et la vitesse  $V$  au niveau de la pince de l'amortisseur);
- le déphasage  $\varphi_v$  entre la force  $F$  et la vitesse  $V$  au niveau de la pince de l'amortisseur;
- la puissance dissipée par l'amortisseur  $P_v = \frac{1}{2} F V \cos \varphi_v$ ;

par rapport à la fréquence.

OU

- la rigidité dynamique de l'amortisseur  $\frac{F}{u}$  (rapport entre la force  $F$  et le déplacement  $u$  au niveau de la pince de l'amortisseur);
- le déphasage  $\varphi_u$  entre la force  $F$  et le déplacement  $u$  au niveau de la pince de l'amortisseur;
- la puissance dissipée par l'amortisseur  $P_v = \pi f \frac{F}{u} u^2 \sin \varphi_u$  où  $f$  représente la fréquence,  $F$  représente la force crête et  $u$  représente le déplacement crête;

par rapport à la fréquence.

Des exemples de courbes sont fournis à l'Annexe B.

Si cela est spécifié par l'acheteur, les résultats d'essai peuvent être présentés sous un format différent, sous réserve que les caractéristiques mentionnées ci-dessus puissent être déduites de ces résultats.

Lorsque la variante B est utilisée, les valeurs de fréquence  $f_i$  et de puissance dissipée  $P_i$  correspondant aux résonances de l'amortisseur, issues de la dernière courbe, doivent être consignées. Les désignations suivantes sont utilisées dans la présente norme pour faciliter les références:

$f_i$   $i^e$  fréquence de résonance;

$P_i$  puissance dissipée par l'amortisseur à  $f_i$ .

Pendant les essais de type, les valeurs suivantes doivent être déterminées à partir des résultats des amortisseurs soumis à l'essai:

$f_{i\min}$  valeur la plus basse de  $f_i$  obtenue pour les amortisseurs soumis à l'essai;

$f_{i\max}$  valeur la plus élevée de  $f_i$  obtenue pour les amortisseurs soumis à l'essai;

$P_{i\min}$  valeur la plus basse de  $P_i$  obtenue pour les amortisseurs soumis à l'essai;

$P_{i\max}$  valeur la plus élevée de  $P_i$  obtenue pour les amortisseurs soumis à l'essai;

pour l'ensemble des fréquences de résonance des amortisseurs.

- Critères de réception

**Tableau 3 – Critères de réception**

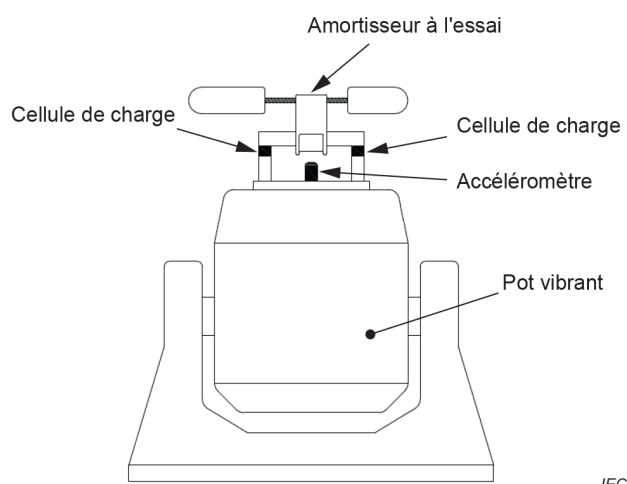
	Variante A	Variante B
<b>Essai de type</b>	Pour l'ensemble des fréquences, le déphasage $\varphi_v$ et la puissance dissipée par l'amortisseur $P_v$ doivent rester entre les limites basses et hautes exigées par l'acheteur.	Aucun critère, car les résultats de l'essai ne sont utilisés qu'à titre de référence pour les essais sur échantillon
<b>Essai sur échantillon</b>	Pour l'ensemble des fréquences, le déphasage $\varphi_v$ et la puissance dissipée par l'amortisseur $P_v$ doivent rester entre les limites basses et hautes établies par l'acheteur.	Lors des essais sur échantillon, les fréquences de résonance $f_i$ et les valeurs de puissance $P_i$ correspondantes doivent être déterminées et comparées aux valeurs $f_{i\min}$ , $f_{i\max}$ , $P_{i\min}$ et $P_{i\max}$ obtenues lors de l'essai de type des caractéristiques de l'amortisseur (voir ci-dessus).  L'amortisseur doit satisfaire aux exigences de l'essai sur échantillon si, pour chaque amortisseur, les valeurs suivantes sont obtenues: $0,8f_{i\min} < f < 1,2f_{i\max}$ $0,8P_{i\min} < P < 1,2P_{i\max}$ pour l'ensemble des fréquences de résonance.

NOTE Des recommandations concernant le mesurage de la puissance dissipée par les amortisseurs de vibrations éoliennes lors d'essais en laboratoire sont données dans la norme IEEE Std 664 [1]<sup>1</sup>, où l'essai des caractéristiques de l'amortisseur est appelé "méthode à réponse forcée" (voir Article 4 de la norme IEEE Std 664:1993).

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

### 7.11.2.2 Conducteurs haute température (HTC) – Amortisseurs en élastomère uniquement

L'amortisseur doit être fixé par sa pince à un élément de conducteur ou à un tube. Après installation de l'amortisseur à température ambiante, le conducteur/tube doit être électriquement chauffé jusqu'à la température maximale en service continu spécifiée par le fabricant du conducteur et maintenu à cette température pendant 0,5 h. La température doit ensuite revenir à la température ambiante. Cette étape de refroidissement et de chauffage doit être effectuée sur quatre cycles. L'essai des caractéristiques de l'amortisseur doit alors être effectué comme décrit en 7.11.2.1. Les performances de l'amortisseur ne doivent pas varier de plus de 10 % entre l'essai sur conducteurs normalisés et l'essai sur conducteurs haute température.



IEC

Figure 4 – Montage d'essai pour l'essai des caractéristiques de l'amortisseur

### 7.11.3 Evaluation de l'efficacité de l'amortisseur

#### 7.11.3.1 Méthodes d'évaluation

L'efficacité des amortisseurs doit être évaluée selon l'une ou plusieurs des méthodes suivantes:

- essai en laboratoire;
- essai in situ;
- méthode analytique.

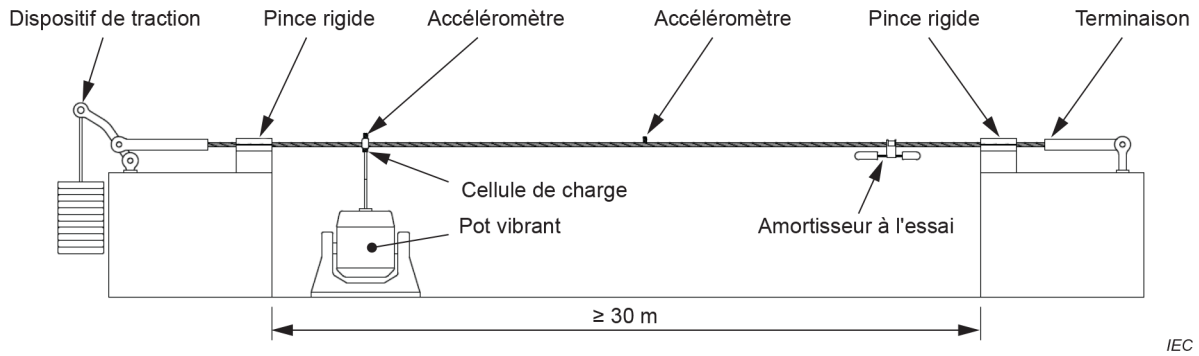
L'acheteur et le fournisseur doivent convenir de la ou des méthodes à appliquer.

#### 7.11.3.2 Essai en laboratoire

L'essai doit être effectué sur un ou plusieurs conducteurs et à la ou aux tensions spécifiées par l'acheteur. Sinon, le fournisseur peut soumettre un ou plusieurs conducteurs et tensions pour l'essai, sous réserve d'obtenir l'accord de l'acheteur. La longueur de portée libre minimale doit être de 30 m. La portée doit être maintenue à la tension spécifiée pendant au moins 24 h avant le début de l'essai.

Une pince rigide doit être installée afin de soutenir le conducteur de manière rigide (mais sans mise en tension) aux deux extrémités de la portée, et l'amortisseur et le pot vibrant doivent être positionnés comme indiqué à la Figure 5. Le pot vibrant doit être installé de telle manière que sa connexion au conducteur soit située dans la première alternance pour l'ensemble des fréquences à employer.

La Figure 5 représente un exemple de construction de portée d'essai en laboratoire.



**Figure 5 – Exemple de banc d'essai pour essai d'efficacité des amortisseurs (en laboratoire)**

Bien que des garnitures en hélice puissent être fixées autour du conducteur au niveau des points de suspension en service, celles-ci ne sont généralement pas installées pour cet essai destiné à déterminer les performances de l'amortisseur uniquement. Si l'acheteur souhaite inclure des garnitures en hélice pour simuler sa ligne réelle, cela est acceptable.

Le ou les amortisseurs doivent être installés conformément aux recommandations du fournisseur, sauf spécification contraire de l'acheteur. Cet essai n'est pas destiné aux amortisseurs de vibrations éoliennes en spirale.

La portée d'essai doit être excitée de manière à obtenir un mouvement stable des conducteurs aux fréquences auxquelles se produit la résonance dans la plage  $0,18/d$  à  $1,4/d$  (où  $d$  représente le diamètre du conducteur en mètres) sauf si l'acheteur et le fournisseur ont convenu d'une plage de fréquences plus étroite. Un minimum de 15 résonances accordables de la portée doit être soumis à l'essai; elles doivent être convenablement espacées sur l'ensemble de la plage de fréquences indiquée ci-dessus. Dans les plages de fréquences où la dissipation de l'énergie est la plus faible, il convient de soumettre à l'essai chaque harmonique accordable.

Des recommandations concernant le mesurage de la puissance dissipée par les amortisseurs de vibrations éoliennes lors d'essais en laboratoire sont données dans la norme IEEE Std 664 [1]. Il est recommandé d'établir les procédures détaillées concernant la mise en œuvre, la surveillance et le contrôle des essais par rapport au présent document.

L'excitation doit être ajustée à chaque fréquence accordable  $f_j$  de manière à atteindre:

une vitesse de boucle des ventres  $V$  de 0,2 m/s (0-p).

A chacune de ces fréquences d'essai, les valeurs suivantes doivent être consignées:

- Fréquence  $f_j$ ;
- La puissance dissipée par l'amortisseur  $P_j$  doit être déterminée selon l'une des manières suivantes:
  - a) à partir du pot vibrant déterminé à partir de la force d'excitation  $F$  (0-p) et de la vitesse du conducteur  $V$  (0-p) au point d'application de la force ( $P_j = \frac{1}{2} F V \cos \varphi_v$ , où  $\varphi_v$  représente l'angle de phase entre  $F$  et  $V$ ). Si la méthode de puissance est utilisée, il convient d'effectuer une correction des pertes aux extrémités et de l'autoamortissement du conducteur conformément aux normes IEEE Std 664 [1] et IEC 62567;

- b) ou à partir de l'amplitude des nœuds et des ventres de l'onde stationnaire conformément à l'IEEE 664 [1];
- l'amplitude crête à crête des ventres du conducteur  $Y_j$  dans l'une des boucles à proximité de l'amortisseur;
  - l'autoamortissement du conducteur peut être ajouté dans le calcul de la portée protégée par l'amortisseur à l'aide des formules suivantes:

$$P_t = P_j + P_c$$

où

$P_t$  est la puissance dissipée par l'amortisseur et le conducteur;

$P_j$  est la puissance dissipée par l'amortisseur;

$P_c$  est la puissance dissipée par le conducteur à la longueur de portée maximale du conducteur pouvant être protégée. Voir l'IEC 62567.

- Critères de réception

Pour chacune des fréquences d'essai, la puissance dissipée  $P_t$  pendant l'essai doit dépasser l'injection de puissance du vent admise par hypothèse  $P_{w,j}$  qui doit être calculée à l'aide de la formule:

$$P_{w,j} = L d^4 f_j^3 fnc\left(\frac{Y_j}{d}\right)$$

où

$L$  est la longueur de portée maximale du conducteur pouvant être protégée pour le montage d'essai d'amortisseur, convenue entre l'acheteur et le fournisseur (en m);

$d$  est le diamètre du conducteur (en m);

$f_j$  est la fréquence (en Hz);

$Y_j$  est l'amplitude crête à crête des ventres du conducteur (en m);

$fnc\left(\frac{Y_j}{d}\right)$  est la fonction d'injection de puissance du vent fournie à l'Annexe C, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur.

Les valeurs de puissance dissipée mesurées, si elles résultent d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur, doivent alors être corrigées en ajoutant la quantité d'autoamortissement du conducteur correspondant à la différence de longueur entre la portée en service et la portée d'essai. Il convient d'évaluer la correction correspondant à l'autoamortissement du conducteur et à la puissance dissipée au niveau de la terminaison de la portée en se référant à l'IEC 62567.

NOTE La puissance dissipée totale mesurée dans cet essai représente la somme de la puissance dissipée par l'amortisseur, de l'autoamortissement mécanique de la longueur de conducteur à l'essai et de la puissance dissipée au niveau de la terminaison de la portée. Les longueurs de portée en service sont en général largement supérieures à la longueur de conducteur à l'essai. De ce fait, la dissipation mesurée est plus faible que la dissipation dans les portées en service vibrant à la même amplitude de ventres que la portée d'essai. Aux fréquences élevées, l'autoamortissement du conducteur dans la portée en service contribue de manière significative à la dissipation totale.

### 7.11.3.3 Essai in situ

L'essai in situ doit être effectué sur au moins deux portées de longueurs différentes. Les portées d'essai doivent être choisies entre des supports équipés en suspension et doivent être approximativement à niveau. L'acheteur doit spécifier ou donner son accord sur la durée des essais, les mesurages à effectuer (amplitude de flexion ou contrainte au niveau de la pince de suspension, vitesse et direction du vent, turbulences, etc.), le matériel et les transducteurs à utiliser, ainsi que les procédures à suivre pour le traitement et la présentation des données expérimentales.

La durée spécifiée des essais in situ doit être prolongée si, pendant l'essai, la fréquence d'un vent perpendiculaire aux portées d'essai à des vitesses comprises dans la plage de 0,5 m/s à 10 m/s n'a pas été jugée suffisante.

- Critères de réception:

Les critères de réception doivent tenir compte des amplitudes ou contraintes de flexion mesurées sur le conducteur. Ces critères doivent être fixés d'un commun accord entre l'acheteur et le fournisseur, en se référant aux documents IEEE WPM, 31TP 65-156 [2], CIGRE, SC22 WG04 [3], CIGRE, SC22 WG11-TF2 [4] et IEEE Std 1368 [5] ou à d'autres publications équivalentes.

### 7.11.3.4 Méthode analytique

L'efficacité de l'amortisseur doit être déterminée au moyen de programmes informatiques reposant sur la modélisation mathématique.

Il convient d'apporter des preuves suffisantes pour démontrer que la méthode analytique utilisée a été validée par rapport aux résultats obtenus lors d'essais en laboratoire ou d'essais in situ.

L'acheteur doit fournir les informations suivantes, lorsqu'elles sont disponibles:

- la longueur de la ou des portées à prendre en compte;
- les caractéristiques du conducteur: type, toronnage, masse par unité de longueur, résistance assignée à la traction;
- l'effort de traction sur les conducteurs, la température correspondante et la portée équivalente;
- l'autoamortissement du conducteur;
- le type de pince de suspension (conventionnelle, AGS, etc.);
- les caractéristiques des garnitures en hélice, le cas échéant;
- les caractéristiques du terrain (plat, zone côtière, zone suburbaine, etc.);
- la répartition annuelle de la vitesse moyenne du vent (valeur moyenne sur 10 min);
- les caractéristiques des dispositifs (par exemple, sphères de signalisation) fixés au conducteur et leur répartition dans la portée.

- Critères de réception:

Les critères de réception doivent tenir compte des amplitudes ou contraintes de flexion calculées sur le conducteur. Ces critères doivent être fixés d'un commun accord entre l'acheteur et le fournisseur, en se référant aux documents IEEE WPM, 31TP 65-156 [2], CIGRE, SC22 WG04 [3], CIGRE, SC22 WG11-TF2 [4] et IEEE Std 1368 [5] ou à d'autres publications équivalentes.

## 7.12 Essai de fatigue de l'amortisseur

### 7.12.1 Méthodes d'essai

Deux méthodes alternatives peuvent être appliquées pour l'essai de fatigue:

- Méthode par balayage de fréquences
- Méthode des fréquences de résonance

La première méthode exige un balayage en fréquence et 100 millions ( $10^8$ ) de cycles, tandis que la deuxième méthode excite les vibrations à chaque fréquence de résonance et cumule 10 millions ( $10^7$ ) de cycles. L'acheteur et le fournisseur doivent convenir de la méthode à appliquer.

La méthode convenue doit être appliquée à chacun des trois amortisseurs qui ont été d'abord soumis à l'essai des caractéristiques de l'amortisseur (7.11.2). Chaque amortisseur doit être fixé par sa pince à un pot vibrant commandé par un oscillateur sinusoïdal dont la sortie est variable en fréquence et en amplitude. La fixation doit s'effectuer au moyen d'un tube ou d'une barre d'un diamètre quasiment identique à celui du conducteur pour lequel l'amortisseur est installé. Le dispositif de serrage de la pince doit être serré sur la barre ou le tube au couple d'installation spécifié.

### 7.12.2 Méthode par balayage de fréquences

Une plage de fréquences d'au moins  $0,18/d$  à  $1,4/d$  (où  $d$  représente le diamètre du conducteur en mètres) doit être couverte sauf si l'acheteur et le fournisseur ont convenu d'une plage de fréquences plus étroite. Toute vitesse de balayage automatique, inférieure ou égale à 0,2 décade/min dans le cas d'un balayage logarithmique, ou 0,5 Hz/s dans le cas d'un balayage linéaire, peut être utilisée. La vitesse de la pince doit être maintenue constante à 0,1 m/s (0-p). L'amortisseur doit être mis en vibration pendant 100 millions ( $10^8$ ) de cycles, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur.

NOTE Des problèmes peuvent survenir pendant l'essai aux fréquences inférieures à 5 Hz, car les oscillations du pot vibrant peuvent ne pas être purement sinusoïdales.

### 7.12.3 Méthode des fréquences de résonance

Effectuer des essais de fatigue à une vitesse de la pince de 0,075 m/s (0-p), ces essais doivent être effectués à chaque fréquence de résonance de l'amortisseur, pendant 5 millions de cycles s'il s'agit d'un amortisseur à double réaction et pendant 2,5 millions de cycles s'il s'agit d'un amortisseur à quadruple réaction.

### 7.12.4 Critères de réception

Les essais spécifiés en 7.11.2.1, en 7.8 et en 7.9 doivent être répétés après l'essai de fatigue.

L'essai des amortisseurs est déclaré satisfaisant si:

- pour chaque amortisseur, les fréquences de résonance correspondantes avant et après l'essai ne diffèrent pas de plus de  $\pm 20$  %;
- les valeurs de puissance d'amortissement avant et après l'essai aux fréquences de résonance ne diffèrent pas de plus de  $\pm 20$  %;
- l'examen des amortisseurs indique que tous les brins du câble porteur sont intacts;
- les critères de réception du 7.8 et du 7.9 sont remplis;
- le couple de serrage résiduel du dispositif de serrage de la pince n'est pas inférieur à 50 % de la valeur initiale (c'est-à-dire la moitié du couple d'installation spécifié).

Il convient de mesurer le couple de serrage résiduel (RTT, Residual Tightening Torque) à l'aide d'une clé dynamométrique, qui est appliquée sur le boulon et manœuvrée dans le sens du serrage. La valeur RTT est lue sur la clé dynamométrique lorsque le boulon commence à bouger.

#### **7.12.5 Méthode d'essai de fatigue – pour amortisseurs de vibrations éoliennes en spirale (SVD)**

L'essai de fatigue pour amortisseurs en spirale doit être réalisé sur une portée d'essai. Pour cet essai, il convient d'installer un amortisseur sur le conducteur approprié conformément aux recommandations du fournisseur. Il convient que la longueur de la portée d'essai soit d'au moins 20 m à une tension de 20 % de la résistance assignée à la traction. Les terminaisons peuvent être des raccords normalisés tels que des raccords comprimés, boulonnés ou en hélice. Une terminaison articulée est admise. Après l'installation de l'amortisseur, le conducteur est mis en vibration à une fréquence de résonance comprise entre  $0,4/d$  et  $1,4/d$ , où  $d$  représente le diamètre du conducteur en mètres. Il convient que la vitesse d'excitation corresponde à une vitesse de boucle des ventres de 0,075 m/s (0-p) pendant 10 millions ( $10^7$ ) de cycles.

- Critères de réception

Aucune rupture de l'amortisseur à l'issue de l'essai. Une usure mineure jusqu'à 15 % de l'épaisseur du matériau de l'amortisseur est acceptable. Aucun dommage du conducteur n'est acceptable.

## Annexe A (normative)

### Informations techniques minimales à convenir entre l'acheteur et le fournisseur

Paragraphe de référence	Option d'essai	Informations à convenir	
6.2.3 Echantillonnage, critères de réception	<input type="checkbox"/> Contrôle par variables	Niveau de contrôle, NQA, instructions d'échantillonnage	
	<input type="checkbox"/> Contrôle par attributs	Niveau de contrôle, NQA, instructions d'échantillonnage	
7.5 Essai de glissement des pinces		Tolérance si des boulons fusibles sont utilisés	
7.6 Essai des boulons fusibles		Tolérance	
7.7 Essai de serrage des boulons de pince		Tolérance si des boulons fusibles sont utilisés	
7.10 Essais d'effet couronne et de tension perturbatrice radioélectrique (RIV)  NOTE Non applicable pour les amortisseurs de câble de garde	<input type="checkbox"/> Méthode des tensions	Tension d'extinction de l'effet couronne spécifiée	
	<input type="checkbox"/> Méthode des gradients de tension	Gradient spécifié de tension d'essai d'extinction de l'effet couronne	
7.11 Essais de performance de l'amortisseur	<input type="checkbox"/> Variante A	Limites des caractéristiques de l'amortisseur	
	<input type="checkbox"/> Variante B	<input type="checkbox"/> Essai en laboratoire	Tension du conducteur et autres (voir 7.11.3.2)
		<input type="checkbox"/> Essai in situ	Tension du conducteur et autres (voir 7.11.3.3)
		<input type="checkbox"/> Méthode analytique	Tension du conducteur et autres (voir 7.11.3.4)
7.12 Essai de fatigue de l'amortisseur	<input type="checkbox"/> Méthode par balayage de fréquences <input type="checkbox"/> Méthode des fréquences de résonance		

### Annexe B (informative)

#### Exemples de courbes correspondant à l'essai des caractéristiques de l'amortisseur

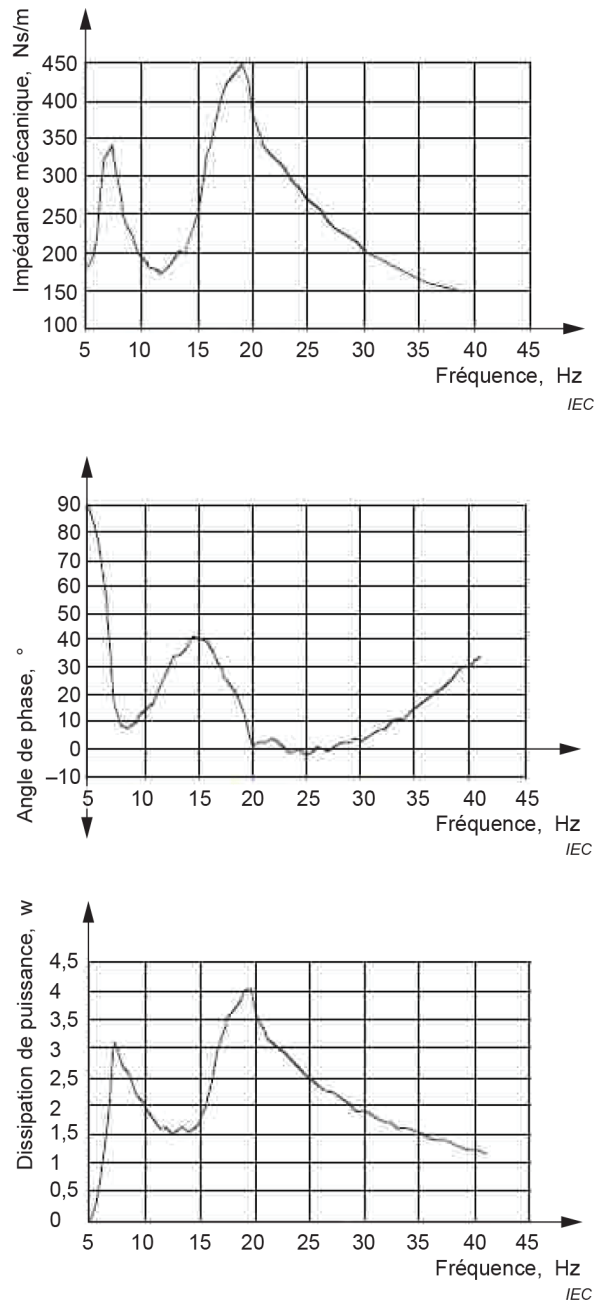
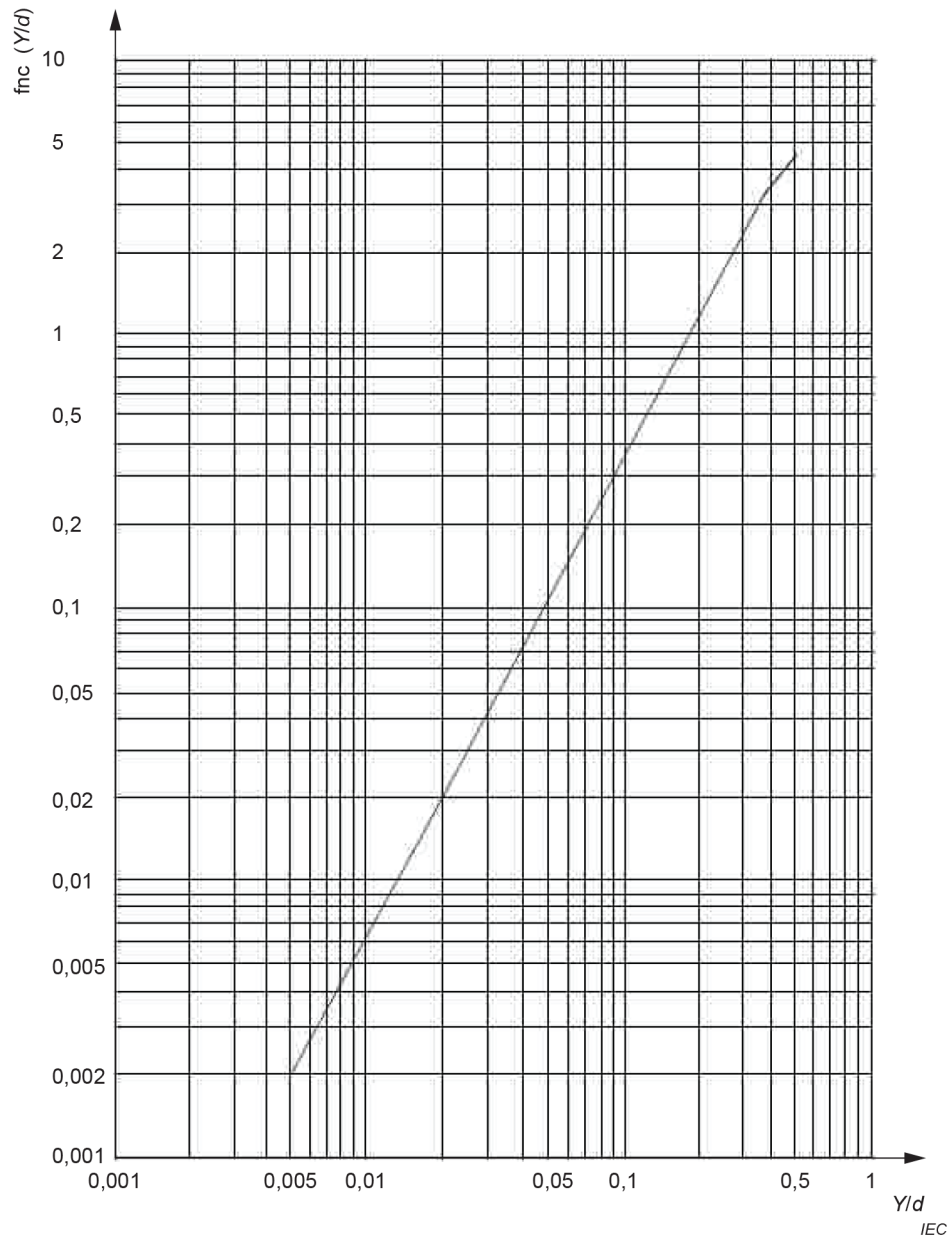


Figure B.1 – Exemples de courbes correspondant à l'essai des caractéristiques de l'amortisseur (amortisseur à deux fréquences de résonance)

## Annexe C (normative)

### Courbe d'injection de puissance du vent



#### Légende

$Y$  est l'amplitude crête à crête des ventres du conducteur (en m)

$d$  est le diamètre du conducteur (en m)

**Figure C.1 – Courbe d'injection de puissance du vent**

Afin de réduire le plus possible les erreurs de lecture des valeurs  $fnc\left(\frac{Y_j}{d}\right)$  de la Figure C.1, la formule suivante doit être utilisée:

$$fnc\left(\frac{Y_j}{d}\right) = 10^z$$

où

$$z = \sum_{n=0}^8 a_n X^n$$

et

$$X = \lg\left(\frac{Y}{d}\right)$$

$$a_0 = -0,491949$$

$$a_1 = -11,8029$$

$$a_2 = -43,5532$$

$$a_3 = -78,5876$$

$$a_4 = -86,1199$$

$$a_5 = -58,1808$$

$$a_6 = -23,6082$$

$$a_7 = -5,26705$$

$$a_8 = -0,495885$$

## **Annexe D** (informative)

### **Description des conducteurs HT donnée dans la brochure technique CIGRE 695-2017 [6]**

#### Type 0

Conducteurs conçus pour une température maximale en service continu de 95 °C.

#### Type 1

Conducteurs constitués d'un élément de renfort en acier, en acier zingué ou en alliage d'acier, et d'une enveloppe où les effets de la haute température sont atténués par l'emploi d'alliages d'aluminium thermorésistants.

#### Type 2

Conducteurs constitués d'un élément de renfort en acier, en acier zingué ou en alliage d'acier, et d'une enveloppe où les effets de la haute température sont atténués par l'emploi d'aluminium recuit.

#### Type 3

Conducteurs constitués d'un élément de renfort en matériau composite à matrice métallique (MMC, Metal-Matrix Composite) et d'une enveloppe où les effets de la haute température sont atténués par l'emploi d'alliages d'aluminium thermorésistants.

#### Type 4

Conducteurs constitués d'un élément de renfort en matériau composite à matrice polymère (PMC, Polymer-Matrix Composite) et d'une enveloppe où les effets de la haute température sont atténués par l'emploi d'aluminium recuit ou d'alliages d'aluminium thermorésistants pour les applications de flèche inférieure à température élevée (HTLS, High Temperature Low Sag).

## Bibliographie

- [1] IEEE Std 664:1993, *IEEE Guide for Laboratory Measurement of the Power Dissipation Characteristics of Aeolian Vibration Dampers for Single Conductors* (disponible en anglais seulement)
  - [2] IEEE Committee report, *Standardization of conductor vibration measurements* – IEEE WPM 1965; 31TP 65-156 (disponible en anglais seulement)
  - [3] CIGRE SC22 WG04, *Recommendations for the evaluation of the lifetime of transmission line conductors* – Electra 63, mars 1979 (disponible en anglais seulement)
  - [4] CIGRE SC22 WG11-TF2, *Guide to vibration measurements on overhead lines* – Electra 163, décembre 1995 (disponible en anglais seulement)
  - [5] IEEE Std 1368:2007, *IEEE Guide for Aeolian Vibration Field Measurements of Overhead Conductors* (disponible en anglais seulement)
  - [6] CIGRE SCB2 WG 48, *Experience with the mechanical performance of non-conventional conductors* – Brochure technique 695, août 2017 (disponible en anglais seulement)
-



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

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

Tel: + 41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)