

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Overhead line structures – Loading tests

Structures des lignes aériennes – Essais mécaniques

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60652:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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
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

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - 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 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - 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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Overhead line structures – Loading tests

Structures des lignes aériennes – Essais mécaniques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.240.20

ISBN 978-2-8322-9958-6

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.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 Terms and definitions	5
4 Categories of tests	6
4.1 General.....	6
4.2 Design tests.....	6
4.3 Sample tests.....	6
5 General test criteria	7
6 Acceptability of test station	7
7 Test specification.....	7
8 Test programme	8
9 Assembly of support	8
10 Load application	9
10.1 General.....	9
10.2 Combined loads	9
10.3 Precautions for load application.....	9
10.4 Load levels	9
10.5 Destruction tests	9
10.6 Tolerances on applied loads.....	10
10.7 Loading rate and holding period.....	10
11 Measurements.....	10
11.1 Load and angle measurements.....	10
11.2 Deflection measurements.....	10
11.3 Strain measurements.....	11
12 Sequence of test loading cases.....	11
13 Video documentation.....	11
14 Acceptance criteria.....	11
15 Premature failure.....	11
15.1 Design tests.....	11
15.2 Sample tests.....	11
15.3 Replacement of components	12
16 Material specification	12
17 Test report.....	12
18 Record and traceability	13
Table 1 – Load tolerances.....	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OVERHEAD LINE STRUCTURES – LOADING TESTS**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.

IEC 60652 has been prepared by IEC technical committee 11: Overhead lines. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2002. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Title modified;
- b) Added reference to CIGRE Brochure 399;
- c) In Clause 7, added test limitation for wind speed and direction during testing;
- d) In paragraph 10.5, added load increments for destruction tests;
- e) In paragraph 10.7, added a requirement for an agreement between client and testing station when testing supports made of creep-sensitive materials;
- f) In Clause 17, added requirements for sampling procedure to be provided in the test report.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
11/276/FDIS	11/277/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60652:2021

OVERHEAD LINE STRUCTURES – LOADING TESTS

1 Scope

This document specifies the methods and procedures of testing supports for overhead lines.

It applies to the testing of supports and structures of overhead lines.

There is no restriction on the type of material used in the fabrication of the supports which may include, but not be limited to, metallic alloys, concrete, timber, laminated wood and composite materials. If required by the client, this document can also be applied to the testing of telecommunication supports, railway/tramway overhead electrification supports, electrical substation gantries, street lighting columns, wind turbine towers, ski-lift supports, etc.

Tests on reduced scale models of supports are not covered by this document.

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) – Part 466: Overhead lines*

IEC 60050-466:1990/AMD1:2020

ISO/IEC 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

CIGRE Brochure 399:2009, *Improvement on the Tower Testing Methodology*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-466:1990 and the following apply.

3.1

client

organization which contracts with the testing station and provides the test specification

3.2

design load

load for which the support has been designed

3.3

failure load

limit state loads value at which the support cannot carry any additional load as determined during the destruction test of the support

3.4 realignment

process used for restoring the original 'vertical' position of the tower after being permanently deformed due to an intermediate loading case testing

Note 1 to entry: This process usually requires release of bolts in connections, pulling back the tower to its original position, and finally re-tightening bolts. This procedure is not recommended.

3.5 test report

document summarizing all the relevant aspects of the tests

4 Categories of tests

4.1 General

The objective of support tests is to verify the design method and inherent assumptions, the method of member detailing and the quality of fabrication, manufacture and material.

With respect to the purpose of the test, the level of instrumentation and the method of execution, this document refers to two categories of tests:

- a) design tests;
- b) sample tests.

4.2 Design tests

Design tests are normally carried out on full scale prototype supports, with one or more of the following objectives:

- a) as part of a research and/or development programme in the design of an innovative support;
- b) to verify compliance of the support design with the specifications (also known as type tests on a prototype support);
- c) to develop and/or validate a new design standard or methodology;
- d) to develop and/or validate new fabrication processes.

When tests are carried out to verify design parameters, the test support shall be identical as far as possible to the serial production supports (see Clause 5, first paragraph). Tests on full scale sections or part of the support may also be undertaken.

Design tests shall be carried out to at least the design load or to failure, especially when testing according to 4.2b) and/or 4.2c).

4.3 Sample tests

These are intended for use either prior to or during the fabrication of the production of a batch of supports to act as a check on the quality of the fabrication, or on the materials being used. The support shall be taken at random from the serial production supports during manufacture. The test constitutes the acceptance of the production.

Sample tests are taken to a specific percentage of the design load (usually 100 %), as stipulated in the test specification.

5 General test criteria

For a design test (according to 4.2b) or 4.2c)), the material(s) and the manufacturing processes used in the fabrication of the prototype support shall be to the same specifications as those used during the serial fabrication of the supports. These specifications shall include the member sectional properties, connection details, e.g. bolt or weld sizes, material grades and fabrication processes. Prior to the commencement of the prototype support fabrication, agreement shall be made with regard to the surface coating of the support.

Agreement shall also be made with respect to the organization responsible for the checking of the support prior to the testing.

If a sample test is required on a production support, the components shall be chosen at random from the batch.

Whether it is for the design test (according to 4.2b)) or the sample test, the support shall successfully withstand the loads specified by the client.

6 Acceptability of test station

If required by the client, the testing station shall be accredited by an external organization to perform this type of test according to the procedures of quality assurance defined by ISO/IEC 17025:2017.

The following minimum requirements shall be fulfilled by the test station:

- the layout of the station is generally safe (e.g. in case of structure collapse the control building and the observation area are not located in the danger zone)
- the station has adequate provision to limit the severity of the collapse of the tower in the event of a failure (e.g. back-stays or others)
- all personnel is provided with adequate personal safety equipment, have received proper training, and all procedures has been validated from the safety point of view
- all lifting equipment has been regularly maintained, tested and certified
- the station pad is clear of loose material during the test
- the rigging equipment is well maintained (e.g. pulley blocks greased), tested and certified
- the load application devices (e.g. winches, hydraulic rams) do not impart dynamic effects when operated
- the equipment employed for the mechanical testing of the steel is calibrated
- the load measuring devices are calibrated against an instrument which itself is calibrated by a recognized independent calibration organization.

7 Test specification

The client shall prepare and transmit to the testing station, at an agreed time prior to the delivery of the support, the following appropriate information:

- Workshop and/or erection drawings of the support.
- The mass of each section of the support.
- Precautions to be observed during the unloading and unpacking.
- Requirements for the support assembly or disassembly, including if necessary details for lifting the support from the horizontal.
- Bolt tightening requirements.

- The tensions for any guys.
- Nominal force to be applied during slip-joining of sections and/or slip-joint length and their respective tolerances.
- Foundation setting tolerances and verticality tolerances of the support.
- The category of the test (design or sample).
- The exact position of the load application points for each loading case.
- (The point of application of the wind loads to be applied on the tower body shall be agreed between the designer and the test station.)
- The loading cases to be used for tower testing as selected from the tower design load cases as well as the detailed tower forces at attachment points and tower body to be applied on the support for each loading case.
- All reactions induced on the foundations of the test support for each loading case to be tested.
- The location of the deflection measuring points for each loading case.
- The position and the orientation of strain gauges, if applicable.
- The areas of the test support to be filmed during the test.
- Limitation of wind speed and wind direction during the test, if applicable.

8 Test programme

The test programme shall be submitted to the client at an agreed date before the test. This document shall be approved by the client and returned to the testing station within an agreed period.

The test programme shall include but not be limited to the following information:

- The expected test date.
- A description of the proposed foundations for the test support.
- The method of load application.
- A drawing of the test rigging arrangement and attachment details.
- The position of the dynamometers and/or load cells and the position of angle transducers in the case of resultant load applications.
- The position of deflection measurement points.
- The position and orientation of strain gauges if appropriate.
- The tolerances (loads, resultant angles, deflections, strain gauges).
- Details of applied loads as per rigging scheme for each test load case, load increment and holding period.
- Holding period for the final level.
- Loading rate for elastic-plastic materials and creep-sensitive materials. This requirement is not important or required for steel towers, but could be for some support types such as reinforced concrete structures subjected to permanent bending or to fibre reinforced structures.
- The category of the test (design or sample).

9 Assembly of support

Footing(s) on which the test report to be erected shall simulate the design assumption.

The testing station shall proceed with the assembly of the support in accordance with the instructions provided by the client.

In the case where the testing station encounters a difficulty in the assembly or erection of the support, the client shall be informed and shall decide on the modifications required.

If requested by the client, a report of assembly shall be provided by the testing station. This report may include a video of the different phases of the assembly and any particular difficulty encountered.

10 Load application

10.1 General

Loading cases (loads, directions, and load application points) are stated by the client in the test specification.

10.2 Combined loads

If, for practical purposes, certain loads (e.g. due to wind on the support) have to be combined, the value of the resultant, its direction, and its application point shall be shown in the test programme.

10.3 Precautions for load application

The dynamometer/load cells shall be located in the test rigging as close as practical to the load application point on the support. When this cannot be ensured and/or multi-sheave rigging blocks are applied between load cells and load attachment point, allowance shall be made for the friction resistance in the rigging ropes and blocks (refer to Annexes C and D of CIGRE Brochure 399:2009, for further information), as agreed between the test station and the client.

Similarly, it is recommended that the test rigging shall be arranged so as to minimize any load eccentricity. Fittings of the planned insulator strings shall preferably be used for the load application.

The testing station shall minimize the influence of any contact between the test rigging and the support; where this is not practical, this shall be drawn to the client's attention.

Loads shall be applied in such a way as to avoid any dynamic effect. However, joint slippage during the support test shall be accepted.

10.4 Load levels

The test loads shall be applied in increments to 50 %, 75 %, 90 %, 95 % and 100 % of the specified loads.

If required by the client, additional load levels may be considered.

10.5 Destruction tests

If required by the client, destruction tests shall be performed. These tests are to be applied for normal load cases or anti-cascading loads respectively. For load steps above 100 % of the specified loads, only horizontal loads shall be increased further. For load cases considering ice, both horizontal and vertical loads shall be increased further.

For destruction tests (i.e. for each load level above 100 % of the specified loads), it is suggested that a 5 % load increment be applied for each load step and the load step duration complying with 10.6.

10.6 Tolerances on applied loads

For each load level, the applied load measurements shall be considered acceptable if they are within the limits shown in Table 1.

Table 1 – Load tolerances

Load level	Acceptable range for individual load components	Acceptable range for the average of all loads
%	%	%
50	48 to 53	48 to 53
75	73 to 78	73 to 78
90	88 to 93	88 to 93
95	93 to 98	94 to 96
100	100 to 105	100 to 102

10.7 Loading rate and holding period

For each load increment, the time taken for the load application depends upon the facilities of the testing station and the time needed for the loads to be adjusted in accordance with 10.5.

For the final 100 % level, the loads shall be maintained for a contractual period of time, usually 1 min (this is the minimum holding period criteria for accepting the test and any longer duration can be agreed upon between the testing station operator and the client prior to testing. Without previous agreement, the holding period criteria shall be the default value of 1 min). In addition to the above holding period criteria, an extended holding period, usually of 4 min beyond the contractual value, can be requested by the client for engineering purposes, but any failure during this extended period shall not be a criterion for rejecting the test. In order to avoid possible disputes regarding acceptance or rejection of testing results, it is recommended that the contractual duration for acceptance of the tests as well as the extended duration be clearly defined prior to testing.

Before start counting the holding period, the loads shall be in balance. Balance means that the applied loads are stable.

For supports made of creep-sensitive materials, different loading rates and holding periods may be applied subject to client and testing operator agreement.

11 Measurements

11.1 Load and angle measurements

The accuracy of the dynamometers and/or load cells and/or angle transducers shall be such that errors in measurement are not greater than 1 % at full scale.

All dynamometers and/or load cells and/or angle transducers shall be calibrated before and after every test series. The client can specify that at least three load cells shall be calibrated in his presence. This specification requires the client to be present at the station in due time before the test.

All applied loads and/or resultant angles shall be recorded.

11.2 Deflection measurements

At each load level and when the support is stable, support deflection shall be measured in accordance with the test specification. The accuracy of measurements shall be 10 mm.

11.3 Strain measurements

If requested by the client, strain measurement shall be obtained in accordance with accepted industry standards. The testing station shall provide the accuracy of measurement of the strain gauges and/or the instrumented members and synchronize the measurements with applied loads.

12 Sequence of test loading cases

The sequence of test loading cases shall be determined by the client and stated in the test specification. It is recommended to choose first those tests having the least influence on the results of the successive tests. If agreed by the client, the testing station may adjust the test sequence to simplify the test operations or to reduce the cost of the test.

13 Video documentation

It is recommended that the entire test should be video recorded and the video cross-referenced with the measurements.

14 Acceptance criteria

The performance of the support shall be considered acceptable if it resists the specified design loads (at 100 %) for the contractual duration period agreed upon in 10.6 (default value of 1 min) without failure of any components or assemblies.

Permanent local deformations such as bowing or twisting of secondary members and components are acceptable. Ovalization of holes and permanent deformation of bolts shall be accepted as long as the support meets the above contractual duration period.

Additionally, the requirement of Clause 16 shall be fulfilled.

15 Premature failure

15.1 Design tests

In the event of failure at less than 95 % of the specified design load, the failed component(s) shall be replaced by other component(s). The modified structure shall be retested to resist 100 % of the specified design loads.

In the event of failure between 95 % and less than 100 % of the specified design loads, with the exception of the final load case (frequently the destruction load case), the support shall be modified and retested. If failure occurs in the final load case, the client may elect not to retest the modified support.

In the event of failure at 100 % of the specified design loads but before the contractual holding period defined in 10.6 is reached, the client may accept the support without modification.

15.2 Sample tests

In the event of a failure at less than 100 % of the specified design load, the failed component(s) shall be replaced by identical components and the support retested. In the event of a subsequent failure, the client may reject the batch of supports from which the test support has been drawn.

In the event of a failure at 100 % of the specified design load but at less than the contractual holding period defined in 10.6, the client may accept the batch of supports from which the test support has been drawn.

15.3 Replacement of components

The partial or complete replacement or modification of elements, assemblies and complete sections of the support is the responsibility of the client. In case one or a few members are replaced during testing, previous successful tests do not need to be repeated.

16 Material specification

The selection of materials, manufacturing tolerances and engineering properties (i.e. geometrical and mechanical characteristics) for the support are the responsibility of the client.

The materials used for the fabrication of a prototype support shall be representative of the materials used in serial production structures and within the specified industry standards.

On completion of the test series, it is recommended to take samples from the prototype support and perform tensile tests in order to verify the compliance of the material with the specifications.

The number and location of samples are the responsibility of the client. Minimum five samples shall be taken from the most highly stressed members.

If the components of the support do not fulfil the requirements of the applicable industry standards, the client may declare the test invalid and reject the support.

17 Test report

The testing station shall document all relevant test information and data.

The test report shall include the following data:

- a) Indication of the applicable standard for testing supports (IEC 60652:2021).
- b) Designation, type, and description of the support.
- c) Name of the support manufacturer.
- d) Name of the support designer.
- e) Name of the client.
- f) Dates and location of testing.
- g) Sampling method for selection of the structure to be tested.
- h) Names of the persons present during the tests.
- i) List of workshop and/or erection drawings of the test support, including any modifications.
- j) Methods and measurements of the joints assembly.
- k) Description of all anomalies and difficulties met during the assembly as well as corrective measures adopted by the client.
- l) Rigging drawing used to apply the test loads.
- m) Brief description of the test facility including the number, location, range and calibration charts or tables of every load and angle transducer or other load measuring devices, as well as the accuracy of the equipment used to measure the test loads.
- n) Loads required at the various points on the support and at each load level.
- o) Holding period for the final level.

- p) Calibration records.
- q) Deflection measurements.
- r) Strain gauge measurements if appropriate.
- s) In case of failure:
 - maximum loads applied to the support prior to failure;
 - a description of the failure;
 - when required by the client, engineering properties of the failed component(s);
 - if required by the client, a video film of the failure.
- t) Summary results.
- u) Photographs showing the whole support before, during and after tests and, where appropriate, details of any failure.
- v) Local meteorological data during the tests series (e.g. wind speed and direction, temperature, etc.).
- w) If required by the client, observations of noticeable permanent deformations during the dismantling.
- x) When applicable, the number of the certificate of quality assurance of the station according to ISO/IEC 17025:2017.
- y) If required by the client, the engineering properties of component samples taken from the support.

18 Record and traceability

The testing station shall keep a record of all relevant information for a time period of at least 10 years or as required by the client. Relevant information includes the test report, calibration and test data, deflection and load time histories, rigging drawings and available video and still images.

The disposition or storage of the test support is the responsibility of the client.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
1 Domaine d'application.....	17
2 Références normatives	17
3 Termes et définitions	17
4 Catégories d'essais	18
4.1 Généralités	18
4.2 Essais de conception	18
4.3 Essais sur échantillon	18
5 Critères d'essai généraux	19
6 Acceptabilité de la station d'essais	19
7 Spécification d'essai	20
8 Programme d'essais	20
9 Assemblage du support	21
10 Application de la charge.....	21
10.1 Généralités	21
10.2 Charges combinées.....	21
10.3 Précautions pour l'application de la charge	21
10.4 Niveaux de charges.....	22
10.5 Essais destructifs.....	22
10.6 Tolérances sur les charges appliquées	22
10.7 Vitesse d'application de la charge et période de maintien.....	22
11 Mesurages	23
11.1 Mesurage des efforts et des angles	23
11.2 Mesurage des déplacements	23
11.3 Mesurage des contraintes	23
12 Séquence d'exécution des cas de charge d'essai	23
13 Documentation vidéo.....	23
14 Critères d'acceptation	23
15 Rupture prématurée.....	24
15.1 Essais de conception	24
15.2 Essais sur échantillon	24
15.3 Remplacement de composants	24
16 Spécification du matériau.....	24
17 Rapport d'essai	25
18 Archivage et traçabilité	26
Tableau 1 – Tolérances sur les charges	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

STRUCTURES DES LIGNES AÉRIENNES – ESSAIS MÉCANIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60652 a été établie par le comité d'études 11 de l'IEC: Lignes aériennes. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2002. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le titre a été modifié;
- b) une référence à la brochure 399 du CIGRE a été ajoutée;
- c) à l'Article 7, des limites d'essai ont été ajoutées pour la vitesse et la direction du vent lors des essais;
- d) en 10.5, des incréments de charge ont été ajoutés pour les essais destructifs;

- e) en 10.7, une exigence a été ajoutée aux essais de supports constitués de matériaux sensibles au fluage : celle-ci est soumise à l'accord entre la station d'essais et le client;
- f) à l'Article 17, des exigences ont été ajoutées pour la procédure d'échantillonnage en vue d'étayer le rapport d'essai.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
11/276/FDIS	11/277/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60652:2021

STRUCTURES DES LIGNES AÉRIENNES – ESSAIS MÉCANIQUES

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes et procédures d'essai pour les supports de lignes aériennes.

Il s'applique aux essais des supports et structures des lignes aériennes.

Aucune restriction ne s'applique au type de matériau utilisé pour la fabrication des supports qui peuvent, entre autres, être réalisés en alliages métalliques, en béton, en bois (éventuellement stratifié) et en matériaux composites. Si le client l'exige, le présent document peut également être appliqué dans le cadre d'essais concernant les supports de télécommunication, les supports d'électrification de lignes aériennes pour les chemins de fer/tramways, les portiques de postes électriques, les supports d'éclairage public et de signalisation, les mâts d'éoliennes, les supports de téléphériques, etc.

Les essais réalisés sur modèles de supports à échelle réduite ne sont pas couverts par le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 – Chapitre 466: Lignes électriques*

IEC 60050-466:1990/AMD1:2020

ISO/IEC 17025:2017, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

Brochure 399:2009 du CIGRE, *Improvement on the Tower Testing Methodology* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-466:1990 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

client

organisation qui passe un contrat avec la station d'essais et qui fournit la spécification d'essai

3.2

charge nominale

charge pour laquelle le support a été conçu

3.3

charge de rupture

valeur des charges d'état limite à laquelle le support ne peut soutenir aucune charge supplémentaire, qui est déterminée par la réalisation d'un essai destructif sur le support

3.4

réalignement

processus utilisé pour rétablir la position "verticale" d'origine du pylône après avoir subi une déformation permanente à la suite d'un essai de cas de charge intermédiaire

Note 1 à l'article: Ce processus exige généralement le desserrage des boulons de liaison, le rétablissement du pylône dans sa position d'origine et enfin le resserrage des boulons. Cette procédure n'est pas recommandée.

3.5

rapport d'essai

document qui récapitule l'ensemble des aspects pertinents pour les essais

4 Catégories d'essais

4.1 Généralités

L'objectif des essais de supports est de vérifier la méthode de conception utilisée et les hypothèses intrinsèques, la pertinence des plans de détails des barres, ainsi que la qualité de la fabrication et des matériaux.

En ce qui concerne l'objet, le niveau d'instrumentation et la méthode d'exécution des essais, le présent document s'appuie sur deux catégories d'essais:

- a) les essais de conception;
- b) les essais sur échantillon.

4.2 Essais de conception

Les essais de conception sont généralement réalisés sur des prototypes de supports en échelle réelle, dans un ou plusieurs objectifs suivants:

- a) faire partie d'un programme de recherche et/ou de développement pour la conception d'un support innovant;
- b) vérifier la conformité de la conception d'un support aux spécifications établies (ces essais sont également connus sous le nom d'essais de type sur un prototype de support);
- c) élaborer et/ou valider une nouvelle norme ou méthodologie de conception;
- d) élaborer et/ou valider un nouveau procédé de fabrication.

Lorsque l'objet des essais est de vérifier les paramètres de conception, le support d'essai doit, dans la mesure du possible, être identique aux supports issus de la production en série (voir Article 5, premier alinéa). Des essais à échelle réelle sur des tronçons ou des parties du support peuvent également être effectués.

Les essais de conception doivent être réalisés au moins à la charge nominale ou jusqu'à la rupture, en particulier pour les essais décrits en 4.2b) et/ou 4.2c).

4.3 Essais sur échantillon

Les essais sur échantillon sont réalisés avant ou pendant la production d'un lot de supports dans le but de contrôler la qualité de la fabrication ou les matériaux utilisés. Le support doit être prélevé au hasard parmi ceux issus de la production en série. Cet essai vaut pour acceptation de la production.

Les essais sur échantillon sont réalisés à un pourcentage spécifié de la charge nominale (généralement 100 %), comme cela est indiqué dans la spécification d'essai.

5 Critères d'essai généraux

Dans le cas d'un essai de conception (selon 4.2b) ou 4.2c)), le ou les matériaux ainsi que les procédés de fabrication employés pour la réalisation du prototype de support doivent être répondre aux mêmes spécifications que celles utilisées pour la fabrication en série des supports. Ces spécifications doivent décrire les propriétés en coupe des barres, les liaisons, par exemple les dimensions des boulons ou soudures, la qualité des matériaux et les procédés de fabrication employés. Le revêtement de surface du support doit faire l'objet d'un accord avant la fabrication du prototype de support.

De même, l'organisation responsable de la vérification du support doit être désignée par un accord avant les essais.

Si un essai sur échantillon est exigé sur un support de production, les composants doivent être prélevés au hasard du lot.

Quel que soit le type d'essai: l'essai de conception (selon 4.2b) ou l'essai sur échantillon, le support doit résister de manière satisfaisante aux charges spécifiées par le client.

6 Acceptabilité de la station d'essais

Si le client l'exige, la station d'essais doit être accréditée par une organisation externe pour réaliser ce type d'essai, conformément aux procédures d'assurance qualité définies dans l'ISO/IEC 17025:2017.

La station d'essais doit satisfaire aux exigences minimales suivantes:

- l'agencement de la station est généralement sûr (par exemple, en cas d'effondrement de la structure, le bâtiment de contrôle et la zone d'observation ne sont pas situés dans la zone de danger);
- la station comporte des dispositifs adéquats pour atténuer la gravité de l'effondrement du pylône en cas de rupture (câbles de retenue ou autres, par exemple);
- l'ensemble du personnel dispose d'un équipement de protection individuelle approprié et a suivi une formation adéquate, et toutes les procédures ont été validées du point de vue de la sécurité;
- l'ensemble du matériel de levage est entretenu, soumis à l'essai et certifié à intervalles réguliers;
- aucun matériau épars ne se trouve sur la dalle de la station pendant l'essai;
- le matériel d'élingage est bien entretenu (moufles graissées, par exemple), a été soumis à l'essai et certifié;
- les dispositifs d'application de la charge (treuils, vérins hydrauliques, par exemple) ne produisent pas d'effets dynamiques lorsqu'ils sont en fonctionnement;
- le matériel utilisé pour les essais mécaniques de l'acier est étalonné;
- les dispositifs de mesurage de la charge sont étalonnés par un instrument qui a lui-même été étalonné par un organisme d'étalonnage indépendant reconnu.

7 Spécification d'essai

Selon un délai déterminé par un accord avant la livraison du support, le client doit réunir et transmettre les informations adéquates suivantes à la station d'essais:

- les plans d'atelier et/ou d'installation du support;
- la masse de chaque tronçon du support;
- les précautions à prendre pour le déchargement et l'ouverture de l'emballage;
- les exigences à suivre pour l'assemblage ou le désassemblage du support, y compris si cela est nécessaire les informations relatives au levage du support depuis le plan horizontal;
- les exigences de serrage des boulons;
- les tensions relatives aux haubans éventuels;
- l'effort nominal à appliquer lors du raccordement des tronçons et/ou la longueur du jeu des goussets et leurs tolérances respectives;
- les tolérances géométriques à respecter pour la fondation et pour la verticalité du support;
- la catégorie de l'essai (essai de conception ou essai sur échantillon);
- la position exacte des points d'application de la charge pour chaque cas de charge;
- (le point d'application des charges de vent à appliquer sur le fût du pylône doit être faire l'objet d'un accord entre le concepteur et la station d'essais);
- les cas de charge à utiliser pour les essais de pylône (choisis parmi les cas de charge nominale de pylône), ainsi que le détail, pour chaque cas de charge, des forces à appliquer sur le support, au niveau des points d'accrochage et du fût du pylône;
- tous les efforts et moments induits sur les fondations du support d'essai pour chaque cas de charge soumis à l'essai;
- l'emplacement des points de mesurage des déplacements pour chaque cas de charge;
- la position et l'orientation des jauges de contrainte, le cas échéant;
- les zones du support d'essai à enregistrer au format vidéo pendant les essais;
- les limites de vitesse et de direction du vent appliquées lors de l'essai, le cas échéant.

8 Programme d'essais

Le programme d'essais doit être soumis au client à une date déterminée par accord avant les essais. Ce document doit être approuvé par le client et retourné à la station d'essais dans un délai déterminé par accord.

Le programme d'essais doit comporter les informations suivantes, notamment:

- la date prévue des essais;
- une description des fondations suggérées pour le support d'essai;
- la méthode d'application de la charge;
- un plan du montage de l'élingage d'essai et des détails relatifs aux points d'accrochage;
- la position des différents dynamomètres et/ou capteurs d'efforts et la position des capteurs d'angles dans le cas d'applications de charges résultantes;
- la position des points de mesurage des déplacements;
- la position et l'orientation des jauges de contrainte, le cas échéant;
- les tolérances (efforts, angles résultants, déplacements, jauges de contrainte);
- le détail des charges appliquées selon le plan de l'élingage pour chaque cas de charge d'essai, incrément de charge et période de maintien;

- la période de maintien du palier final;
- la vitesse d'application de la charge pour les matériaux élastoplastiques et les matériaux sensibles au fluage. Cette exigence n'est ni essentielle ni requise pour les pylônes en acier, mais peut s'appliquer à certains types de supports, comme les structures en béton armé soumises à une flexion permanente ou les structures renforcées de fibres;
- la catégorie de l'essai (essai de conception ou essai sur échantillon).

9 Assemblage du support

Le ou les pieds sur lesquels doit être installé le support d'essai doivent simuler les hypothèses de conception retenues.

La station d'essais doit procéder à l'assemblage du support conformément aux instructions fournies par le client.

Dans le cas où la station d'essais rencontrerait des difficultés lors de l'assemblage ou de l'installation du support, le client doit en être avisé et doit décider des éventuelles modifications exigées.

Si le client en fait la demande, la station d'essais doit fournir un rapport d'assemblage. Ce rapport peut éventuellement comporter une vidéo des différentes phases de l'assemblage, ainsi que les difficultés particulières rencontrées.

10 Application de la charge

10.1 Généralités

Les différents cas de charge (valeurs, directions et points d'application de la charge) sont décrits par le client dans la spécification d'essai.

10.2 Charges combinées

Si, pour des raisons pratiques, certaines charges (par exemple celles dues au vent sur le support) doivent être combinées, la valeur de la résultante, sa direction et son point d'application doivent être indiqués dans le programme d'essais.

10.3 Précautions pour l'application de la charge

Les dynamomètres/capteurs d'efforts doivent être situés dans l'élingage d'essai, le plus près possible du point d'application de la charge sur le support. Lorsque cela ne peut être assuré et/ou que des moufles d'élingage à plusieurs poulies sont appliquées entre les capteurs d'efforts et le point d'accrochage des charges, une tolérance doit être appliquée afin de prendre en compte la résistance au frottement dans les élingues et les moufles (voir Annexes C et D de la Brochure 399:2009 du CIGRE pour plus d'informations). Cette tolérance est fixée d'un commun accord entre la station d'essais et le client.

De même, il est recommandé de disposer l'élingage d'essai de manière à réduire le plus possible toute excentricité de la charge. Les raccords des chaînes isolantes prévues doivent de préférence être utilisés pour l'application de la charge.

La station d'essais doit réduire le plus possible l'influence des contacts entre l'élingage d'essai et le support; lorsque cela n'est pas réalisable, le client doit en être averti.

Les charges doivent être appliquées de manière à empêcher tout effet dynamique. Cependant, un glissement des goussets doit être accepté pendant l'essai du support.

10.4 Niveaux de charges

Les charges d'essai doivent être appliquées par incréments de 50 %, 75 %, 90 %, 95 % et 100 % des charges spécifiées.

Si le client l'exige, des niveaux de charges supplémentaires peuvent être envisagés.

10.5 Essais destructifs

Si le client l'exige, des essais destructifs doivent être réalisés. Ces essais doivent être appliqués pour les cas de charge normale ou les charges anticascades, respectivement. Pour les paliers de charge supérieurs à 100 % des charges spécifiées, seules les charges horizontales doivent être augmentées davantage. Pour les cas de charge qui incluent le givre, les charges horizontales et verticales doivent être augmentées davantage.

Pour les essais destructifs (c'est-à-dire pour chaque niveau de charge supérieur à 100 % des charges spécifiées), il est suggéré d'appliquer un incrément de charge de 5 % pour chaque palier de charge et pendant la durée de ce palier, selon 10.6.

10.6 Tolérances sur les charges appliquées

A chaque niveau de charge, les mesures des charges appliquées doivent être considérées comme acceptables si les valeurs mesurées sont comprises dans les limites indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Tolérances sur les charges

Niveau de charge	Plage admissible pour chacune des composantes de charge	Plage admissible pour la moyenne de l'ensemble des charges
%	%	%
50	48 à 53	48 à 53
75	73 à 78	73 à 78
90	88 à 93	88 à 93
95	93 à 98	94 à 96
100	100 à 105	100 à 102

10.7 Vitesse d'application de la charge et période de maintien

Pour chaque incrément de charge, la vitesse d'application de la charge dépend de l'équipement de la station d'essais et du temps nécessaire à l'ajustement des charges selon 10.5.

Pour le palier final à 100 %, les charges doivent être maintenues pendant une durée contractuelle, généralement de 1 min (il s'agit du critère de période de maintien minimale pour l'acceptation de l'essai; une durée plus longue peut faire l'objet d'un accord entre l'opérateur de la station d'essais et le client avant l'essai. Sans accord préalable, le critère de période de maintien doit correspondre à la valeur par défaut de 1 min). Outre le critère de période de maintien susmentionné, une période de maintien prolongée (généralement de 4 min supérieure à la valeur contractuelle) peut être demandée par le client pour des raisons techniques, mais toute rupture qui survient au cours de cette période prolongée ne doit pas constituer un critère de rejet de l'essai. Afin d'éviter d'éventuels litiges concernant l'acceptation ou le rejet des résultats d'essai, il est recommandé de définir avec précision la durée contractuelle pour l'acceptation des essais ainsi que la durée prolongée avant de réaliser les essais.

Avant de démarrer le décompte de la période de maintien, les charges doivent être en équilibre. L'équilibre signifie que les charges appliquées sont stables.