

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 2-85: Tests – Test Fj: Vibration – Long time history replication**

**Essais d'environnement –
Partie 2-85: Essais – Essai Fj: Vibrations – Reproduction dans le temps par
accélérogrammes**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-85:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

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 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - 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

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.

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.

Glossaire IEC - 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

**Environmental testing –
Part 2-85: Tests – Test Fj: Vibration – Long time history replication**

**Essais d'environnement –
Partie 2-85: Essais – Essai Fj: Vibrations – Reproduction dans le temps par
accélérogrammes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-7079-0

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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Requirements for test apparatus.....	9
4.1 General.....	9
4.2 Basic motion	9
4.3 Cross-axis motion	9
4.4 Mounting.....	10
4.5 Measuring systems	10
5 Severities	10
6 Preconditioning.....	10
7 Initial measurements and functional performance test.....	10
8 Testing	10
8.1 General.....	10
8.2 Initial vibration response investigation	11
8.3 Low-level excitation for equalization prior to testing	12
8.4 Testing with specimen functioning.....	12
8.5 Final vibration response investigation	12
9 Recovery	12
10 Final measurements and functional performance	13
11 Information to be given in the relevant specification.....	13
12 Information to be given in the test report.....	13
Annex A (informative) Guidance.....	15
A.1 General.....	15
A.2 Requirements for testing	15
A.2.1 Single-point control.....	15
A.2.2 Controlled input testing	16
A.2.3 Controlled response testing	16
A.2.4 Verification parameters.....	16
A.3 Testing procedures	18
A.4 Equipment normally used with vibration isolators	18
A.4.1 Transmissibility factors for isolators	18
A.4.2 Temperature effect	18
A.5 Test severities	18
A.6 Equipment performance	18
A.7 Initial and final measurements	19
A.8 Frequency range.....	19
Bibliography.....	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 2-85: Tests – Test Fj: Vibration –
Long time history replication**

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 60068-2-85 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

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

FDIS	Report on voting
104/833/FDIS	104/840/RVD

Full information on the voting for the approval of this International 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.

A list of all parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-85:2019

INTRODUCTION

This first edition of IEC 60068-2-85 was initiated in 2008 and a first proposal was prepared in 2011. It was developed out of the existing standard IEC 60068-2-64:2008 which contains a technically similar test method and modified accordingly. This facilitates usage and maintenance of both standards.

Differences are that this document relies on a specified time history. A test spectrum is not specified.

This part of IEC 60068 deals with long time history replication vibration testing intended for general application to components, equipment and other products, hereinafter referred to as "specimens", that may be subjected to vibrations of an arbitrary nature not covered by the other existing methods for vibration testing. The methods and techniques in this document are based on digital control of vibration in the time domain which allow a more flexible definition of the vibration input signal to suit individual cases that are specified in the relevant specification.

Compared with most other tests, test Fj is based on deterministic techniques, and the time history is supposed to have a long duration. There are nearly no restrictions to the vibration characteristics besides the technical limitations of the test apparatus.

As the vibration input signal in this test is specified by a digital time history stored in a file, there are no general methods for comparing two different test severities. The vibration tolerances cannot be given in a single measure, as this depends on the purpose of the test. Therefore, it is emphasized that long time history replication testing always demands a high degree of engineering judgement by the user and specifier. The writer of the relevant specification is expected to select the testing procedure, test time history and its severity, tolerances and analysis methods, appropriate to the specimen and its use.

The test method is based primarily on the use of an electrodynamic or a servo-hydraulic vibration generator with an associated computer-based control system used as a vibration testing system.

Long time history replication vibration testing can be used to identify accumulated stress effects and the resulting mechanical weakness and degradation in the specified performance. This information, in conjunction with the relevant specification, can be used to assess the acceptability of specimens.

If the specimens are subjected to vibration of a deterministic transient or periodic nature resulting from transportation or real life environments that are covered by other test methods, these are generally preferred. See IEC 60068-3-8 [1]¹ for estimating the dynamic vibration environment of the specimen and based on that, selecting the appropriate test method.

Annex A provides guidance and a list of details that can be considered for inclusion in specifications.

¹ Numbers in square brackets refer to the bibliography.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-85: Tests – Test Fj: Vibration – Long time history replication

1 Scope

This part of IEC 60068 demonstrates the adequacy of specimens to resist dynamic loads without unacceptable degradation of its functional and/or structural integrity when subjected to the specified vibration test requirements as defined by a time history (long time history replication). These can either be recorded in measurement exercises or generated artificially. In both cases, this method allows for generating a test tailored to very specific applications.

Typical applications are tests in which very specific deterministic transient, periodical or random excitation is necessary and the characteristics of the motion are not covered by other test standards. This includes time histories not sufficiently represented by the standard shock tests of IEC 60068-2-27 [2] or a general description by a shock response spectrum as in IEC 60068-2-81 [3], periodical vibration that is not covered by a sinusoidal waveform as in IEC 60068-2-6, and random vibration that is not covered by the description of Gaussian or non-Gaussian (high kurtosis) broad-band random vibration of IEC 60068-2-64. However, the user is made aware that long time history replication uses a deterministic time history. Simulation of random vibration of any kind is approximated by quasi-random.

In addition, additional mixed mode tests are possible with this test method by generating time histories that are representations of the required test signals. This includes tests of high complexity.

The purpose of this test is different from IEC 60068-2-57 [4]. The purpose of IEC 60068-2-57 is an evaluation for a transient vibration using mainly a synthesized time history. A long time history test is mainly used for a durability and functionality test using an actual time history measured in a real field environment. It can also be used as a method to apply a simulated non-gaussian time history.

This document is applicable to specimens which can be subjected to vibration of a very specific nature resulting from transportation or operational environments, for example in aircraft, space vehicles and land vehicles. It is primarily intended for unpackaged specimens, and for items in their transportation container when the latter can be considered as part of the specimen itself. However, if the item is packaged, then the item itself is referred to as a product and the item and its packaging together are referred to as a test specimen. This document can be used in conjunction with IEC 60068-2-47, for testing packaged products.

Although primarily intended for electrotechnical specimens, this document is not restricted to them and can be used in other fields where desired (see Annex A).

This document is applicable for single axis excitation.

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 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-47, *Environmental testing – Part 2-47: Tests – Mounting of specimens for vibration, impact and similar dynamic tests*

IEC 60068-2-64:2008, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

3 Terms and definitions

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

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>

NOTE The terms used are generally defined in IEC 60050-300 [5], IEC 60068-1 [6], IEC 60068-2-6, and IEC 60068-5-2 [7] and ISO 2041 [8].

3.1

cross-axis motion

motion not in the direction of the stimulus, generally specified in the two axes orthogonal to the direction of the stimulus

Note 1 to entry: The cross-axis motion should be measured close to the fixing points.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.1]

3.2

fixing point

part of the specimen in contact with the fixture or vibration table at a point where the specimen is normally fastened in service

Note 1 to entry: If a part of the real mounting structure is used as the fixture, the fixing points are taken as those of the mounting structure and not of the specimen.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.3]

3.3

measuring points

specific points at which data are gathered for conducting the test

Note 1 to entry: These points are of three types, as defined in 3.4 to 3.6.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.6]

3.4

checkpoint

point located on the fixture, on the vibration table or on the specimen as close as possible to one of its fixing points, and in any case, rigidly connected to it

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.7, modified – The notes to entry have been deleted.]

3.5

control point

point, chosen from amongst the checkpoints, whose signal is used to control the test, such that the requirements of IEC 60068-2-85 are satisfied

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.8, modified – The term “reference point (single-point control)” has been replaced with “control point” and in the definition “this standard” has been replaced with “IEC 60068-2-85”.]

3.6

response points

specific points on the specimen from which data is gathered for the purpose of the vibration response investigation

Note 1 to entry: These points are not the same as checkpoints or control points.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.10]

3.7

preferred testing axes

three orthogonal axes that correspond to the most vulnerable axes of the specimen

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.11]

3.8

specified time history

data file containing digital acceleration values varying with time to be replicated during the test

Note 1 to entry: The specified time history is usually based on recorded ‘real life’ digitized data, properly modified (e.g. filtered) for reproducibility on a shaker.

3.9

control time history

time history measured at the control point simulating the specified time history

3.10

error time history

difference between the specified time history and the control time history

3.11

equalization

minimization of the RMS of error time history

3.12

RMS value

root-mean-square value

square root of the average of the squared values of all functions over the total frequency interval f_1 and f_2

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.33, modified – The definition has been simplified.]

3.13

test frequency range

frequency range to use for processing control, as given in the relevant specification

3.14

probability density function

at a specified amplitude, ratio of the probability that the amplitude will be within a given incremental range, to the size of the incremental range

3.15

maximum response spectrum

curve giving the value of the highest peak of the response of a linear single degree of freedom system (SDOF system) to vibration, according to its natural frequency, for a given damping ratio

Note 1 to entry: The response is described by the relative movement of the mass of this system in relation to its support.

3.16

fatigue damage spectrum

FDS

spectrum obtained by tracing the fatigue damage experienced by a linear single degree of freedom system (SDOF) according to its natural frequency, for a given damping ratio and for a given value of parameter b

Note 1 to entry: Parameter b comes from the Basquin law representing the Wöhler curve of the material constituting the structure.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

4 Requirements for test apparatus

4.1 General

The required characteristics apply to the complete vibration system, which includes the power amplifier, vibrator, test fixture, specimen and control system when loaded for testing.

The standardized test method consists of the following test sequence normally applied in each of the mutually perpendicular axes of the test specimen:

- 1) an initial vibration response investigation, with low level sinusoidal excitation, or low level random excitation, (see 8.2 and Clause A.1);
- 2) the long time history replication as the mechanical load or stress test;
- 3) a final vibration response investigation to compare the results with the initial one and to detect possible mechanical failures due to a change of the dynamic behaviour (see 8.2 and 8.5).

Where the dynamic behaviour is known, and it is not considered relevant, or sufficient data can be gathered during the test at full level, the relevant specification may not require pre and post test vibration response investigations.

4.2 Basic motion

The basic motion of the fixing points of the specimen shall be specified by the relevant specification. The fixing points shall have substantially identical motions in phase and amplitude and shall be rectilinear relative to the direction of excitation.

4.3 Cross-axis motion

Cross-axis motion shall be checked, if required by the relevant specification, either before the test is applied by conducting a sine or random investigation at a level specified by the relevant specification, or during testing by utilizing additional monitoring channels in the two perpendicular axes.

The maximum cross axis amplitude at the control point shall not exceed 50 % of the value of the specified axis. With large-size or high mass specimens it may be difficult to achieve this requirement. In such cases, the relevant specification shall state which of the following requirements applies:

- a) any cross-axis motion in excess of that given above shall be stated in the test report;

- b) a cross-axis motion which is known to offer no hazard to the specimen need not be monitored.

4.4 Mounting

The specimen shall be mounted in accordance with IEC 60068-2-47.

4.5 Measuring systems

The characteristics of the measuring system shall be such that it can be determined whether the value of the vibration as measured in the intended axis at the control point is within the tolerance required for the test.

The frequency range for long time history replication needs to extend to higher frequencies than the conventional vibration test.

The frequency response of the overall measuring system, which includes the transducer, the signal conditioner and the data acquisition and processing device, has a significant effect on the accuracy of the measurements. The frequency response of the measuring system shall be flat within ± 5 % over the test frequency range. Outside of this range any further deviation shall be stated in the test report. See Clause A.8.

5 Severities

The parameters for this test shall be based on the purpose for which it is being conducted and on the conditions the equipment is likely to experience in-service. Test time history is normally based on measured data derived from in-service conditions and usage. The time history may be edited to make it suitable for the system to handle. The test parameters may contain the number of repetitions of the time history, as long as fulfilling the intended purpose of the test is not endangered by the modifications.

6 Preconditioning

If the relevant specification calls for preconditioning it shall then specify the conditions.

7 Initial measurements and functional performance test

The specimen shall be submitted to visual, dimensional and functional and any other checks as specified by the relevant specification.

8 Testing

8.1 General

Testing follows the sequence specified by the relevant specification. The different steps are as follows:

- initial vibration response investigation, if specified;
- low-level excitation for equalization before proceeding to the full level test in one continuous mode;
- long time history replication;
- final vibration response investigation, if specified.

The specimen shall be excited in each of the preferred testing axes in turn, unless otherwise specified by the relevant specification. The order of the testing along these axes is not important, unless specified by the relevant specification. If the specimen is sensitive to gravity, for example

a mercury tilt switch, then vibration may only be applied in its normal service position and shall be specified by the relevant specification.

Special action is necessary when a specimen normally intended for use with vibration isolators needs to be tested without them. See Clause A.3 and Clause A.4. See also IEC 60068-2-47.

8.2 Initial vibration response investigation

The relevant specification may specify a vibration response investigation in each axis either before, or both before and after long time history replication testing.

When specified in the relevant specification, the dynamic response for at least one point on the specimen in the defined frequency range shall be investigated. The number and position of the response points shall be clearly defined in the relevant specification. The vibration response investigation may be performed with sinusoidal or random vibration in a test frequency range and with a test level as specified by the relevant specification. Reference shall be made to IEC 60068-2-6 for sinusoidal vibration and to IEC 60068-2-64 for random vibration excitation. Also see IEC 60068-3-8 for more information and the advantages and disadvantages of each method.

The response investigation shall be carried out with a test level selected so that the response of the specimen remains less than during long time history replication but at a sufficiently high level to detect critical frequencies.

When sinusoidal excitation is used, at least one sweep cycle over the test frequency range specified by the relevant specification shall be performed with an acceleration amplitude $\leq 10 \text{ m/s}^2$ or a displacement amplitude of $\pm 1 \text{ mm}$, whichever is less. The vibration amplitude shall be adapted in order to prevent a higher stress on the specimen than during long time history replication. A sweep rate of one octave per minute shall be applied to determine the frequencies and amplitudes of the resonances. If there is concern about exciting the structure to a full resonance then a faster sweep rate may be applied as an indication of frequency and relative amplitude of the resonance within the frequency band of interest. Investigations at slower sweep rates or sweeping back and forth around a known resonance may be required but shall be limited to the minimum time to obtain the results required. Undue dwell time is to be avoided. The vibration amplitude may be varied as required.

In the case of sinusoidal excitation, it should be remembered that, in the case of non-linear behaviour, the frequency corresponding to the maximum response will change depending on the direction of the frequency variation during the sweep. For random excitation non-linearities can influence the resonance behaviour. For sinusoidal and random excitation, the amplification at resonances may be dependent on the magnitude of the input vibration.

The response investigation with random vibration shall be carried out taking into account that the time of the test shall be long enough to minimize stochastic variations in the response. A random vibration response test shall be carried out over the specified test frequency range. At the lowest resonance frequency there shall be a minimum of five spectral lines within the frequency band at -3 dB of the resonance peak.

When random excitation is used, the RMS value of acceleration shall be selected in order to prevent a higher stress on the specimen of not more than 25 % of that during long time history replication. The duration shall be as short as possible, but at least long enough to make an analysis with degrees of freedom (DOF) = 120 possible. If the resonance response is observed and documented periodically during the full level test, special resonance investigations are not necessary.

The specimen shall be in functioning mode during this investigation if required by the relevant specification. Where the mechanical vibration characteristics cannot be assessed because the specimen is functioning, an additional vibration response investigation with the specimen not

functioning shall be carried out. During this stage, the specimen shall be examined in order to determine the critical frequencies which shall then be stated in the test report.

For the vibration response investigations of an 'undefined type' specimen or package, it may be necessary to measure different signals such as driving force or velocity. If specified by the relevant specification, for example, the mechanical impedance of the specimen shall be calculated before and after the test.

NOTE Mechanical impedance and other similar terms are defined in ISO 2041.

8.3 Low-level excitation for equalization prior to testing

Prior to long time history replication at the specified level, a preliminary excitation at lower levels with the real specimen may be necessary to equalize the signal and for preliminary analysis. It is important that at this stage the level of the acceleration applied is kept to a minimum.

The permitted durations for preliminary excitation are the following:

- below –12 dB of the specified level: no time limit;
- from –12 dB to –6 dB of the specified level: not more than 1,5 times the specified test duration;
- between –6 dB and 0 dB of the specified level: not more than 50 % of the specified test duration.
- The duration of preliminary excitation above –6 dB shall be kept to an absolute minimum. However, the possible complex nature of the time history may require longer times of preliminary excitation. The parameters of this process shall be recorded and reported in the test report.
- The duration of the preliminary excitation shall not be subtracted from the specified test duration, unless permitted by the relevant specification.

8.4 Testing with specimen functioning

When specified by the relevant specification, the specimen shall be functioning during a specified time interval during the testing, and its performance shall be checked.

8.5 Final vibration response investigation

If the relevant specification has specified an initial response investigation, it may also require an additional vibration response investigation on completion of the long time history testing, in order to determine whether changes or failures have occurred since the initial vibration response investigation. The final response investigation shall then be performed in the same manner at the same response points and with the same parameters as used for the initial vibration response investigation. Guidelines for the use of changes in vibration response, for example change of critical frequencies, is given in IEC 60068-3-8. The relevant specification shall state what action is to be taken if different results are obtained in the two investigations.

9 Recovery

It is sometimes necessary to provide a period of time after testing and before final measurements in order to allow the specimen to attain the same conditions, for example of temperature, as existed for the initial measurements. The relevant specification shall then specify the conditions for recovery.

10 Final measurements and functional performance

The specimen shall be submitted to visual, dimensional and functional checks and any others as specified by the relevant specification.

The relevant specification shall provide the criteria upon which the acceptance or rejection of the specimen shall be based.

For the evaluation of vibration response results see IEC 60068-3-8.

11 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given in so far as they are applicable, paying particular attention to the items marked with an asterisk (*) as this information is always required.

	Clause/subclause
a) Control point*,	A.2.2, A.2.3
b) Measuring points*,	3.3
c) Basic motion*,	4.2
d) Fixing points*,	3.2
e) Cross-axis motion,	4.3
f) Mounting of the specimen*,	4.4
g) Vibration tolerances for testing large-size or high-mass specimens,	4.3
h) Test frequency range*,	
i) The specified time history including any factors to achieve the required severities,	
j) Time history duration and number of replications or the total duration of the test,	A.3
k) Any applicable rest periods,	
l) Preconditioning,	6
m) Initial measurements*,	7
n) Preferred testing axes and order of testing*,	8.1
o) Initial and final vibration response investigation,	8.2, 8.5
p) Intermediate measurements,	
q) Recovery,	9
r) Final measurements and acceptance or rejection criteria*,	10
s) Uncertainty of measuring system,	
t) Performance and functional check.	10

12 Information to be given in the test report

As a minimum the test report shall show the following information:

- | | | |
|----|----------------------------|---|
| 1) | Customer | (name and address) |
| 2) | Test laboratory | (name and address) |
| 3) | Test report identification | (date of issue, unique number) |
| 4) | Test dates | |
| 5) | Purpose of the test | (development test, qualification, etc.) |

- | | | |
|-----|--|--|
| 6) | Test standard, edition | (relevant test procedure) |
| 7) | Test specimen description | (initial status, unique ID, quantity, photo, drawing, etc.) |
| 8) | Mounting of test specimen | (fixture ID, drawing, photo, etc.) |
| 9) | Performance of test apparatus | (cross motion, etc.) |
| 10) | Measuring system, sensor location | (description, drawing, photo, etc. Also see 4.5) |
| 11) | Uncertainties of measuring system, if required by relevant specification | (overall uncertainty, calibration data, last/next date of calibration) |
| 12) | Initial, intermediate and/or final measurements | |
| 13) | Test specification with documentation | (measuring points, specified time history file name or ID, control time history file name or ID, test duration, number of repetitions) |
| 14) | Test results | (final status of test specimen) |
| 15) | Observations during testing and actions taken | |
| 16) | Summary of test | |
| 17) | Test manager | (name and signature) |
| 18) | Distribution | (list of those receiving the report) |

NOTE 1 A test log is written for the testing, where the test is documented by, for example, a chronological list of test runs with test parameters, observations during testing and actions taken and data sheets on measurements made. The test log can be attached to the test report.

NOTE 2 See also ISO/IEC 17025 [9].

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-85:2019

Annex A **(informative)**

Guidance

A.1 General

The long time history replication test method utilizes measured time history response data in a laboratory test on a vibration exciter under closed loop control. The long time history replication test method is preferable over random vibration or shock SRS approaches when specific details of a complex time history are required to be retained in the test, which can only be achieved by directly reproducing the actual service loading. Positive benefits are that the damage potential of the long time history replication test most closely matches those of the in-service environment viz. specimen internal stress intensities and other internal loading effects. A further advantage is that it is relatively simple to include factors on the time history to take into account the effects of unknowns and to build in an appropriate margin of confidence.

In order to ensure that the long time history replication test is within the capabilities of the vibration exciter some manipulation of the measured time history will invariably be required. Typically, it may be necessary to adopt a two-level test or to use data manipulation tools such as filters.

The use of any vibration inducing equipment capable of satisfying the test requirements stated in this test method is acceptable.

The performance of most digital vibration control equipment likely to be employed for long time history replication testing can be expected to be similar. Using some selectable parameters of the vibration control equipment, an estimate can be made to establish the difference between the specified time history and the control time history. This does not take into account other sources of uncertainty as defined in ISO/IEC 17025 [9]. These parameters, which are dependent on each other, can therefore be chosen so that an optimum similarity between the two time histories is achieved.

Equalization of the specified time history may require several repetitions of the control loop, the duration depending on several factors, such as hardware configuration, total system transfer function, control algorithm and test parameters, which can be adjusted prior to the test.

A vibration response investigation gives essential information about the specimen/vibrator interaction. For example, this investigation could reveal excessive test fixture vibration amplification or coincident resonance between fixture and specimen. It is therefore recommended that prior to mounting a specimen in its fixture a dynamic response survey or modal test be performed on the fixture and necessary modifications performed to avoid putting unrealistic loads into the specimen.

A.2 Requirements for testing

A.2.1 Single-point control

The time history excitation is controlled to within specified bounds by sampling the vibratory motions of the specimen under test at a specific location. This location may be at, or in close proximity to, the specimen fixing points (controlled input) or at a defined point on the specimen (controlled response). The vibratory motion for the long time history replication test is sampled at a single point (single point control).

Controlled input testing ensures the excitation time history is controlled within specified bounds at one of the equipment's normal attachment points. Controlled response testing ensures that the specified time history is achieved as a response of the specimen. Both control methods are

applicable when the specified severities represent actual in-service equipment responses. Controlled response testing requires that the dynamic characteristics of the equipment and mounting fixture are similar to those associated with the in-service usage. This will generally require knowledge of the dynamic characteristics of the equipment and mounting fixture, which can be evaluated by testing.

Normally the long time history replication test should use control location, which is coincident with those used to acquire the in-service data. Otherwise many advantages of this test method will be negated. However, when it is impractical to achieve this requirement the following procedures can be adopted.

A.2.2 Controlled input testing

The following guidance is applicable for a controlled input test. The control point should be selected on the following basis:

- 1) For specimens with a single fixing point the control point should be adjacent to the fixing point.
- 2) For specimens with more than one fixing point and when the time history severities at the fixing points are similar, then the point that produces the severity closest to the test specification should be selected.

In all cases the control point should be specified in the relevant specification.

A.2.3 Controlled response testing

The following guidance is applicable for a controlled response test. The control point should be selected on the following basis:

- 1) When choosing the control location from measured data then the control location should be chosen from the available measurements at representative locations on the specimen. The location should be selected to optimize the overall dynamic responses to adequately replicate the operational conditions.
- 2) To avoid over or under test of the specimen it may be necessary to include additional limit control points at the specimen extremities.

Undertaking controlled response testing requires knowledge of the specimen dynamic response characteristics and its interaction with the test rig. Such information is obtained from precursor testing. When this test is required to be undertaken at temperatures other than ambient then the characterization should be undertaken at the specified extremes of temperature.

A.2.4 Verification parameters

Each of the verification methods described below addresses different parameters associated with a time history. To gain a comprehensive assessment of the similarity of two time histories it is necessary to employ a number of the methods described. These methods provide the test specifier with quantitative and qualitative assessments, thereby adding confidence to the verification process.

The following parameters may be used to verify a long time history replication vibration testing. However, all of the verification methods described below have some form of limitation. For this reason, it is recommended that multiple verification methods are applied during the verification process.

- time history comparison, difference and overlay,
- RMS of error time history,
- instantaneous peak levels,
- peak-hold spectra
- amplitude probability density,

- maximum response spectra,
- fatigue damage spectra,
- cycle counting methods like level crossing or rain flow counts,
- power spectral density,
- block statistical moments including mean and standard deviation, skewness and kurtosis.

Comparisons between the peak levels associated with the required test specification time history and the measured specimen response time history is particularly useful for time histories containing pronounced transients where quantitative comparison can be undertaken and limits applied. Peak-hold levels offer an additional method of comparison, although this can be considered to be a relatively crude quantitative approach.

Comparison of amplitude probability densities is a more useful way of comparing time history amplitudes when longer duration, vibration type, time histories are being compared. Again, quantitative comparison can be undertaken within specified limits.

Maximum response spectra (MRS) comparisons between the specified time history and the measured specimen response time history provides an analytical method to compare the effects of the time histories over a wide frequency range. A simple visual comparator is to overlay the specimen's response MRS with that specified for the given time history. The use of fatigue damage spectra (FDS) allows comparison of the effects of the time histories in terms of potential fatigue damage whilst retaining information relating to the frequency content of the time history. A limitation of FDS is that it requires assumptions relating to the fatigue properties of the specimen.

The use of level crossing or cycle counting (e.g. rain flow method) [3] techniques allows comparison of the relative amplitude of occurrence within the time histories. These amplitude occurrences can then be related to fatigue and other damage modes of the specimen. A limitation is that level crossing or cycle counting does not indicate time history frequency content. The comparison of level crossing counting histogram of the specified time history with the one of the control time history allows to check amplitude dependent errors and enables for control optimization.

The use of power spectral densities (PSDs) will indicate the frequency content of longer duration time histories. However, the statistical errors can be significant because of insufficient record length. In such cases block statistics may offer a more statistically sound approach.

For longer duration time histories, the use of block statistics, such as amplitude RMS, mean, standard deviation, skewness and kurtosis can be made quantitatively and limits can be applied.

The test specification should specify the tolerances and parameters to which they apply. The following tolerance levels are provided as a guide.

- 1) The control time history should not deviate by more than 20 % from the specified time history for at least 90 % of the time.
- 2) Instantaneous peak levels and block RMS should be within 10 %.
- 3) The amplitudes for a specific amplitude probability should be within 20 % of that specified.
- 4) Maximum response spectrum should be within ± 3 dB of those computed from the specified time history.
- 5) The fatigue damage spectrum should be within ± 6 dB of that computed from the specified time history.
- 6) The cycle and level crossing counts should be within 10 % of those for the specified time history.
- 7) Power spectral density (PSD) should be ± 3 dB of the PSD of the specified time history.

8) The test duration is to be within ± 2 % of that specified.

A.3 Testing procedures

Where the test is simply to demonstrate the ability of a specimen to survive and operate at the appropriate excitation levels, the test need only continue for a duration sufficient to demonstrate this requirement. In cases where the ability of an item to withstand the cumulative effects of vibration is to be demonstrated, for example fatigue and mechanical deformation, the test should be of a sufficient duration to accumulate the necessary stress cycles, although this may give a duration outside the values specified.

For endurance testing of an equipment normally mounted on isolators, the isolators are usually fitted. If it is not possible to perform the test with the appropriate isolators, for example if the equipment is installed together with other equipment on a common mounting device, the equipment may be tested without them with a specified different severity. The severity should be determined by taking into account the transmissibility of the isolating system in each axis used for the test. When the characteristics of the isolators are not known, reference should be made to Clause A.4.

The relevant specification may require an additional test on a specimen with the external isolators removed or blocked in order to demonstrate that minimum acceptable structural resistance has been achieved. In this case, the severity to be applied should be specified by the relevant specification.

A.4 Equipment normally used with vibration isolators

A.4.1 Transmissibility factors for isolators

IEC 60068-2-47 provides a full description of what to do for situations where testing should be conducted with isolators but they are not available for testing.

A.4.2 Temperature effect

It is important to note that many isolators contain material whose mechanical properties may be temperature sensitive. If the fundamental resonance frequency of the specimen on the isolators is within the test frequency range, caution needs to be exercised in deciding the length of time for which any excitation should be applied. However, under some circumstances it may be unreasonable to apply excitation continuously without permitting recovery. If the actual time distribution of excitation of this fundamental resonance frequency is known, an attempt should be made to simulate it. If the actual time distribution is not known, excessive overheating should be avoided by limiting the periods of excitation in a manner that will require engineering judgement.

A.5 Test severities

Wherever possible, the test severity applied to the specimen should be related to the environment to which the specimen will be subjected.

When determining the test severity, consideration should be given to the possible need to allow an adequate safety margin between the test severity and the conditions of the real environment.

A.6 Equipment performance

When appropriate, specimens should be operated either throughout the test or at appropriate phases of the test, in a manner representative of their functioning conditions.

For specimens in which vibration may influence the switch-on and switch-off function, for example interfering with the operation of a relay, such functioning should be repeated to demonstrate a satisfactory performance in this respect during the test.

If the test is to demonstrate survival only, the functional performance of specimens should be assessed after the completion of the vibration test.

A.7 Initial and final measurements

The purpose of the initial and final measurements is to compare particular parameters in order to assess the effect of vibration on the specimen.

The measurements may include, as well as visual requirements, electrical and mechanical operational and structural characteristics.

A.8 Frequency range

Time history replication can be used with waveforms which are not necessarily stationary or Gaussian. The primary requirement for utilizing the time history replication method is that the frequency range of the waveform to be reproduced, needs to be less than the frequency range capability of the excitation facilities to be used. If the time history replication method is used to replicate purely vibration responses, the frequency range of the waveform needs only to be a little less than the frequency range capability of the excitation facilities. However, if used to reproduce shock waveforms, the frequency range of the waveform may be significantly limited, typically a tenth of the frequency range capability of the excitation facilities. In reality the time history replication test is most likely to be used with a mix of pure vibration with some imbedded transients.

The relevant specification should state the frequency range in which the time history replication waveform has a significant influence. The upper frequency of this frequency range may need to be set in order to replicate the waveform of any transient elements. To adequately define such events, the upper frequency of the test frequency range may need to be greater than would normally be required for an equivalent conventional Gaussian vibration test.

In practice, the required waveform and input to the exciter control system will almost always differ slightly from the waveform measured at the control point on the specimen. This is because the waveform measured at the control point is the digital representation of the required waveform, modified by the exciter control system, to allow it to be reproduced by the exciter. The exciter control system modifies the required waveform to compensate for the frequency response characteristics of the excitation system, as well as to ensure the characteristics of the waveform remain within the capability of the excitation system (typically its acceleration, velocity and displacement capability). The compensation applied for the frequency response characteristics of the excitation system, assumes linearity. Consequently, any non-linear behaviour of the excitation system, rig and specimen may not be compensated for correctly. In practice, this will appear as differences between the required and achieved waveforms. To reduce errors due to such non-linearity, some commercially available time history replication control systems allow different compensation models to be used for different portions of the waveform.

In order to ensure that the time history replication test is within the capabilities of the excitation equipment, some manipulation of the measured waveform will invariably be required. To ensure that the required waveform has a frequency range within the capability of the excitation system to be utilized, it may be necessary to low-pass filter the required waveform. The required waveform may also need to be high-pass filtered to remove low-frequency components that result in displacement over-travel conditions or a velocity limit violation for the exciter. The need for high-pass filtering can be established by numerically integrating the acceleration waveform to obtain a velocity waveform and by subsequently numerically integrating the velocity waveform to obtain a displacement waveform. This integration process associated with time

history data will include integration errors, particularly associated with low amplitude mean offsets in the data. Additionally, the peak acceleration in the required waveform should not, when considered with the overall mass to be driven, exceed the exciter force limits. Following any necessary manipulation of the measured waveform, it is always necessary to verify that its application is within the physical and control capabilities of the excitation equipment to be used.

The current capabilities of time history replication control software allow testing up to around 10 kHz. However, the frequency capabilities of the majority of mechanical excitation systems will be less than this. A capability of 2 kHz to 3 kHz is commonly available, although, large electro-dynamic exciters coupled to large slip tables can be lower. Electro-hydraulic systems may be practically limited to 500 Hz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-85:2019

Bibliography

- [1] IEC 60068-3-8, *Environmental testing – Part 3-8: Supporting documentation and guidance – Selecting amongst vibration tests*
- [2] IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*
- [3] IEC 60068-2-81, *Environmental testing – Part 2-81: Tests – Test Ei: Shock – Shock response spectrum synthesis*
- [4] IEC 60068-2-57, *Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method*
- [5] IEC 60050-300, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 300: Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument* (available at <http://www.electropedia.org>)
- [6] IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
- [7] IEC 60068-5-2, *Environmental testing – Part 5-2: Guide to drafting of test methods – Terms and definitions*
- [8] ISO 2041, *Vibration and shock – Vocabulary*
- [9] ISO/IEC 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
- [10] IEC 60721-3 (all parts), *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities*
- [11] DIN ENV 13005², *Guide to the expression of uncertainty in measurement*
- [12] Downing, S.D., Socie, D.F. (1982). *Simple rainflow counting algorithms. International Journal of Fatigue, Volume 4, Issue 1, January, 31-40*

² Withdrawn.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	23
INTRODUCTION.....	25
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	27
4 Exigences pour l'appareillage d'essai	29
4.1 Généralités	29
4.2 Mouvement fondamental	30
4.3 Mouvement d'axe transversal.....	30
4.4 Montage du spécimen	30
4.5 Systèmes de mesure	30
5 Sévérités	30
6 Préconditionnement.....	30
7 Mesures initiales et essai de performance de fonctionnement.....	31
8 Essai	31
8.1 Généralités	31
8.2 Recherche et étude initiales des fréquences critiques	31
8.3 Excitation à bas niveau pour l'égalisation avant l'essai	32
8.4 Essais avec spécimen en fonctionnement.....	33
8.5 Recherche et étude finales des fréquences critiques.....	33
9 Reprise.....	33
10 Mesures finales et essai de performance de fonctionnement	33
11 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente.....	33
12 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai.....	34
Annexe A (informative) Recommandations.....	36
A.1 Généralités	36
A.2 Exigences pour l'essai	37
A.2.1 Pilotage à partir d'un seul point	37
A.2.2 Essai de pilotage d'entrée.....	37
A.2.3 Essai de pilotage de réponse.....	37
A.2.4 Paramètres de vérification	38
A.3 Méthodes d'essai	39
A.4 Matériels normalement utilisés avec des amortisseurs de vibrations	40
A.4.1 Facteurs de transmissibilité pour les amortisseurs	40
A.4.2 Effet de la température	40
A.5 Sévérités de l'essai.....	40
A.6 Performance du matériel.....	40
A.7 Mesures initiales et finales.....	40
A.8 Plage de fréquences	41
Bibliographie.....	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

**Partie 2-85: Essais – Essai Fj: Vibrations –
Reproduction dans le temps par accélérogrammes**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60068-2-85 a été établie par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement.

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

FDIS	Rapport de vote
104/833/FDIS	104/840/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-85:2019

INTRODUCTION

Cette première édition de l'IEC 60068-2-85 a été initiée en 2008 et une première proposition a été élaborée en 2011. Elle a été élaborée sur la base de la norme IEC 60068-2-64:2008 existante qui décrit une méthode d'essai similaire sur le plan technique, modifiée en conséquence. Cela facilite la mise en application et la maintenance des deux normes.

Les différences sont que le présent document s'appuie sur un accélérogramme spécifié et qu'il ne définit aucun spectre d'essai.

La présente partie de l'IEC 60068 traite des essais de reproduction des vibrations par accélérogrammes et elle est prévue pour une application générale à des composants, matériels et autres produits, désignés dans la suite du document par le terme "spécimens", qui peuvent être soumis à des vibrations d'une nature quelconque qui ne sont pas couvertes par les autres méthodes d'essai de vibrations existantes. Les méthodes et techniques du présent document sont fondées sur l'asservissement numérique des vibrations dans le domaine temporel, ce qui permet une définition plus souple du signal d'entrée des vibrations et convient ainsi aux cas particuliers présentés dans la spécification pertinente.

Comparé à la plupart des autres essais, l'essai Fj repose sur des techniques déterministes, et il est admis par hypothèse que l'accélérogramme soit de longue durée. Il n'existe pratiquement aucune restriction concernant les caractéristiques vibratoires, en dehors des limites techniques de l'appareillage d'essai.

Dans la mesure où, pour cet essai, le signal d'entrée des vibrations est spécifié par un accélérogramme numérique stocké dans un fichier, il n'existe pas de méthode générale pour comparer deux sévérités d'essai distinctes. Les tolérances sur les vibrations ne peuvent pas être exprimées par une mesure unique, car ce paramètre dépend de l'objet de l'essai. Par conséquent, l'accent est mis sur le fait que l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes exige toujours un niveau de compétence en ingénierie élevé, pour l'utilisateur comme pour le rédacteur de la spécification. Il est prévu que le rédacteur d'une spécification pertinente choisisse la procédure d'essai, l'accélérogramme d'essai ainsi que sa sévérité, les tolérances et les méthodes d'analyse appropriés au spécimen et à son utilisation.

Cette méthode d'essai est essentiellement fondée sur l'utilisation d'un générateur de vibrations électrodynamique ou servohydraulique avec système de commande informatisé associé qui est utilisé comme moyen d'essai de vibrations.

L'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes peut être utilisé pour identifier les effets de contraintes accumulées, ainsi que la faiblesse et la dégradation mécaniques résultantes de la performance spécifiée. Ces informations, conjointement avec la spécification pertinente, peuvent être utilisées pour évaluer l'acceptabilité des spécimens.

Si les spécimens sont soumis à des vibrations de nature déterministe transitoire ou périodique, résultant du transport ou des environnements de la vie réelle couverts par d'autres méthodes d'essai, ces dernières sont, en règle générale, privilégiées. Pour l'estimation de l'environnement vibratoire dynamique du spécimen et le choix de la méthode d'essai appropriée, se référer à l'IEC 60068-3-8 [1]¹.

L'Annexe A fournit des recommandations et une liste des informations qui peuvent être prises en compte dans les spécifications.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-85: Essais – Essai Fj: Vibrations – Reproduction dans le temps par accélérogrammes

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068 a pour objet de démontrer la capacité des spécimens à résister aux charges dynamiques sans dégradation inacceptable de leur intégrité de fonctionnement et/ou de structure, lorsqu'ils sont soumis aux exigences d'essais de vibrations spécifiées, définies par un accélérogramme (reproduction des vibrations dans le temps). Ces vibrations peuvent être enregistrées lors de sessions de mesure ou être générées artificiellement. Dans les deux cas, cette méthode permet de réaliser un essai adapté à des applications bien spécifiques.

Les applications courantes sont les essais pour lesquels une excitation déterministe bien spécifique, transitoire, périodique ou aléatoire est nécessaire et dont les caractéristiques de mouvement ne sont pas couvertes par d'autres normes d'essai. Cela inclut les accélérogrammes qui ne sont pas suffisamment représentés par les essais de chocs normalisés de l'IEC 60068-2-27 [2] ou par la description générale du spectre de réponse au choc de l'IEC 60068-2-81 [3], les vibrations périodiques qui ne sont pas couvertes par la forme d'onde sinusoïdale de l'IEC 60068-2-6, ainsi que les vibrations aléatoires qui ne sont pas couvertes par la description des vibrations aléatoires à large bande, gaussiennes ou non gaussiennes (aplatissement élevé) de l'IEC 60068-2-64. Toutefois, l'utilisateur est informé qu'un accélérogramme déterministe est utilisé pour l'essai de reproduction des vibrations. La simulation d'une vibration aléatoire de type quelconque est approchée par une méthode quasi aléatoire.

En outre, des essais supplémentaires de type mixte sont possibles avec cette méthode d'essai, en générant des accélérogrammes représentatifs des signaux d'essai exigés. Sont inclus les essais de haute complexité.

L'objet de cet essai est différent de celui de l'IEC 60068-2-57 qui est d'évaluer les vibrations transitoires en utilisant principalement un accélérogramme synthétisé. Un essai prolongé par accélérogrammes vise essentiellement à soumettre à l'essai la durabilité et la fonctionnalité au moyen d'un accélérogramme réel, mesuré dans un environnement réel. Il peut également être utilisé comme méthode d'application d'un accélérogramme non gaussien simulé.

Le présent document est applicable aux spécimens pouvant être soumis à des vibrations de nature bien spécifique, dues au transport ou à l'environnement rencontré en service, par exemple à bord d'avions, de véhicules spatiaux ou de véhicules terrestres. Il est destiné en premier lieu à des spécimens non emballés et à des objets dans leur emballage de transport lorsque celui-ci peut être vu comme faisant partie du spécimen lui-même. Cependant, si l'article est emballé, alors l'article lui-même est désigné comme produit et l'article ainsi que son emballage sont désignés comme spécimen d'essai. Le présent document peut être utilisé conjointement avec l'IEC 60068-2-47 pour l'essai des produits emballés.

Bien qu'il soit destiné en premier lieu à des spécimens électrotechniques, le présent document ne s'applique pas seulement à ceux-ci et peut être utilisé dans d'autres domaines, s'il y a lieu (voir Annexe A).

Le présent document s'applique aux excitations selon un axe unique.

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 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-47, *Essais d'environnement – Partie 2-47: Essais – Fixation de spécimens pour essais de vibrations, d'impacts et autres essais dynamiques*

IEC 60068-2-64:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Essais Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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>

NOTE Les termes utilisés sont généralement définis dans l'IEC 60050-300 [5], l'IEC 60068-1 [6], l'IEC 60068-2-6, l'IEC 60068-5-2 [7] et l'ISO 2041 [8].

3.1

mouvement d'axe transversal

mouvement n'étant pas dans le sens du stimulus; généralement spécifié dans les deux axes orthogonaux en direction du stimulus

Note 1 à l'article: Il convient de mesurer le mouvement d'axe transversal près des points de fixation.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.1]

3.2

point de fixation

partie du spécimen en contact avec le bâti de fixation ou la table vibrante en un point où le spécimen est normalement fixé lorsqu'il est utilisé

Note 1 à l'article: Si une partie de la structure normale de montage est utilisée comme bâti, les points de fixation sont pris comme étant ceux de la structure de montage et non ceux du spécimen.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.3]

3.3

points de mesure

points particuliers où des données sont recueillies pour réaliser l'essai

Note 1 à l'article: Ces points sont de trois types, comme défini de 3.4 à 3.6.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.6]

3.4

point de vérification

point situé sur le bâti de fixation, sur la table vibrante ou sur le spécimen le plus près possible d'un des points de fixation et, dans tous les cas, lié de manière rigide à ce dernier

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.7, modifié – Les notes à l'article ont été supprimées.]

3.5

point de pilotage

point choisi parmi les points de vérification et dont le signal est utilisé pour piloter l'essai afin de satisfaire aux exigences de l'IEC 60068-2-85

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.8, modifié – Le terme "point de référence (asservissement en un seul point)" a été remplacé par "point de pilotage" et, dans la définition, "la présente norme" a été remplacé par "l'IEC 60068-2-85".]

3.6

points de réponse

points spécifiques du spécimen d'où les données sont collectées pour les besoins de la recherche et de l'étude des fréquences critiques

Note 1 à l'article: Ces points ne sont pas les mêmes que les points de vérification ou de référence.

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.10]

3.7

axes préférentiels d'essai

trois axes orthogonaux correspondant aux axes les plus vulnérables du spécimen

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.11]

3.8

accélérogramme spécifié

fichier de données contenant des valeurs d'accélération numériques, variant dans le temps, à reproduire au cours de l'essai

Note 1 à l'article: L'accélérogramme spécifié repose habituellement sur des données "réelles" enregistrées et numérisées, correctement modifiées (filtrées, par exemple) aux fins de leur reproductibilité sur un agitateur.

3.9

accélérogramme de pilotage

accélérogramme mesuré au point de pilotage, simulant l'accélérogramme spécifié

3.10

erreur sur l'accélérogramme

différence entre l'accélérogramme spécifié et l'accélérogramme de pilotage

3.11

égalisation

minimisation de la valeur efficace de l'erreur sur l'accélérogramme

3.12

valeur efficace

valeur quadratique moyenne

racine carrée de la moyenne des carrés des valeurs de toutes les fonctions dans l'intervalle de fréquence total f_1 et f_2

[SOURCE: IEC 60068-2-64:2008, 3.33, modifié – La définition a été simplifiée.]

3.13

plage de fréquences d'essai

plage de fréquences à utiliser pour le pilotage, comme indiqué dans la spécification pertinente

3.14

fonction de la densité de probabilité

pour une amplitude spécifiée, rapport de la probabilité que l'amplitude soit comprise dans une plage incrémentale donnée sur la taille de la plage incrémentale

3.15

spectre de réponse maximale

courbe indiquant la valeur de la crête la plus élevée de la réponse d'un système linéaire à simple degré de liberté (système SDOF, *single degree of freedom*) aux vibrations, conformément à sa fréquence naturelle, pour un taux d'amortissement donné

Note 1 à l'article: La réponse est décrite par le mouvement relatif de la masse de ce système par rapport à son support.

3.16

spectre des dommages par fatigue

FDS

spectre obtenu par le traçage des dommages par fatigue que subit un système linéaire à simple degré de liberté (SDOF) selon sa fréquence naturelle, pour un taux d'amortissement donné et pour une valeur donnée du paramètre b

Note 1 à l'article: Le paramètre b est tiré d'une loi de Basquin représentant la courbe de Wöhler du matériau dont la structure est constituée.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "FDS" est dérivé du terme anglais développé correspondant "fatigue damage spectrum".

4 Exigences pour l'appareillage d'essai

4.1 Généralités

Les caractéristiques exigées s'appliquent au système complet de vibrations, comprenant l'amplificateur de puissance, la table vibrante, le bâti de fixation, le spécimen et le système de commande, le tout chargé, prêt à l'essai.

La méthode d'essai normalisée est constituée de la séquence d'essai suivante normalement appliquée dans chacun des axes perpendiculaires du spécimen d'essai:

- 1) une recherche et une étude initiales des fréquences critiques, avec une excitation sinusoïdale à bas niveau ou une excitation aléatoire à bas niveau (voir 8.2 et Article A.1);
- 2) la reproduction des vibrations par accélérogrammes comme la charge mécanique ou l'essai de contrainte;
- 3) une recherche et une étude finales des fréquences critiques en vue de comparer les résultats avec la recherche et l'étude initiales et en vue de détecter les défaillances mécaniques éventuelles en raison d'un changement du comportement dynamique (voir 8.2 et 8.5).

Lorsque le comportement dynamique est connu et n'est pas jugé pertinent, ou que des données suffisantes peuvent être recueillies pendant l'essai au niveau complet, la spécification pertinente peut ne pas exiger de recherches ni d'études des fréquences critiques avant ou après l'essai.

4.2 Mouvement fondamental

Le mouvement fondamental des points de fixation du spécimen doit être indiqué dans la spécification pertinente. Les points de fixation doivent avoir des mouvements sensiblement identiques en phase et en amplitude et doivent être rectilignes par rapport au sens d'excitation.

4.3 Mouvement d'axe transversal

Le mouvement d'axe transversal doit être vérifié, si la spécification pertinente l'exige, soit avant de réaliser l'essai en effectuant une recherche et une étude sinusoïdales ou aléatoires au niveau indiqué dans la spécification pertinente, ou pendant l'essai en utilisant des voies de surveillance supplémentaires dans les deux axes perpendiculaires.

L'amplitude maximale de l'axe transversal au point de pilotage ne doit pas dépasser 50 % de la valeur de l'axe spécifié. Pour des spécimens volumineux ou lourds, il peut être difficile de respecter cette exigence. Dans de tels cas, la spécification pertinente doit indiquer quelle exigence s'applique parmi les suivantes:

- a) tout mouvement d'axe transversal dépassant les limites ci-dessus doit être indiqué dans le rapport d'essai;
- b) un mouvement d'axe transversal ne présentant aucun danger pour le spécimen ne nécessite aucun contrôle.

4.4 Montage du spécimen

Le spécimen doit être monté conformément à l'IEC 60068-2-47.

4.5 Systèmes de mesure

Les caractéristiques du système de mesure doivent être telles qu'il puisse être déterminé si la valeur de la vibration mesurée selon l'axe prévu au point de pilotage se situe dans les limites des tolérances exigées pour l'essai.

Il est nécessaire d'étendre la plage de fréquences pour l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes à des fréquences supérieures à celles de l'essai de vibrations conventionnel.

La réponse en fréquence du système de mesure complet, qui inclut le transducteur, le conditionneur de signal et le dispositif d'acquisition et de traitement des données, a un effet significatif sur la précision des mesures. La réponse en fréquence du système de mesure doit être plate dans les limites de ± 5 % de la plage de fréquences d'essai. En dehors de cette plage, tout écart supplémentaire doit être indiqué dans le rapport d'essai. Voir Article A.8.

5 Sévérités

Les paramètres d'essai doivent être déterminés en fonction de l'objet de l'essai proprement dit, ainsi que des conditions que le matériel est susceptible de rencontrer en service. L'accélérogramme d'essai repose normalement sur les données mesurées à partir des conditions et de l'utilisation en service. L'accélérogramme peut être modifié de manière à l'adapter au système concerné. Les paramètres d'essai peuvent inclure le nombre de répétitions de l'accélérogramme, tant que les modifications ne compromettent pas l'objet prévu de l'essai.

6 Préconditionnement

Si la spécification pertinente exige un preconditionnement, elle doit alors en préciser les conditions.

7 Mesures initiales et essai de performance de fonctionnement

Le spécimen doit être soumis aux examens visuels, dimensionnels et fonctionnels, ainsi qu'à tout autre contrôle indiqué dans la spécification pertinente.

8 Essai

8.1 Généralités

L'essai respecte l'ordre indiqué dans la spécification pertinente. Les différentes étapes sont les suivantes:

- la recherche et l'étude initiales des fréquences critiques, si elles sont spécifiées;
- l'excitation à bas niveau pour l'égalisation avant d'effectuer l'essai de niveau complet en mode continu;
- la reproduction des vibrations par accélérogrammes;
- la recherche et l'étude finales des fréquences critiques, si elles sont spécifiées.

Sauf indication contraire dans la spécification pertinente, le spécimen doit être excité successivement selon chaque axe préférentiel d'essai. Sauf si cela est indiqué dans la spécification pertinente, l'ordre des essais selon ces axes n'a pas d'importance. Si le spécimen est sensible à la gravité, par exemple un interrupteur à bascule au mercure, alors la vibration peut uniquement être appliquée dans sa position de service normale et elle doit être indiquée dans la spécification pertinente.

Des dispositions particulières sont nécessaires lorsqu'un spécimen, normalement utilisé avec des amortisseurs de vibrations, nécessite d'être soumis à l'essai sans eux. Voir Article A.3 et Article A.4. Voir également l'IEC 60068-2-47.

8.2 Recherche et étude initiales des fréquences critiques

La spécification pertinente peut spécifier une recherche et une étude des fréquences critiques pour chaque axe avant, ou avant et après l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes.

Lorsque cela est indiqué dans la spécification pertinente, la réponse dynamique concernant au moins un point sur le spécimen dans la plage de fréquences spécifiée doit être étudiée. Le nombre et la position des points de réponse doivent être clairement définis dans la spécification pertinente. La recherche et l'étude des fréquences critiques peuvent être réalisées avec une vibration sinusoïdale ou aléatoire selon la plage de fréquences d'essai et le niveau d'essai indiqués dans la spécification pertinente. Pour les vibrations sinusoïdales, il faut se référer à l'IEC 60068-2-6; pour les excitations aléatoires, il faut se référer à l'IEC 60068-2-64. Pour plus d'informations et pour connaître les avantages et inconvénients de chaque méthode, se référer également à l'IEC 60068-3-8.

Cette recherche et cette étude doivent être réalisées selon le niveau d'essai retenu de façon à ce que la réponse du spécimen reste inférieure à celle obtenue lors de l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes, tout en ayant un niveau suffisamment élevé pour détecter les fréquences critiques.

Lorsqu'une excitation sinusoïdale est utilisée, au moins un cycle de balayage doit être effectué sur la plage de fréquences d'essai indiquée dans la spécification pertinente, avec une amplitude d'accélération de $\leq 10 \text{ m/s}^2$ ou une amplitude de déplacement de $\pm 1 \text{ mm}$, la valeur la plus faible étant retenue. L'amplitude des vibrations doit être adaptée afin de ne pas soumettre le spécimen à des contraintes plus importantes que lors de l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes. Une vitesse de balayage d'une octave par minute doit être appliquée pour déterminer les fréquences et amplitudes des résonances. En cas de difficulté d'excitation de la structure à une résonance complète, alors une vitesse de balayage

supérieure peut être appliquée comme indication de la fréquence et de l'amplitude relative de la résonance dans la bande de fréquences concernée. Des recherches à des vitesses de balayage plus faibles ou des balayages en va-et-vient autour d'une résonance connue peuvent être exigées, mais doivent être limitées à la durée minimale afin d'obtenir les résultats exigés. Tout arrêt prolongé doit être évité. L'amplitude des vibrations peut être modifiée autant qu'il est nécessaire.

En cas d'excitation sinusoïdale, il convient de rappeler que, dans le cas d'un comportement non linéaire, les fréquences correspondant à la réponse maximale varient selon le sens de variation de la fréquence d'excitation pendant le balayage. Pour l'excitation aléatoire, des défauts de linéarité peuvent influencer le comportement des résonances. Pour l'excitation sinusoïdale et aléatoire, l'amplification aux résonances peut dépendre de l'amplitude de la vibration d'excitation.

Cette recherche et cette étude avec des vibrations aléatoires doivent être réalisées en tenant compte du fait que la durée de l'essai doit être suffisamment longue pour réduire le plus possible les variations stochastiques de la réponse. Un essai de comportement aux vibrations aléatoires doit être effectué sur la plage de fréquences d'essai spécifiée. À la fréquence de résonance la plus basse, il doit y avoir un minimum de cinq raies spectrales dans la bande de fréquences à -3 dB de la crête de résonance.

Lorsqu'une excitation aléatoire est utilisée, la valeur efficace de l'accélération doit être choisie de manière à ne pas soumettre le spécimen à des contraintes supérieures d'au plus 25 % de celles rencontrées lors de l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes. La durée doit être aussi courte que possible, mais suffisamment longue pour effectuer une analyse avec des degrés de liberté (DOF) = 120 si possible. Si la réponse de résonance est observée et régulièrement consignée lors de l'essai de niveau complet, des recherches de résonances particulières ne sont pas nécessaires.

Si la spécification pertinente l'exige, le spécimen doit être en mode fonctionnement pendant cette recherche. Si l'évaluation du comportement mécanique du spécimen sous l'effet des vibrations ne peut être réalisée parce qu'il est en fonctionnement, alors une recherche et une étude supplémentaires des fréquences critiques doivent être effectuées, le spécimen n'étant pas mis en fonctionnement. Au cours de cette étape, le spécimen doit être examiné pour déterminer les fréquences critiques qui doivent être notées dans le rapport d'essai.

Pour la recherche et l'étude des fréquences critiques d'un spécimen ou emballage de "type non défini", il peut être nécessaire de mesurer différents signaux tels que la force ou la vitesse d'excitation. Si cela est indiqué dans la spécification pertinente, par exemple, l'impédance mécanique du spécimen doit être calculée avant et après l'essai.

NOTE L'impédance mécanique et d'autres termes similaires sont définis dans l'ISO 2041.

8.3 Excitation à bas niveau pour l'égalisation avant l'essai

Avant l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes au niveau spécifié, il peut être nécessaire de soumettre le spécimen à une excitation préliminaire à un niveau réduit afin d'égaliser le signal et de réaliser une analyse préliminaire. Il est important, à ce stade, que le niveau d'accélération appliqué soit aussi réduit que possible.

Les durées admises pour l'excitation préliminaire sont les suivantes:

- | | |
|---|--|
| – au-dessous de -12 dB du niveau spécifié: | pas de limite de durée; |
| – entre -12 dB et -6 dB du niveau spécifié: | au plus 1,5 fois la durée d'essai spécifiée; |
| – entre -6 dB et 0 dB du niveau spécifié: | au plus de 50 % de la durée d'essai spécifiée. |

- La durée de l'excitation préliminaire au-dessus de -6 dB doit être maintenue à un minimum absolu. Toutefois, la nature complexe potentielle de l'accélérogramme peut exiger des durées d'excitation préliminaire plus importantes. Les paramètres de ce processus doivent être enregistrés et consignés dans le rapport d'essai.
- La durée de l'excitation préliminaire ne doit pas être déduite de la durée d'essai spécifiée, sauf si cela est admis par la spécification pertinente.

8.4 Essais avec spécimen en fonctionnement

Lorsque cela est indiqué dans la spécification pertinente, le spécimen doit être en fonctionnement pendant un laps de temps donné au cours de l'essai et ses performances doivent être vérifiées.

8.5 Recherche et étude finales des fréquences critiques

Si la spécification pertinente a précisé la recherche et l'étude initiales des fréquences critiques, elle peut également exiger une recherche et une étude supplémentaires des fréquences critiques à la fin de l'essai, afin de déterminer si des changements ou des défaillances sont apparus depuis la recherche et l'étude initiales des fréquences critiques. La recherche et l'étude finales doivent alors être réalisées de la même manière, aux mêmes points de réponse et avec les mêmes paramètres que ceux utilisés lors de la recherche et de l'étude initiales. Les lignes directrices pour l'utilisation des changements de comportement aux vibrations, par exemple la variation des fréquences critiques, sont fournies dans l'IEC 60068-3-8. La spécification pertinente doit indiquer les actions à entreprendre si des résultats différents sont obtenus lors de ces deux recherches.

9 Reprise

Il est parfois nécessaire de laisser un certain temps s'écouler après l'essai et avant les mesures finales pour permettre au spécimen de se retrouver dans les mêmes conditions qu'au début des mesures initiales, par exemple en ce qui concerne la température. La spécification pertinente doit alors préciser les conditions de reprise.

10 Mesures finales et essai de performance de fonctionnement

Le spécimen doit être soumis aux examens visuels, dimensionnels et fonctionnels, ainsi qu'à tout autre contrôle indiqué dans la spécification pertinente.

La spécification pertinente doit indiquer les critères sur lesquels doit reposer la décision d'acceptation ou du rejet du spécimen.

Pour l'évaluation des résultats du comportement aux vibrations, voir l'IEC 60068-3-8.

11 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque cet essai est mentionné dans une spécification pertinente, les informations suivantes doivent être fournies dans la mesure où elles sont applicables, en accordant une attention particulière aux points marqués d'un astérisque (*) signifiant que ces informations sont toujours exigées.

	Article/Paragraphe
a) Point de pilotage*;	A.2.2, A.2.3
b) Points de mesure*;	3.3
c) Mouvement fondamental*;	4.2
d) Points de fixation*;	3.2
e) Mouvement d'axe transversal;	4.3
f) Montage du spécimen*;	4.4
g) Tolérances sur les vibrations pour les essais des spécimens volumineux ou lourds;	4.3
h) Plage de fréquences d'essai*;	
i) Accélérogramme spécifié, y compris tout facteur permettant d'atteindre les sévérités exigées;	
j) Durée de l'accélérogramme et nombre de répétitions ou durée totale de l'essai;	A.3
k) Toute période de repos applicable;	
l) Préconditionnement;	6
m) Mesures initiales*;	7
n) Axes préférentiels d'essai et ordre des essais*;	8.1
o) Recherche et étude initiales et finales des fréquences critiques;	8.2, 8.5
p) Mesures intermédiaires;	
q) Reprise;	9
r) Mesures finales et critères d'acceptation ou de rejet*;	10
s) Incertitude du système de mesure;	
t) Performance et vérification fonctionnelle.	10

12 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai

Le rapport d'essai doit présenter au moins les informations suivantes:

- | | | |
|-----|---|--|
| 1) | Client | (nom et adresse) |
| 2) | Laboratoire d'essai | (nom et adresse) |
| 3) | Identification du rapport d'essai | (date de parution, numéro unique) |
| 4) | Dates des essais | |
| 5) | Objet de l'essai | (essai de développement, d'homologation, etc.) |
| 6) | Norme d'essai, édition | (procédure d'essai appropriée) |
| 7) | Description du spécimen d'essai | (état initial, numéro d'identification unique, quantité, photo, dessin, etc.) |
| 8) | Montage du spécimen d'essai | (numéro d'identification de la fixation, dessin, photo, etc.) |
| 9) | Performance de l'appareillage d'essai | (mouvement transversal, etc.) |
| 10) | Chaîne de mesure, emplacement du capteur | (description, dessin, photo, etc. Voir aussi 4.5) |
| 11) | Incertitudes du système de mesure, si la spécification pertinente l'exige | (incertitude globale données d'étalonnage, dernière/prochaine date d'étalonnage) |
| 12) | Mesures initiales, intermédiaires et/ou finales | |

- | | | |
|-----|---|--|
| 13) | Spécification d'essai avec documentation | (points de mesure, nom de fichier de l'accélérogramme spécifié ou numéro d'identification, nom de fichier de l'accélérogramme de pilotage ou numéro d'identification, durée de l'essai, nombre de répétitions) |
| 14) | Résultats des essais | (état final du spécimen d'essai) |
| 15) | Observations au cours des essais et actions entreprises | |
| 16) | Résumé de l'essai | |
| 17) | Gestionnaire de l'essai | (nom et signature) |
| 18) | Distribution | (liste des personnes recevant le rapport) |

NOTE 1 Une liste de contrôle des essais est établie pour les besoins des essais. Cette liste documente les essais en utilisant, par exemple, une liste chronologique des cycles d'essai avec les paramètres d'essai, les observations formulées lors des essais et les actions entreprises, ainsi que des fiches techniques sur les mesures réalisées. Cette liste de contrôle peut être jointe au rapport d'essai.

NOTE 2 Voir aussi l'ISO/IEC 17025 [9].

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-85:2019

Annexe A (informative)

Recommandations

A.1 Généralités

La méthode d'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes utilise les données de réponse de l'accélérogramme mesurées dans un laboratoire d'essai au moyen d'un excitateur de vibrations sous contrôle en boucle fermée. La méthode d'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes est préférable aux approches par vibrations aléatoires ou par spectre de réponse au choc lorsque l'essai exige les détails spécifiques d'un accélérogramme complexe, ce qui ne peut être effectué que par une reproduction directe des charges réelles en service. L'intérêt est que le potentiel de dommages de l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes est proche de celui de l'environnement en service, notamment en ce qui concerne l'intensité des contraintes internes du spécimen et d'autres effets liés aux charges internes. Un autre avantage est qu'il est relativement simple d'inclure à l'accélérogramme des facteurs permettant de tenir compte des effets de paramètres inconnus et d'établir une marge de confiance adéquate.

Afin de s'assurer que la durée de l'essai de reproduction des vibrations par accélérogrammes est conforme aux capacités de l'excitateur de vibrations, des ajustements de l'accélérogramme mesuré sont systématiquement nécessaires. En règle générale, il peut être nécessaire d'opter pour un essai à deux niveaux ou d'utiliser des outils de manipulation des données, tels que des filtres.

L'utilisation de tout équipement produisant des vibrations et capable de satisfaire aux exigences d'essai spécifiées dans la présente méthode d'essai est acceptable.

La performance de la plupart des matériels numériques de pilotage de vibrations, susceptibles d'être employés pour les essais de reproduction des vibrations par accélérogrammes, peut être présumée similaire. En utilisant certains paramètres disponibles du matériel de pilotage, une estimation peut être effectuée afin d'établir la différence entre l'accélérogramme spécifié et l'accélérogramme de pilotage. Cela ne tient pas compte d'autres sources d'incertitude définies dans l'ISO/IEC 17025 [9]. Ces paramètres interdépendants peuvent cependant être choisis afin d'obtenir une similitude optimale entre les accélérogrammes.

L'égalisation de l'accélérogramme spécifié peut exiger de parcourir plusieurs fois la boucle d'asservissement, la durée dépendant de plusieurs facteurs (configuration du matériel, fonction de transfert total du système, algorithme d'asservissement et paramètres d'essai) qui peuvent être ajustés avant l'essai.

La recherche et l'étude des fréquences critiques donnent des renseignements essentiels sur l'interaction entre le spécimen et la table vibrante. Par exemple, cette recherche peut faire apparaître une amplification excessive des vibrations du bâti de fixation ou une coïncidence entre une résonance du spécimen et du bâti de fixation. De ce fait, avant le montage d'un spécimen dans son bâti de fixation, il est recommandé de réaliser une investigation en réponse dynamique ou un essai modal sur le bâti de fixation et d'apporter les modifications nécessaires pour éviter de mettre des charges irréalistes à l'intérieur du spécimen.