IEC 60068-2-57

Edition 3.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method

Essais d'environnement – Partie 2-57: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes et sinusoïdes modulées

WEISSTECH GB标准

IEC 60068-2-57:2013

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

IEC 60068-2-57

Edition 3.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method

Essais d'environnement – Partie 2-57: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes et sinusoïdes modulées

WELLSTECH GB标准

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX X

ICS 19.040

ISBN 978-2-83220-745-1

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 8
4 Test requirements and associated parameters 15
4.1 General 15
4.2 Requirements for testing 15
4.3 Vibration response investigation 16
4.3.1 General 16
4.3.2 Basic motion 16
4.3.3 Transverse motion 16
4.3.4 Rotational motion 16
4.3.5 Measuring points 16
4.3.6 Vibration amplitude tolerances 17
4.3.7 Frequency tolerances 17
4.3.8 Sweeping 17
4.3.9 Damping ratio 17
4.4 Time-history testing 18
4.4.1 Basic motion 18
4.4.2 Transverse motion 18
4.4.3 Rotational motion 18
4.4.4 Tolerance zone for the required response spectrum 18
4.4.5 Frequency range 19
4.5 Sine-beat testing 19
4.5.1 General description 19
4.5.2 Vibration amplitude tolerances 19
4.5.3 Test frequency tolerances 19
4.5.4 Transverse motion 19
4.6 Mounting 20
5 Severities 20
5.1 General 20
5.2 Time history 20
5.3 Test frequency range 21
5.4 Required response spectrum 21
5.5 Number and duration of time-histories 21
5.5.1 Number of time histories 21
5.5.2 Time-history duration 21
5.5.3 Duration of the strong part of the time history 22
5.5.4 Number of high stress cycles 22
5.6 Sine-beat test level 23
5.6.1 General 23
5.6.2 Test frequency determination 29
5.6.3 Sine-beat test wave 29
5.6.4 Number of cycles in the sine beat 29
5.6.5 Modulating frequency 30

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.6.6 Number of sine beats 31
5.6.7 High-stress low-cycle fatigue effects 31
6 Preconditioning 31
7 Initial measurements 31
8 Testing 31
8.1 General 31
8.2 Vibration response investigation 31
8.3 Time-history testing 32
8.4 Sine-beat testing 32
8.5 Multi-axis testing 32
8.5.1 General 32
8.5.2 Single axis testing 32
8.5.3 Biaxial testing 32
8.5.4 Triaxial testing 32
9 Intermediate measurements 33
10 Recovery 33
11 Final measurements 33
12 Information to be given in the relevant specification 33
13 Information to be given in the test report 34
Annex A (informative) Guidance for time-history and sine-beat methods 35
Bibliography 41

Figure 1 – Sequence of five sine beats with five cycles 7
Figure 2 – Number of cycles per sine beat 13
Figure 3 – Typical time history 14
Figure 4 – Typical logarithmic plot of a required response spectrum, test response spectrum and tolerance zone 14
Figure 5 – Typical response of an oscillator excited by a specific time history during a test 22
Figure 6 – Recommended test level with crossover frequency at 0,8 Hz 24
Figure 7 – Recommended test level with crossover frequency at 1,6 Hz 26
Figure 8 – Recommended test level with crossover frequency at 8 Hz 28
Figure 9 – Amplification factors of different sine beats, continuous sine and a typical natural time-history 30
Figure A.1 – Recommended shape of a required response spectrum in generalized form 37
Figure A.2 – Standardized presentation of matched sine beats of acceleration, velocity and displacement (five cycles within the sine beat of acceleration) 40

Table 1 – Comparison of tolerances 15
Table 2 – Recommended test frequency ranges 21
Table 3 – Recommended test levels with a crossover frequency of 0,8 Hz (see Figure 6) 23
Table 4 – Recommended test levels with a crossover frequency of 1,6 Hz (see Figure 7) 25
Table 5 – Recommended test levels with a crossover frequency of 8 Hz (see Figure 8) 27

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method

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 60068-2-57 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 1999. It also replaces IEC 60068-2-59:1990, which will be withdrawn.

This edition includes only minor technical changes with respect to the previous edition:

– editorially combines IEC 60068-2-57 and IEC 60068-2-59;
– the title has been modified to include a sine beat method.

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

FDIS	Report on voting
104/595/FDIS	104/612/RVD

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

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

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

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

This standard is to be used in conjunction with IEC 60068-1.

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

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

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

INTRODUCTION

This part of IEC 60068 details methods for testing components, equipment and other electrotechnical products (hereinafter referred to as “specimens”) which in service can be subjected to random or oscillating type dynamic forces of short duration, typical examples of which are the stresses induced in equipment as a result of earthquakes, explosions and certain phases of transportation, or by transient, short time vibration in machinery.

The characteristics of these forces and the damping of the specimen may be such that the vibration response of the specimen will not reach a steady-state condition.

The time-history test consists, after any preliminary vibration response investigation with sinusoidal or random vibration, in subjecting the specimen to a vibration (acceleration, velocity or displacement) the time history being specified by a response spectrum with characteristics simulating the effects of the dynamic forces.

A time history may be developed or obtained from

– a natural event (natural time history),
– a random sample
– a synthesized signal } artificial time history.

In general, to adapt to the required testing severity, some modification is necessary.

The use of a time history allows a single test wave to envelop a broadband response spectrum.

It is possible for all the modes of the structure in the excitation axis (or axes) to be excited at the same time and consequently the stresses derived from the combined effects of the coupled modes are generally taken into account.

In the sine beat test, the specimen is excited at fixed frequencies with a preset number of sine beats (see Figure 1). These fixed test frequencies are predetermined test frequencies, or critical frequencies identified by means of a sinusoidal vibration test (IEC 60068-2-6), or both. Pauses are provided between the individual sine beats in order to allow decay of the free response of the specimen.

In Clause 12 specification writers will find a list of details to be considered for inclusion in specifications and, in Annex A, guidance giving necessary extra information.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

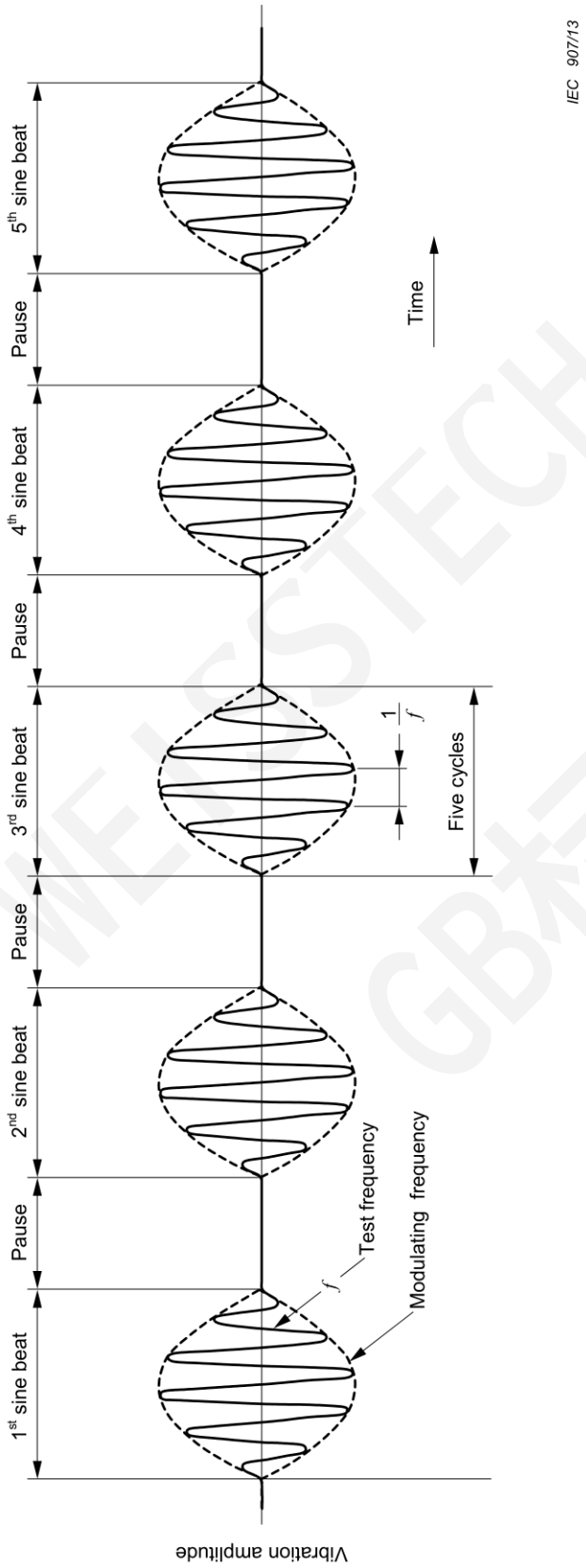


Figure 1 – Sequence of five sine beats with five cycles

Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method

1 Scope

This part of IEC 60068 provides a standard procedure for determining, by the time-history and sine-beat methods, the ability of a specimen to withstand specified severities of transient vibration.

2 Normative references

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

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-47:2005, *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 –Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-3-3:1991, *Environmental testing – Part 3: Guidance – Seismic test methods for equipments*

IEC 60068-3-8, *Environmental testing – Part 3-8: Supporting documentation and guidance – Selecting amongst vibration tests*

3 Terms and definitions

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

NOTE Some of the following terms can be found in ISO 2041, IEC 60068-1 or in IEC 60068-2-6. Where, for the convenience of the reader, a definition from one of those sources is included here, it is indicated.

3.1
critical frequency
frequency at which

– malfunctioning and/or deterioration of performance of the specimen which are dependent on vibration are exhibited, and/or
– mechanical resonances and/or other response effects occur, for example chatter

[SOURCE: IEC 60068-2-6:2007, definition 3.9]

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

3.2
crossover frequency
frequency at which the characteristic of a vibration changes from one relationship to another

Note 1 to entry: For example, a crossover frequency may be that frequency at which the test vibration amplitude changes from a constant displacement value versus frequency to a constant acceleration value versus frequency.

[SOURCE: ISO 2041:2007, definition 2.118]

3.3
damping
progressive reduction of the amplitude with time due to the dissipation of energy in a system

Note 1 to entry: In practice, damping depends on many parameters, such as the structural system, mode of vibration, strain, applied forces, velocity, materials, joint slippage, etc.

[SOURCE: IEC 60068-2-6:2007, definition 3.8, modified – original text reads "generic term ascribed to the numerous energy dissipation mechanisms in a system"; Note remains same]

3.4
viscous damping
damping that occurs when an element or a part of a vibration system is resisted by a force the magnitude of which is proportional to the velocity of the element and the direction of which is opposite to the direction of the velocity

3.5
critical damping
C_c
minimum viscous damping that will allow a displaced system to return to its initial position without oscillation

3.6
damping ratio
ratio of actual viscous damping to critical damping in a system with viscous damping

Note 1 to entry: The damping ratio (*DR)* can be calculated using the formula *DR* = C/C_C where C is actual viscous damping value and C_C is the critical damping.

Note 2 to entry: This parameter is normally expressed as a percentage value.

3.7
signal tolerance
signal tolerance $T = \left(\frac{NF}{F} - 1\right) \times 100$ (per cent)

where

NF is the r.m.s value of the unfiltered signal;

F is the r.m.s value of the filtered signal.

Note 1 to entry: This parameter applies to whichever signal, i.e. acceleration, velocity or displacement, is being used to control the test (see A.2.2 of IEC 60068-2-6:2007)

3.8
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 60068-2-6:2007, definition 3.1, modified – omission of the second NOTE]

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

3.9
standard acceleration
g_n
standard acceleration due to the earth's gravity, which itself varies with altitude and geographical latitude

Note 1 to entry: For the purposes of this standard, the value of g_n is rounded up to the nearest whole number, that is 10 m/s^2.

3.10
high stress cycles
response cycles giving rise to values of stress which may cause degradation, deformation or low cycle fatigue in the specimen

Note 1 to entry: Stresses in the specimen are normally not measured or controlled. High stress is used here as a circumscription for high excitation, see A.1.4.

3.11
measuring points
specific points at which data are gathered for conducting the test

Note 1 to entry: These points are of two main types, as defined below

Note 2 to entry: Measurements may be made at points within the specimen in order to assess its behaviour; these are not considered as measuring points in the sense of this standard.

[SOURCE: IEC 60068-2-6:2007, definition 3.2]

3.11.1
check point
point located on the fixture, the real mounting structure, 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

Note 1 to entry: A number of check points are used as a means of ensuring that the test requirements are satisfied.

Note 2 to entry: If four or fewer fixing points exist, each is used as a check point. If more than four fixing points exist, four representative fixing points will be defined in the relevant specification to be used as check points.

Note 3 to entry: In special cases, for example for large or complex specimens, the check points will be prescribed by the relevant specification if not close to the fixing points.

Note 4 to entry: Where a large number of small specimens are mounted on one fixture, or in the case of a small specimen where there are a number of fixing points, a single check point (that is the reference point) may be selected for the derivation of the control signal. This signal is then related to the fixture rather than to the fixing points of the specimen(s). This procedure is only valid when the lowest resonance frequency of the loaded fixture is well above the upper frequency of the test.

3.11.2
reference point
point, chosen from the check points, whose signal is used to control the test, so that the requirements of this standard are satisfied

[SOURCE: IEC 60068-2-6:2007, definition 3.2.2]

3.12
modulating frequency
frequency with which the test frequency is modulated

Note 1 to entry: See A.2.2 and Figure 1.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

3.13
natural time history
recording, as a function of time, of the acceleration, velocity or displacement, etc., resulting from a given event

3.14
oscillator
single degree of freedom system intended to produce or be capable of maintaining mechanical oscillations

3.15
pause
interval between two consecutive time histories or sine beats

Note 1 to entry: A pause should be such as to result in no significant superposition of the response motion of the specimen.

For sine beats, this is:

$$T > \frac{1}{f} \cdot \frac{100}{C_c}$$

where

T is the duration (s);

f is the sine beat test frequency (Hz);

C_c is the critical damping at the test frequency (in per cent).

3.16
preferred testing axes
three orthogonal axes which correspond to the most vulnerable axes of the specimen

3.17
required response spectrum
response spectrum specified by the user (customer)

3.18
response spectrum
plot of the maximum response to a defined input motion of a family of single-degree-of-freedom bodies as a function of their natural frequencies and at a specified damping ratio

3.19
sine beat
continuous sinusoidal wave of one frequency which is modulated by a sinusoidal wave of a lower frequency

Note 1 to entry: The duration of one sine beat is half the period of the modulating frequency (see Figure 2).

Note 2 to entry: See A.2.2.1 for a mathematical explanation of the sine-beat signal.

3.20
strong part of the time history
part of time history from the time when the plot first reaches 25 % of the maximum value to the time when it falls for the last time to the 25 % level (see Figure 3)

3.21
sweep cycle
traverse of the specified frequency range once in each direction, for example 1 Hz to 35 Hz to 1 Hz

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

[SOURCE: IEC 60068-2-6:2007, definition 3.4, modified – values changed, were "10 Hz to 150 Hz to 10 Hz"]

3.22
synthesized time history
artificially generated time history such that its response spectrum envelops the required response spectrum

3.23
test frequency
frequency at which the specimen is to be excited with sine beats during a test

Note 1 to entry: A test frequency is one of two types which are defined below.

3.23.1
predetermined test frequency
frequency prescribed by the relevant specification.

3.23.2
investigated test frequency
frequency obtained by a vibration response investigation

3.24
test level
largest peak value within a test wave

Note 1 to entry: This definition is not applicable to time-history testing.

Note 2 to entry: For the sine beat method, this is equal to or a negligibly smaller value than the peak value of the modulating half-wave for sine beats.

3.25
test response spectrum
response spectrum derived from the real motion of the vibration table either analytically or by using spectrum analysis equipment

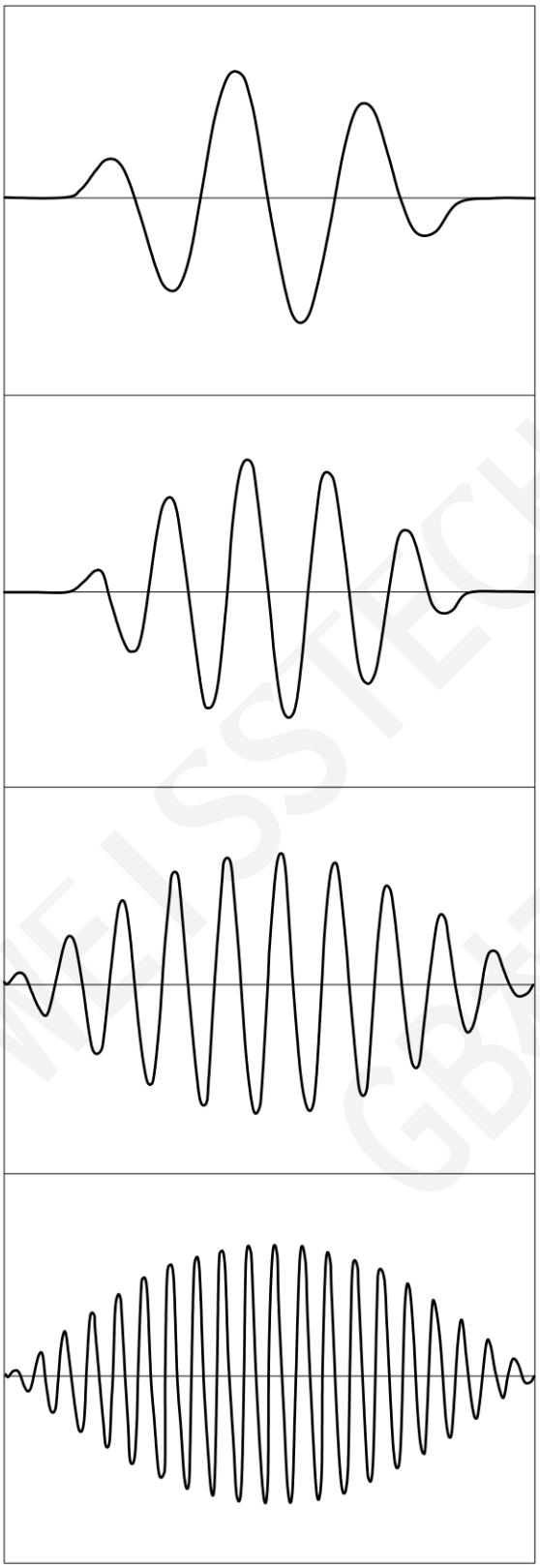
3.26
time history
recording, as a function of time, of acceleration, velocity or displacement

Note 1 to entry: A definition of a mathematical term “time-history” is given in ISO 2041 and relates to the magnitude of a quantity expressed as a function of time.

3.27
zero period acceleration
high frequency asymptotic value of acceleration of the response spectrum

Note 1 to entry: The zero period acceleration is of practical significance as it represents the largest peak value of acceleration, for example in a time history. This is not to be confused with the peak value of acceleration in the response spectrum. For an example see Figure 4.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST



a) Sine beat of 3 cycles

b) Sine beat of 5 cycles

c) Sine beat of 10 cycles

d) Sine beat of 20 cycles

IEC 908/13

Figure 2 – Number of cycles per sine beat

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

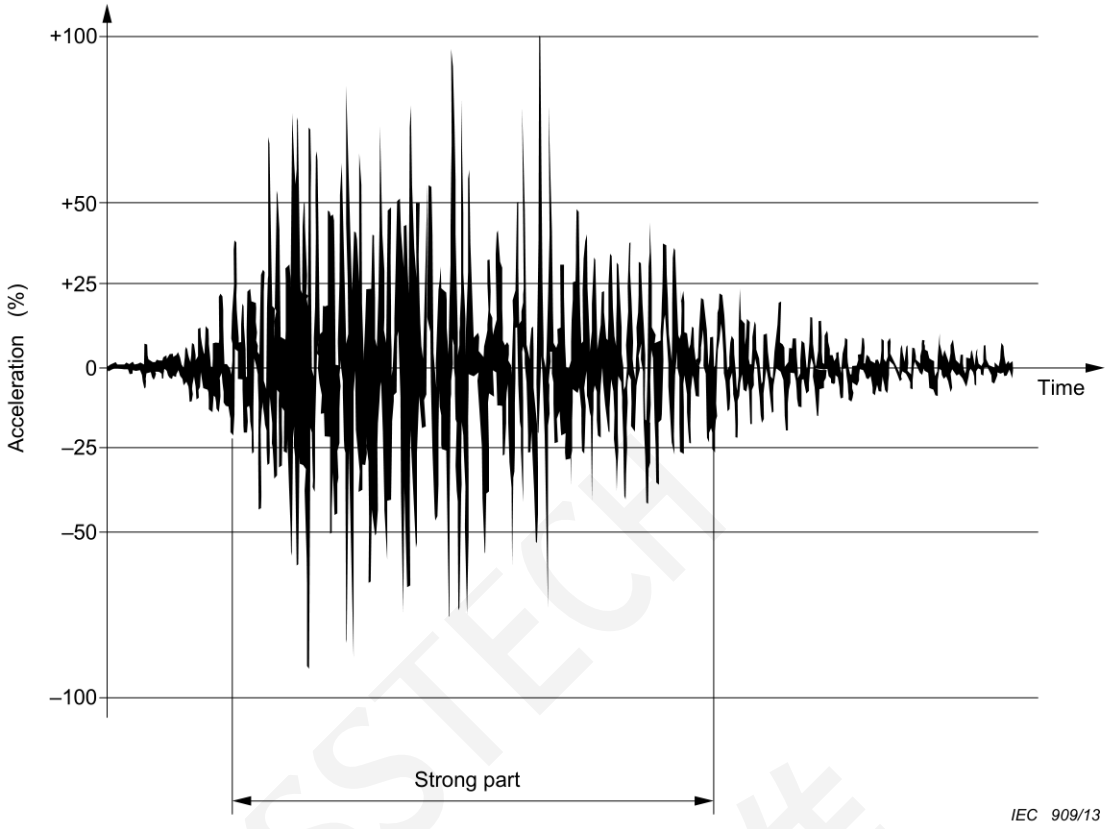


Figure 3 – Typical time history

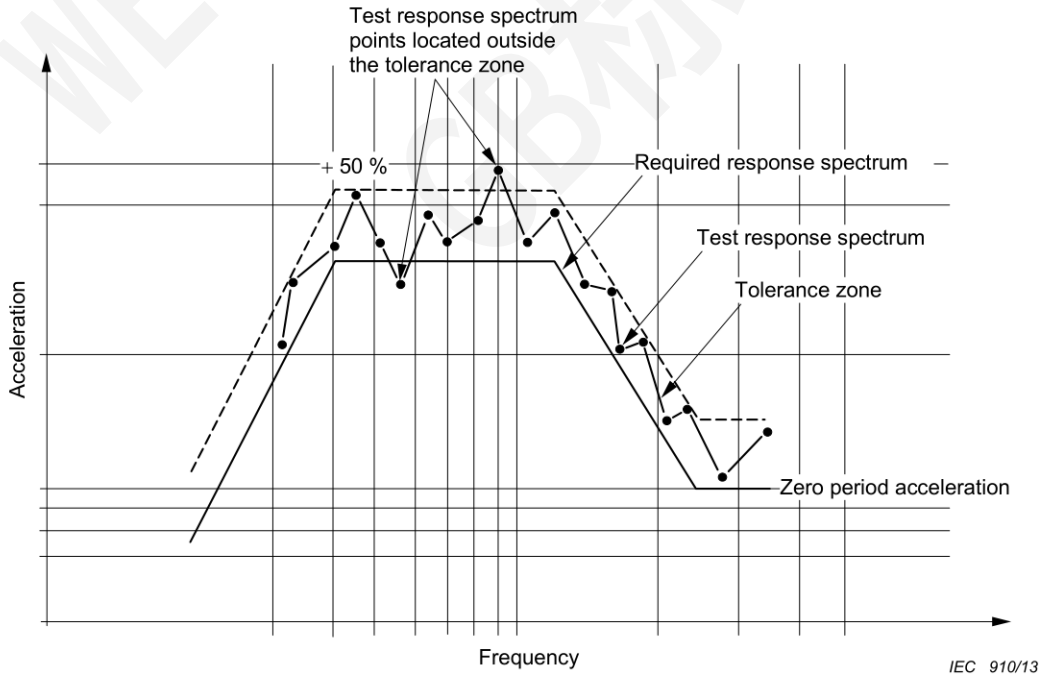


Figure 4 – Typical logarithmic plot of a required response spectrum, test response spectrum and tolerance zone

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4 Test requirements and associated parameters

4.1 General

The purpose of this test is to determine mechanical weakness and/or degradation in specified performance and to use this information, in conjunction with the relevant specification, to decide whether a specimen is acceptable or not. It may also be used, in some cases, to demonstrate the mechanical robustness of specimens and/or to study their dynamic behaviour.

The extent to which a specimen has to function during vibration or merely to survive conditions of vibration shall be stated in the relevant specification.

Procedures are described for conducting the test and for the measurement of the vibration at given points. The requirements for the vibration motion and for the choice of severities (including frequency range, required response spectrum, number of high-stress cycles and number of time-histories, sine-beat cycles and number of sine beats) are also detailed.

It is emphasized that vibration testing always demands a certain degree of engineering judgement and both supplier and purchaser should be fully aware of this fact. The writer of the relevant specification is expected to select the testing procedure and the values of severity appropriate to the specimen and its use.

For the purpose of this test, the specimen is always fastened directly to the vibration table with its real mounting or a fixture.

In order to facilitate the use of this standard, references are given in the main body of the standard where the reader is invited to refer to Annex A; at the same time, clause numbers in the main body of the standard are also referred to in Annex A. These clauses provide specific information on the correlation between sine beats of displacement, velocity and acceleration.

4.2 Requirements for testing

The requirements for a vibration response investigation are given in 4.3, those for time-history testing in 4.4, those for sine-beat testing in 4.5 while 4.6 deals with mounting for testing. The tolerances applicable to the vibration response investigation and to sine-beat and time history testing are compared in Table 1.

Table 1 – Comparison of tolerances

Parameter	Tolerance	
	Vibration response investigation	Sine-beat and time-history testing
Signal tolerance	5 % (see 4.3.5.3) of basic motion	Not applicable
Vibration at reference point	±15 % (see 4.3.6 a)) of basic motion	
Vibration at check points	±25 % up to 500 Hz (see 4.3.6 b)) of acceleration ±50 % above 500 Hz (see 4.3.6 b)) of acceleration	
Transverse motion	50 % or 25 % (for special cases see 4.3.3)	25 % (see 4.4.2)
Test frequency	(for alternatives see 4.3.7) ±0,05 Hz up to 0,5 Hz ±10 % from 0,5 Hz to 5 Hz ±0,5 Hz from 5 Hz to 100 Hz ±0,5 % above 100 Hz	a) Predetermined (see 4.5.3.2) ±0,05 Hz up to 0,5 Hz ±10 % from 0,5 Hz to 5 Hz ±0,5 Hz from 5 Hz to 100 Hz ±0,5 % above 100 Hz b) Investigated (see 4.5.3.3): ±2 %

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.3 Vibration response investigation

4.3.1 General

When prescribed by the relevant specification, the vibration response investigation shall (see 8.2) be carried out with single axis excitation in a manner based on that of IEC 60068-2-6 particularly taking account of 4.3.2 to 4.3.9 below in order to determine the critical frequencies and, where required, the damping ratio. If considered appropriate, or if specified by the relevant specification, the vibration response investigation may be performed using random vibration in a manner based upon that of IEC 60068-2-64.

4.3.2 Basic motion

The basic motion shall be a sinusoidal function of time and such that the fixing points of the specimen on the vibration table, which shall be prescribed by the relevant specification, move substantially in phase and in straight parallel lines, subject to the limitations imposed in 4.3.3, 4.3.4 and 4.3.6.

4.3.3 Transverse motion

The maximum vibration amplitude at the check points in any axis perpendicular to the specified axis shall not exceed 50 % of the basic motion amplitude. In special cases, for example a small specimen, the peak value of the permissible transverse motion may be limited to 25 % if required by the relevant specification.

At some frequencies, or with large size or high mass specimens, it may be difficult to achieve these values (see also A.1.1). In such cases, the relevant specification shall state which of the following applies:

a) transverse motion in excess of that stated above shall be reported in the test report;

b) transverse motion need not be monitored.

4.3.4 Rotational motion

Where spurious rotational motion of the vibration table is likely to be important, a tolerable level, which shall then be reported in the test report, may be prescribed in the relevant specification.

4.3.5 Measuring points

4.3.5.1 Reference point

The relevant specification shall state whether single point or multipoint control is to be used. Where multipoint control is prescribed by the relevant specification, it shall specify whether the average value of the signal at the check points or the value of the signal at a selected point is to be controlled at the specified level.

4.3.5.2 Check points

At some frequencies, or with large size or high mass specimens, it may be difficult to achieve the required tolerances in 4.3.6 b) (see also A.1.1). In these cases, it is expected that a wider tolerance will be prescribed by the relevant specification or that the use of an alternative method of assessment will be reported in the test report.

4.3.5.3 Signal tolerance

The signal tolerance measurement shall be carried out at the reference point at frequencies up to five times the test frequency.

The signal tolerance as defined in 3.7 shall not exceed 5 % of the basic motion.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

NOTE In some instances it may not be possible to achieve this, in which case a value of signal tolerance greater than 5 % is acceptable if the test amplitude of the control signal at the fundamental frequency is restored to the specified value, for example by the use of a tracking filter.

In the case of large or complex specimens, where the specified values of signal tolerance cannot be satisfied at some parts of the frequency range and it is impracticable to use a tracking filter, the acceleration amplitude need not be restored and the signal tolerance shall then be reported in the test report (see A.1.1).

The relevant specification may require that the signal tolerance, together with the frequency range affected, is stated in the test report (see Clause 13), and whether or not a tracking filter has been used.

4.3.6 Vibration amplitude tolerances

The basic motion along the required axis at the check and reference points shall be equal to the specified values within the following tolerances. These tolerances include instrument errors:

a) Reference point

Tolerance on the control signal at the reference point shall be ±15 % of basic motion.

b) Check points

Tolerance at each check point: up to 500 Hz shall be ±25 % of acceleration; above 500 Hz: ±50 % of acceleration (see also 4.3.5.2).

4.3.7 Frequency tolerances

The tolerances on the critical frequencies shall be as follows:

– up to 0,25 Hz: ±0,05 Hz;
– from 0,25 Hz to 5 Hz: ±20 %;
– from 5 Hz to 50 Hz: ±1 Hz;
– above 50 Hz: ±2 %.

When the critical frequencies (see 8.2) are to be compared before and after testing, the relevant specification should specify the comparison criteria; for determination of the critical frequencies, the following frequency tolerances apply:

– up to 0,5 Hz: ±0,05 Hz;
– from 0,5 Hz to 5 Hz: ±10 %;
– from 5 Hz to 100 Hz: ±0,5 Hz;
– above 100 Hz: ±0,5 %.

4.3.8 Sweeping

Sweeping shall be continuous with the frequency changing exponentially with time at a rate not exceeding one octave per minute (see 3.20).

NOTE With a digital control system, it is not strictly correct to refer to the sweeping as being “continuous” but the difference is of no practical significance.

4.3.9 Damping ratio

The damping ratio of the specimen is normally determined from the vibration response investigation. This determination depends on the test apparatus used and demands engineering judgement. Other methods may be employed if justified in the test report.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.4 Time-history testing

4.4.1 Basic motion

The time history used can be obtained from either:

a) a natural time history;

b) a synthesized time history by composition of frequencies included within the specified range. In this case, the synthesized time history shall be generated with the appropriate resolution, as follows:

   – not more than 1/12 octave bands when the specimen damping (= damping ratio) is lower than or equal to 2 %;

   – not more than 1/6 octave bands when the specimen damping lies between 2 % and 10 % (general case);

   – not more than 1/3 octave bands when the specimen damping is higher than or equal to 10 %.

The value of the damping ratio (see 3.6) may be defined by the relevant specification or otherwise obtained (see 4.3.9). A value of 5 % is normally taken.

4.4.2 Transverse motion

The maximum peak value of acceleration or displacement at the check points on any axis perpendicular to the specified axis (basic motion) shall not exceed 25 % of the specified peak value in the time history or in a sine beat unless otherwise stated in the relevant specification. The recorded measurements need only cover the specified frequency range.

At some frequencies, or with large size or high mass specimens, it may be difficult to achieve these values (see also A.1.1). In such cases, the relevant specification shall state which of the following applies:

a) transverse motion in excess of that stated above shall be reported in the test report;

b) transverse motion need not be monitored.

4.4.3 Rotational motion

See 4.3.4 above.

4.4.4 Tolerance zone for the required response spectrum

The tolerance zone to be applied to the required response spectrum shall be in a range between 0 % and +50 % as shown in Figure 4.

If a small proportion of the individual points on the test response spectrum lies outside this zone, the test may still be acceptable. The values for these points should then be reported in the test report (see also Clauses 13 and A.1).

In the range above 1/3 $f2$ (Figure A.1) a tolerance zone > 50 % is permitted.

The test response spectrum shall be checked at least:

– in 1/12 octave bands if the specimen damping is lower than or equal to 2 %;

– in 1/6 octave bands if the specimen damping lies between 2 % and 10 % (general case);

– in 1/3 octave bands if the specimen damping is higher than or equal to 10 %.

In some cases, the required response spectrum may have been so artificially shaped or broadened that the test response spectrum cannot be generated within this tolerance zone. The tolerances in the test specification may then require to be revised.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.4.5 Frequency range

The signal from the reference point shall not contain any frequency higher than the test frequency range except those induced by the test facilities and specimen. The maximum value of the signal outside the test frequency range induced by the test facilities without specimen shall not exceed 20 % of the maximum value of the specified signal from the reference point. If the above values cannot be achieved, the values obtained shall be reported in the test report.

Frequencies outside the frequency range shall not be taken into account when evaluating the test response spectrum.

4.5 Sine-beat testing

4.5.1 General description

The basic motion shall be a sine-beat function of time and such that the fixing points of the specimen on the vibration table, which shall be prescribed by the relevant specification, move substantially in phase and in straight parallel lines, subject to the limitations imposed in 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 and 4.3.5. The sine-beat test applies only to single axis excitation (see Table 1 in IEC 60068-3-3:1991).

4.5.2 Vibration amplitude tolerances

4.5.2.1 Basic motion

The basic motion along the required axis at the check and reference points shall be equal to the specified values within the following tolerances. These tolerances include instrument errors.

4.5.2.2 Reference point

See 4.3.6 a).

4.5.2.3 Check points

See 4.3.6 b).

4.5.3 Test frequency tolerances

4.5.3.1 General

The tolerances on the test frequency are as follows for the two types:

4.5.3.2 Predetermined test frequency

– up to 0,5 Hz: ±0,05 Hz;
– from 0,5 Hz to 5 Hz: ±10 %;
– from 5 Hz to 100 Hz: ±0,5 Hz;
– above 100 Hz: ± 0,5 %.

4.5.3.3 Investigated test frequency

The deviation of the test frequency from the critical frequency obtained by the vibration response investigation shall not exceed ±2 %.

4.5.4 Transverse motion

See 4.4.2 above.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.6 Mounting

The specimen shall be mounted in accordance with IEC 60068-2-6, wherever that standard makes reference to IEC 60068-2-47.

If a specimen is normally mounted on isolators, but it is necessary to test without them, the specified excitation level shall be modified to take this into account.

If a specimen is tested in its real mounting, but the specified excitation is relevant for testing without real mounting, the specified excitation level shall be modified to take this into account, see Clause A.2 of IEC 60068-2-47:2005.

The influence of connections, cables, piping, etc., shall be taken into account when mounting the specimen.

The normal “in service” mounting structure of the specimen should be included in the test.

The response spectrum and the time history used for excitation of the real mounting structure should be different from those used for the excitation of the fixture or the specimen.

The orientation and mounting of the specimen during testing shall be prescribed by the relevant specification and is the only condition for which the specimen is considered as complying with the requirements of the standard, unless adequate justification can be given for extension to an untested condition (for instance, if it is proved that the effects of gravity do not influence the behaviour of the specimen).

5 Severities

5.1 General

The test severity for time history is determined by a combination of the following parameters:

– test frequency range;
– required response spectrum;
– number and duration of time histories;
– number of high stress cycles (if applicable).

The relevant specification shall state the values for each parameter on the basis of the information given in 5.2 to 5.5.

The test severity for sine beat is determined by the combination of the following parameters:

– test frequency range;
– test level;
– number of cycles in the sine beat;
– number of sine beats.

The relevant specification shall state the values for each parameter on the basis of the information given in 5.6.

5.2 Time history

The test frequencies and the test frequency range are obtained as shown in 5.3.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.3 Test frequency range

The test frequency range shall be given in the relevant specification by selecting a lower frequency from 0,1 Hz, 1 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 55 Hz, 100 Hz and an upper frequency from 10 Hz, 20 Hz, 35 Hz, 55 Hz, 100 Hz, 150 Hz, 300 Hz, 500 Hz, 2 000 Hz. The recommended ranges are shown in Table 2.

Table 2 – Recommended test frequency ranges

Recommended test frequency ranges from f_1 to f_2 Hz
0,1 to 10[a]
1 to 35
1 to 100
5 to 35[a]
10 to 100[a]
10 to 500
10 to 2 000
55 to 2 000
[a] These ranges are not in the recommended ranges of IEC 60068-2-6.

5.4 Required response spectrum

The relevant specification shall state the level and the shape of the required response spectrum to be used for the testing, including the zero period acceleration value. It shall also state the specimen axes along which the spectra are applied when they are not identical for all the axes.

Guidance for the development of a required response spectrum in the situation where environmental conditions are not well known is provided in A.1.3.

5.5 Number and duration of time-histories

5.5.1 Number of time histories

The relevant specification shall specify the number of time histories to be applied to the specimen and the axes concerned.

Unless otherwise specified, the number of time histories to be applied for each test axis and for each time-history level shall be selected from the following series: ... 1, 2, 5, 10, 20, 50.

When more than one time-history level is used, testing shall always begin with the lowest and continue with higher levels. Each time-history shall be followed by a pause.

5.5.2 Time-history duration

The relevant specification shall state the duration of each time history for which recommended values in seconds are given by the following series: ... 1, 2, 5, 10, 20, 50.

If the period of the test sample is known or can be calculated, the duration of each time-history shall be not less than 3 or 5 times the period.

If specified by the relevant specification 3 s duration may be used.

NOTE 2 Typical duration for earthquakes is 30 s.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.5.3 Duration of the strong part of the time history

In some cases, the relevant specification may require the strong part of the time history to be a given percentage of the total duration. Otherwise, except when precluded by the requirements of 5.6, the value of the strong part shall be selected from the following percentages of the total duration:

25 %, 50 %, 75 %.

The selected value shall be reported in the test report.

5.5.4 Number of high stress cycles

The relevant specification may state a specified value and the number of high stress cycles leading to values of stress greater than a specified value (see A.1.4).

The number of high stress cycles shall, except when otherwise prescribed by the relevant specification, be selected from the following series: ... 4, 8, 16, 32. The alternate positive and negative cycles shall be approximately equally distributed as shown in Figure 5.

The acceleration value of these high stress cycles should be expressed as a percentage of the peak value of the required response spectrum value at specific critical frequencies that are located in the strong part of the required response spectrum (RRS). The specified value of acceleration shall be selected from the following values:

Specified value (as % of the RRS) 50 %, 70 % (preferred), 90 %

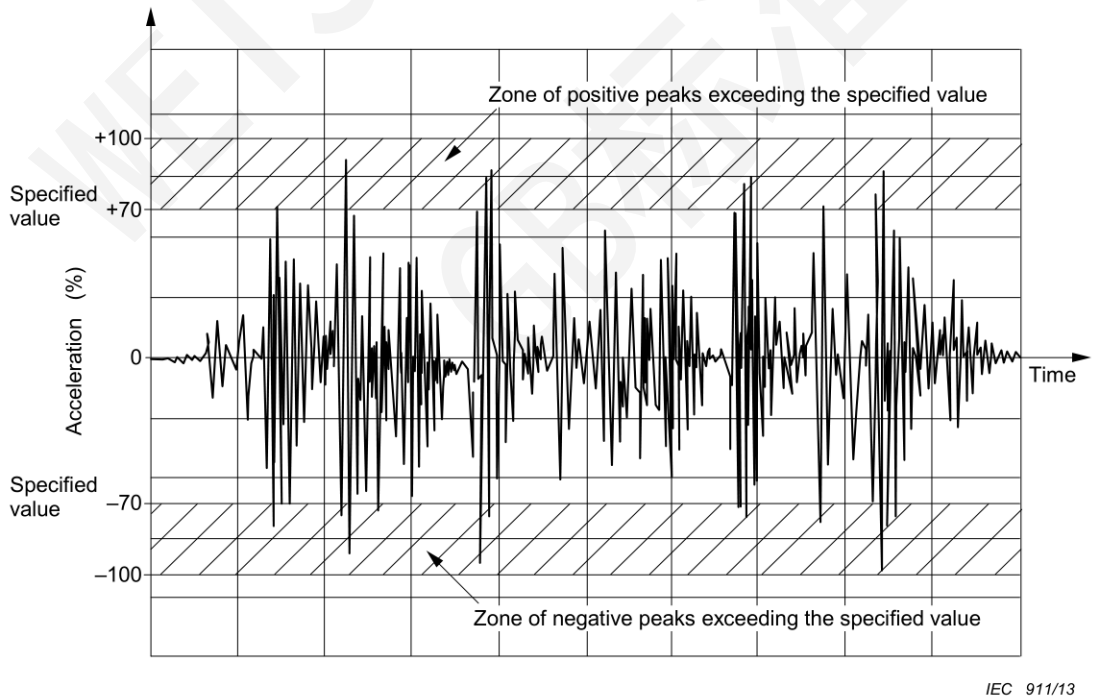


Figure 5 – Typical response of an oscillator excited by a specific time history during a test

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.6 Sine-beat test level

5.6.1 General

The relevant specification shall state the value of test level (displacement, velocity or acceleration or all) for each axis (see also A.2.1).

Below the crossover frequency, all peak values are specified at constant displacement and, above this frequency, peak values are specified at constant acceleration. The recommended values are given in Tables 3, 4 and 5 and Figures 6, 7 and 8 for the different chosen crossover frequencies.

Table 3 – Recommended test levels with a crossover frequency of 0,8 Hz (see Figure 6)

Displacement levels below the crossover frequency mm	**Acceleration levels above the crossover frequency** m/s^2
40	1
80	2
120	3
200	5
NOTE 1 All levels quoted are peak values in a sine beat. NOTE 2 For those wishing to continue giving values of acceleration in "g_n", the value of 10 m/s^2 is conventionally ascribed to "g_n" (see 3.9) for the purpose of this standard.	

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

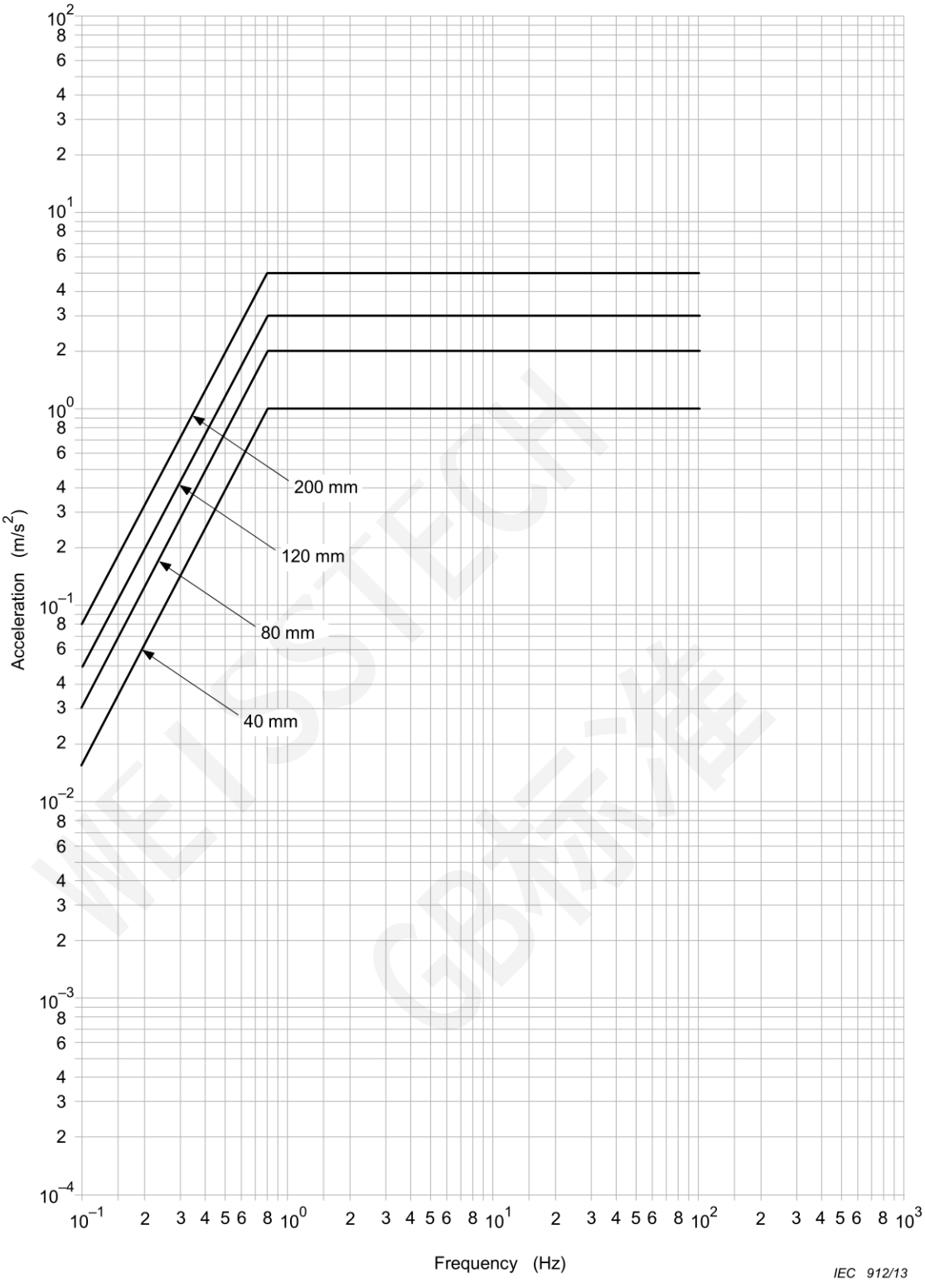


Figure 6 – Recommended test level with crossover frequency at 0,8 Hz

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Table 4 – Recommended test levels with a crossover frequency of 1,6 Hz (see Figure 7)

Displacement levels below the crossover frequency mm	**Acceleration levels above the crossover frequency** m/s^2
10	1
20	2
30	3
50	5
100	10
200	20
NOTE 1 All values quoted are peak values in a sine beat. NOTE 2 For those wishing to continue giving values of acceleration in "g_n", the value of 10 m/s^2 is conventionally ascribed to "g_n" (see 3.9) for the purpose of this standard.	

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

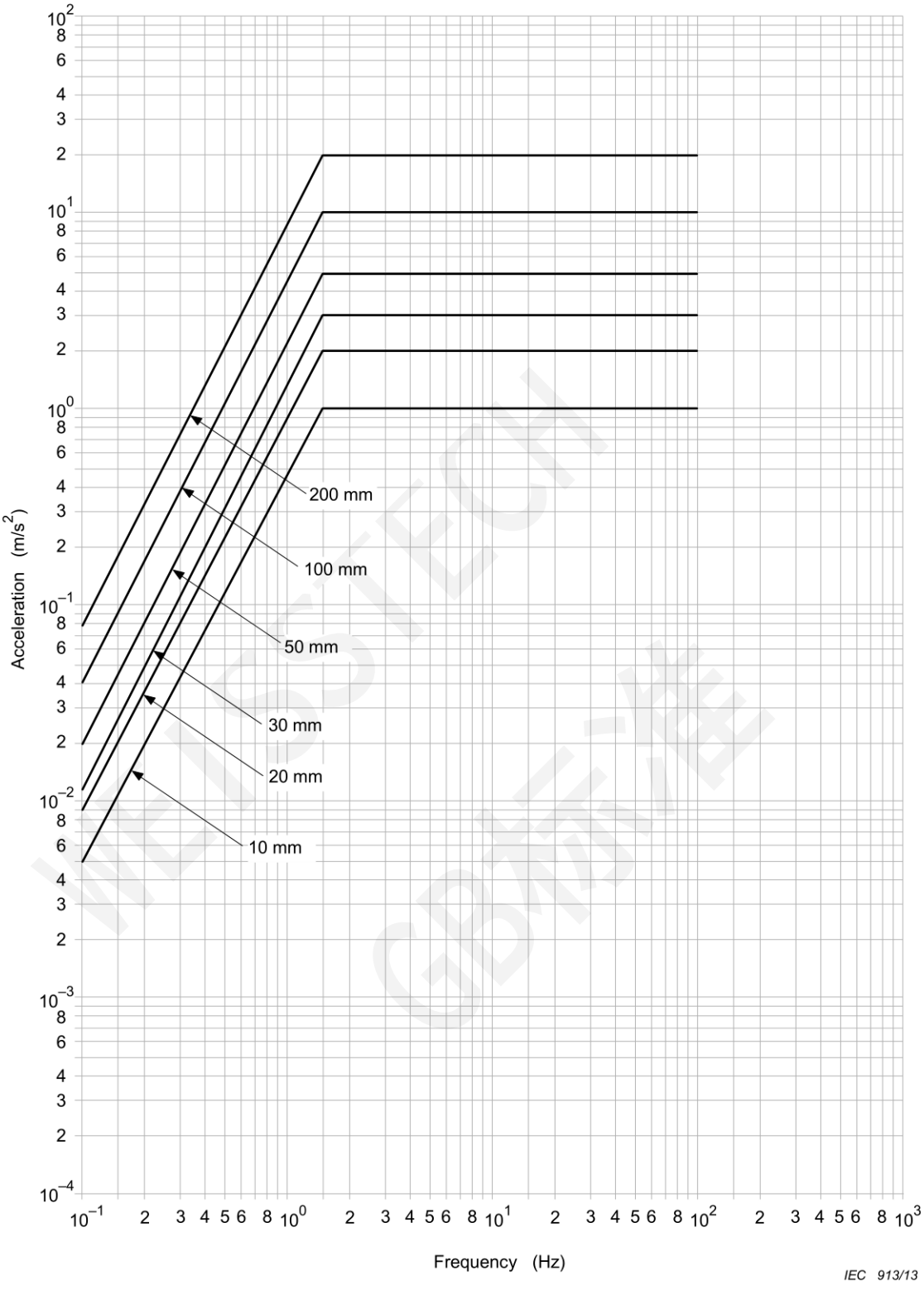


Figure 7 – Recommended test level with crossover frequency at 1,6 Hz

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Table 5 – Recommended test levels with a crossover frequency of 8 Hz (see Figure 8)

Displacement levels below the crossover frequency mm	Acceleration levels above the crossover frequency m/s^2
0,4	1
0,8	2
1,2	3
2,0	5
4,0	10
8,0	20
12,0	30
20,0	50

NOTE 1 All values quoted are peak values in a sine beat.

NOTE 2 For those wishing to continue giving values of acceleration in "g_n", the value of 10 m/s^2 is conventionally ascribed to "g_n" (see 3.9) for the purpose of this standard.

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

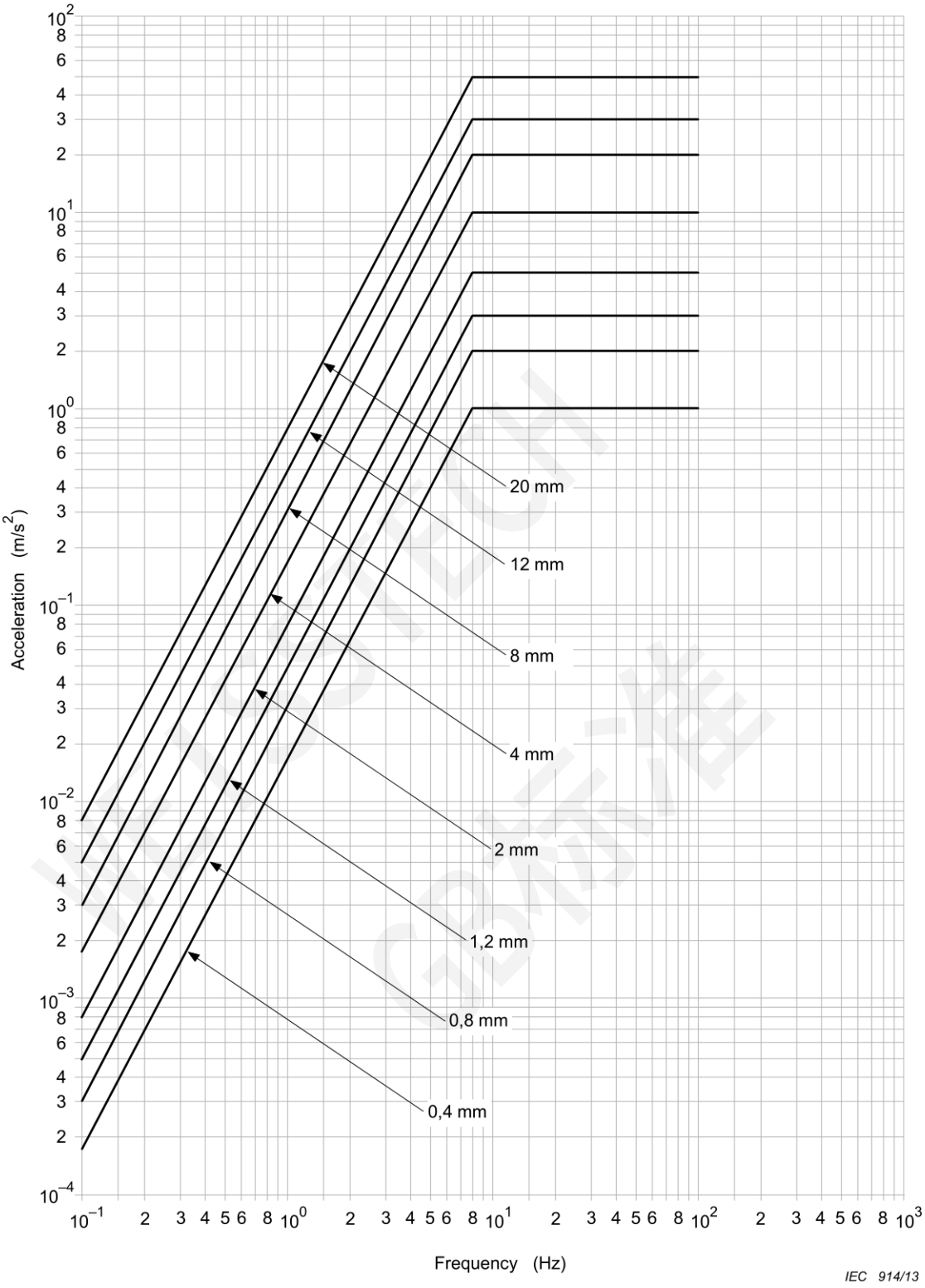


Figure 8 – Recommended test level with crossover frequency at 8 Hz

Where it is not appropriate to adopt the crossover frequencies stated in this subclause, the relevant specification may couple peak values of displacement and acceleration giving a different crossover frequency. For special applications, more than one crossover frequency may be specified.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.6.2 Test frequency determination

The test frequencies to be used are the critical frequencies as determined by the vibration response investigation, any predetermined frequencies or both.

In the event that no critical frequencies are identified during the vibration response investigation, and the relevant specification does not state the method to be used to select the test frequencies, the test shall be carried out at frequencies in steps of not greater than one-half octave over the test frequency range selected from the values given in 5.3.

5.6.3 Sine-beat test wave

The sine-beat test wave is determined by the test frequency and the number of cycles within the sine beat (see Figure 2) in accordance with 5.6.5 and 5.6.6.

5.6.4 Number of cycles in the sine beat

The number of cycles in the sine beat shall be prescribed by the relevant specification from the following values (see Figure 2):

3, 5, 10, 20.

NOTE A value of five cycles is preferred since this value represents a compromise, supported by practical experience, between a broad-band signal covering the uncertainties of the critical frequency and a need for a high response value (see Figure 9).

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

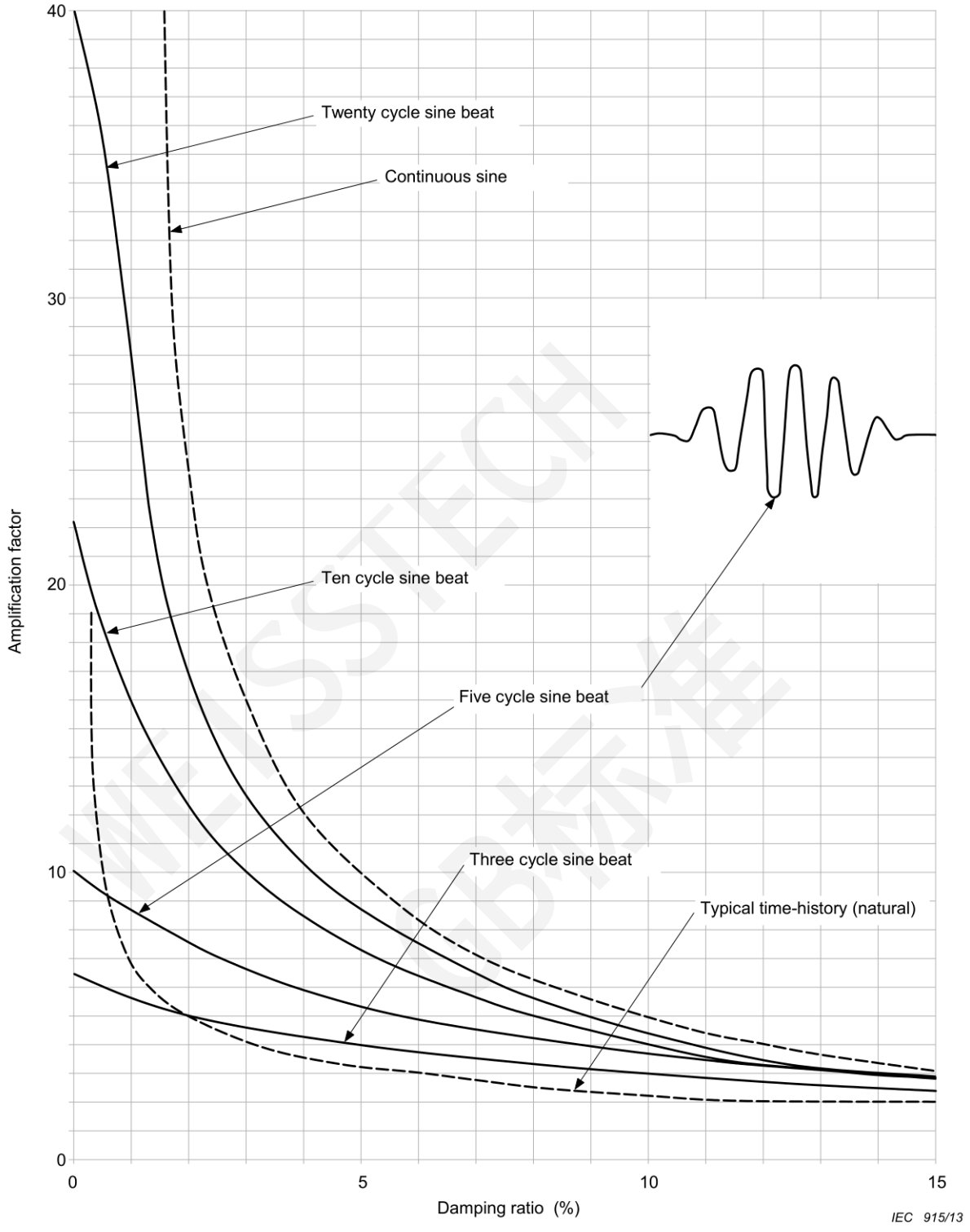


Figure 9 – Amplification factors of different sine beats, continuous sine and a typical natural time-history

5.6.5 Modulating frequency

The modulating frequency is derived from the test frequency and the number of cycles in the sine beat (see also A.2.2.1).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.6.6 Number of sine beats

The number of sine beats shall be prescribed by the relevant specification from the following series (see Figure 1):

1, 2, 5, 10, 20, 50.

5.6.7 High-stress low-cycle fatigue effects

The relevant specification may prescribe the required number of high-stress cycles each resulting in a greater than specified value of excitation/stress (see A.2.4).

6 Preconditioning

The relevant specification may call for preconditioning as, for example, conditioning the specimen with defined temperature and/or humidity.

7 Initial measurements

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks prescribed by the relevant specification.

8 Testing

8.1 General

The specimen shall be excited as described in 8.2 and 8.3 and 8.4 in each of the three preferred testing axes, unless otherwise prescribed by the relevant specification. The order of testing along these axes is not important, unless prescribed by the relevant specification.

When prescribed by the relevant specification, control of the specified test level shall be supplemented by a maximum limit of the driving force applied to the vibration table. The method of force limitation shall then also be prescribed by the relevant specification.

8.2 Vibration response investigation

When prescribed by the relevant specification, the test frequency range shall be investigated in order to study the behaviour of the specimen under vibration. The vibration response investigation is performed with a sinusoidal wave in a test frequency range and with a test level as prescribed by the relevant specification. Normally the vibration response investigation shall be carried out with a logarithmic sweep rate not higher than one octave per minute but it may be decreased if more precise determination of the response characteristics can thereby be obtained. Undue dwell should be avoided.

The peak value of the excitation should be selected so that the response of the specimen remains smaller than during time-history or sine-beat testing but at a sufficiently high level to detect critical frequencies.

Alternatively, the investigation can be conducted with random vibration as specified in 8.2 of IEC 60068-2-64:2008.

When a sine-beat test is specified, it is very important to use a sine-beat frequency close to the resonance frequency of the specimen. If the specimen has a nonlinear behaviour, for example surge arresters consisting of porcelain parts joined together with rubber pads in between, then it is preferable to conduct the investigation with sine vibration at a high level. However, if the investigation is only to be used as a dynamic characterization of the specimen, then an investigation using random vibration is suitable.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

The specimen shall be functioning 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 reported in the test report.

In certain circumstances, the relevant specification may prescribe an additional vibration response investigation on completion of the time-history or sine-beat testing so that the critical frequencies can then be compared before and after the testing. The relevant specification shall state what action is to be taken if any change of frequency occurs. It is essential that both vibration response investigations are carried out in the same manner and at the same test level. For more information about vibration investigation, changes in critical frequencies (CCF) and the definition of a pass/fail criterion based on CCF, see IEC 60068-3-8.

8.3 Time-history testing

For time-history testing, values for the severity are given by the relevant specification according to Clause 5. Between consecutive time histories, a pause shall be included such that no significant superposition of response motion of the specimen occurs. The relevant specification shall also state whether single axis, biaxial or triaxial testing is required.

8.4 Sine-beat testing

For sine-beat testing, values for the severity are given by the relevant specification according to Clause 5. Between consecutive sine beats a pause shall be included such that no significant superposition of response motion of the specimen occurs. A recording of the actual control signal at the reference point, including the effects of any filters used, shall be provided in the test report. The relevant specification shall also state whether single axis or biaxial testing is required.

8.5 Multi-axis testing

8.5.1 General

The following applies to both time-history and sine beat testing.

8.5.2 Single axis testing

Single axis testing is preferred unless otherwise specified and is carried out successively along each preferred testing axis. The order of testing along these axes is not important, unless prescribed by the relevant specification.

8.5.3 Biaxial testing

For each series of tests, the two time histories or sine beats are applied simultaneously along two of the preferred testing axes of the specimen. If the time histories are not independent, each test is repeated with, firstly, a relative phase angle of 0° and then 180°. Biaxial testing is not recommended for the sine-beat method.

NOTE When biaxial testing is specified, testing is also possible in a single inclined axis installation but the movements along the two axes will always be dependent. The test response spectrum for each axis should be adjusted to envelop the required response spectrum in that axis.

8.5.4 Triaxial testing

For each series of tests, the time histories are applied simultaneously along all three of the preferred testing axes. For this method of testing, the use of single axis or biaxial installations is not appropriate. Triaxial testing is inappropriate for the sine-beat method.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

9 Intermediate measurements

When prescribed by the relevant specification, the specimen shall function during a prescribed number of time-history or sine-beat tests and its performance shall be checked.

10 Recovery

It is sometimes necessary, when prescribed by the relevant specification, to provide a period of time after testing and before final measurements to allow the specimen to attain the same conditions, for example of temperature, as existed for the initial measurements.

11 Final measurements

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks prescribed by the relevant specification.

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

12 Information to be given in the relevant specification

When either of these tests 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)	Fixing points*	4.3.2 and 4.5.1
b)	Transverse motion	4.3.3 and 4.4.2
c)	Rotational motion	4.3.4 and 4.4.3
d)	Measuring points	4.3.5
e)	Signal tolerance	4.3.5.3
f)	Vibration amplitude tolerances	4.3.6 and 4.5.2
g)	Damping ratio	4.3.9
h)	Mounting of the specimen*	4.6
i)	Required response spectrum*(see also A.1.3)	5.4
j)	Number of time histories*	5.5.1
k)	Duration of time history*	5.5.2
l)	Duration of strong part of time history	5.5.3
m)	Number of high stress cycles	5.5.4
o)	Test level* (see also A.2.3)	5.6
p)	Number of cycles in the sine beat*	5.6.4
q)	Modulating frequency	5.6.5
r)	Number of sine beats*	5.6.6
s)	Preconditioning	6
t)	Initial measurements*	7
u)	Preferred testing axes	8.1
v)	Driving force limitation	8.1

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

w)	Vibration response investigation	8.2
x)	Performance and functional check	7, 9, 11
y)	Single axis, biaxial or triaxial testing*	8.5
z)	Intermediate measurements	9
aa)	Recovery	10
bb)	Final measurements*	11

13 Information to be given in the test report

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

a)	Customer	(name and address)
b)	Test laboratory	(name and address)
c)	Test report identification	(date of issue, unique number)
d)	Test dates	
e)	Purpose of the test	(development test, qualification, etc.)
f)	Test standard, edition	(relevant test procedure)
g)	Test specimen description	(initial status, unique ID, quantity, photo, drawing, etc.)
h)	Mounting of test specimen	(fixture identity, drawing, photo, etc.)
i)	Performance of test apparatus	(cross motion, etc.)
j)	Measuring system, sensor location	(description, drawing, photo, etc.)
k)	Uncertainties of measuring system	(overall uncertainty, calibration data, if required by relevant specification last/next date of calibration)
l)	Initial, intermediate and/or final measurements	
m)	Required severities	(as specified in test specification)
n)	Test severities with documentation	(test frequency range, required response spectrum, number and durations of time histories, number of high stress response cycles, test level, number of cycles in sine beat, number of sine beats etc.)
o)	Test results	(final status of test specimen)
p)	Observations during testing and actions taken	
q)	Summary of test	
r)	Test manager	(name and signature)
s)	Distribution	(list of those receiving the report)
t)	Testing axes	(single, biaxial, triaxial)

A test log should be 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 See also ISO/IEC 17025.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Annex A
(informative)

Guidance for time-history and sine-beat methods

A.1 Introductory remark

A.1.1 General

Many recognized testing procedures exist for demonstrating the ability of a specimen to withstand various types of vibrational forces. These procedures range from the simple continuous sinusoids to complex highly specialized, time-history and sine-beat methods, each being best suited for particular requirements or circumstances or for representing a particular vibration environment. This standard provides a method by which effects comparable with those likely to be experienced in practice can be reproduced in the test laboratory but the basic intention is not necessarily to reproduce the real environment.

The parameters given are standardized and suitable tolerances are chosen in order to obtain similar results when a test is conducted at different locations. The standardization of values also enables equipments to be grouped into categories corresponding to their ability to withstand certain given vibration severities.

In vibration testing, the usual approach is to conduct a vibration response investigation to search for the critical frequencies of the specimen in the required frequency range. This is followed by some form of endurance test, often by vibrating a specimen for prescribed times at each of these critical frequencies.

The vibration response investigation is normally carried out using single-axis sinusoidal excitation with a single sweep cycle over the required frequency range. The amplitude of vibration during this investigation should not be so large as to produce effects comparable to those of the endurance test itself and should be at a sufficiently low sweep rate to determine the critical frequencies.

A vibration response investigation before and after the endurance test can be used to identify changes in the frequency at which resonance or some other response change occurs. A change in frequency may indicate that some fatigue has occurred and the specimen may therefore be unsuitable for the operational environment, see IEC 60068-3-8.

Caution should be taken when testing large size or high mass specimens, or if the centre of gravity is greatly offset from the centre of the specimen. Such specimens may have a tendency to cause a transverse motion or rotational motion of the vibration table. In such cases, it may be difficult to achieve the required tolerances, such as at a check point.

A.1.2 Time-history method

The time-history method becomes important for

a) applications where the vibration environment is to be reproduced as closely as possible;
b) applications where little is known about the specimen, or there is great difficulty in determining critical aspects about the specimen, for example critical frequencies, etc.

Time-history testing avoids a tendency to over-test compared with other methods; this is because the time-history method reproduces, or closely represents, the real environment and the possibility of overstressing or fatiguing from a too conservative test method is reduced.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

In reproducing the real or field environment, a response spectrum is developed by the specifier. Usually a damping ratio is assigned which represents the damping of the specimen. This developed response spectrum is called the required response spectrum and is a part of the specification and represents the test criterion which has to be fulfilled.

During the testing of the specimen, the test laboratory produces a similar environment and creates a test response spectrum. This test response spectrum is generated by monitoring the vibration table motion during a test run. The test response spectrum is then compared to the required response spectrum so that it can be determined whether the test criterion has been fulfilled. To fulfil the test criterion, the test response spectrum has to envelop the required response spectrum. In developing the test response spectrum, trial or preliminary runs are often made with the test specimen exchanged for an equivalent mass. Thus, the test laboratory can adjust the test levels and not fatigue and overstress the test specimen unnecessarily.

The tolerances to be applied to the required response spectrum will be stated in the specification; moreover, if a small proportion of the individual points lies outside the tolerance zone (see Figure 4) the test may still be acceptable. In some instances, when testing with high mass or large size specimens it may not be possible to achieve the required tolerances at certain frequencies. In these cases, either the specification will allow a wider tolerance to be applied, or an alternative method of testing will need to be used (see also 4.4.4).

Time-history testing requires the test laboratory to utilize sophisticated and accurate instrumentation, as well as digital computer equipment for control and analysis.

A.1.3 Recommendations for obtaining a required response spectrum

When the application or the environment is not well known the following recommendations are given for defining a required response spectrum according to Figure A.1:

a) the test frequency range should be selected from Table 2;

b) the zero period acceleration value, in g_n, (see 3.9) is normally selected from the series: ... 1, 2, 5, 10, 20;

c) between f_1 and $2f_1$, the acceleration is specified by the slope of 12 dB/octave;

d) the maximum value of the acceleration between $2f_1$ and $1/3f_2$ is equal to
   - 2,24 times that of zero period acceleration for a 10 % damping ratio,
   - 3 times that of zero period acceleration for a 5 % damping ratio,
   - 5 times that of zero period acceleration for a 2 % damping ratio.

It should be defined for each of the three translational degrees of freedom separately, or at least one spectrum should be given for the horizontal and one spectrum for the vertical direction of excitation.

When the typical damping ratio of the specimen lies between 2 % and 10 %, the required response spectrum at 5 % is recommended. If the typical damping ratio of the specimen is lower than or equal to 2 %, only the required response spectrum at 2 % is recommended, and if the damping ratio is higher than or equal to 10 %, the required response spectrum at 10 % is recommended.

NOTE When the frequency f_1 is lower than 0,8 Hz, the acceleration below 1,6 Hz will be specified by the slope of 12 dB/octave.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

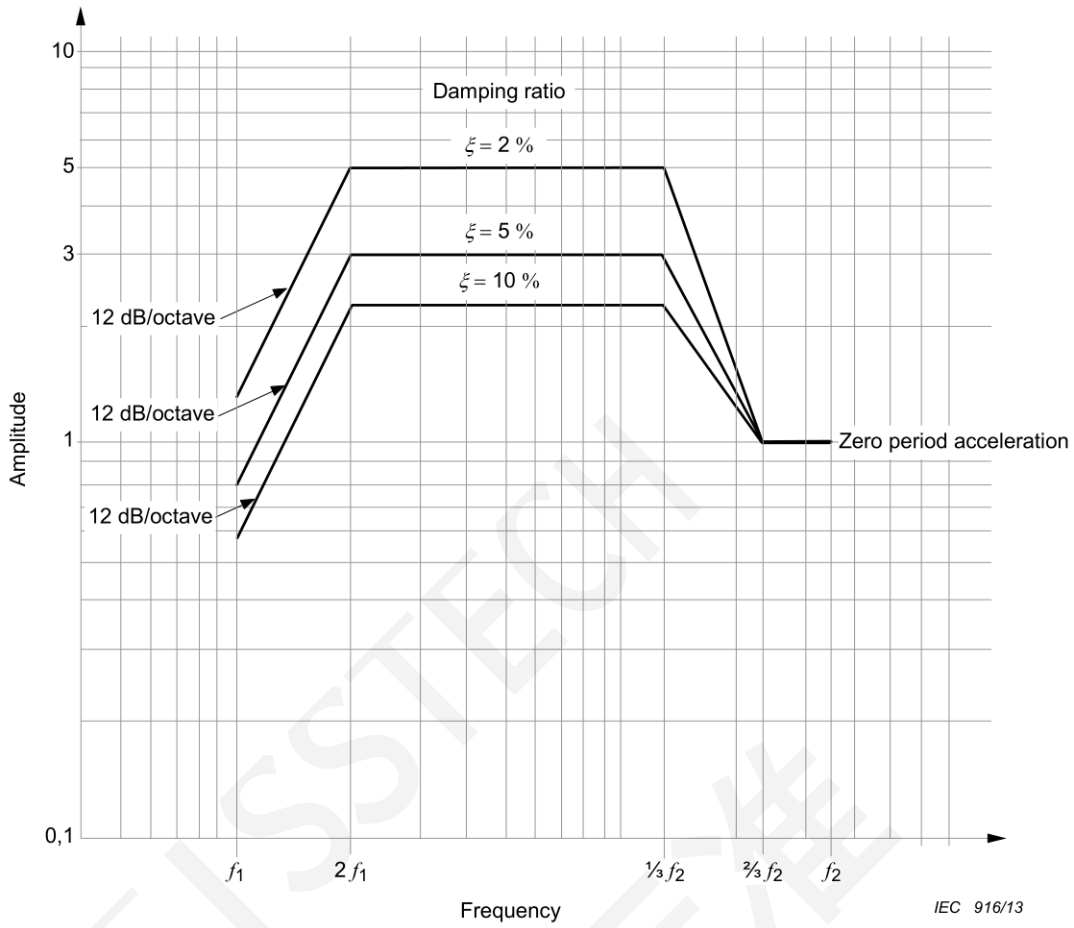


Figure A.1 – Recommended shape of a required response spectrum in generalized form

A.1.4 Number of high stress cycles

The reproduction of the effects of high-stress, low-cycle fatigue which would be produced by vibration (for example produced by earthquakes, explosions) requires that the specific environment be simulated as accurately as possible. When the environment is not sufficiently known or is difficult to simulate, a safety margin needs to be included to allow for uncertainties. It is therefore necessary that the peak value of the test level and the number of sine beats should be appropriate to the event being considered to take account of the worst case.

Occasionally this approach may not be sufficient as it does not completely take into account the effects of high-level alternating excitations. These excitations may be critical for a specimen when they occur at its resonance frequencies and generate non-elastic strains which may be detrimental for the specimen. In such cases, analysis of the signals simulating the event considered will help in confirming the adequacy of the test.

The first criterion for the above consists in ensuring that the test response spectrum envelops the required response spectrum. This envelope ensures that the maximum required level of each oscillator response has been reached.

The second criterion is to ensure that the duration of the strong part of the time history is equal to or longer than the considered phenomenon.

These two approaches may, however, not be sufficient as they do not take account completely of the effects of high-level alternating excitation. Indeed these excitations may be

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

vitally important for equipment when they occur at critical frequencies and generate non-elastic strains which may be detrimental to the specimen.

An analysis of both the signals simulating the phenomena under consideration and of the specimen characteristics allows these high-level stresses to be taken into account, if necessary. In practice, this is done by counting the number of high stress cycles exceeding a specified level for each oscillator centred on a specific frequency. Since the fatigue damage decreases very rapidly with decreasing amplitude, it is often sufficient to consider only the peaks higher than a specified maximum value, for example for the required response spectrum value (see Figure 5). This specified value very much depends on the fatigue properties of the material and where the failure occurs.

A.2 Sine-beat method

A.2.1 General

The sine-beat method is suitable for the testing of equipment which is subjected in service to pulsating or oscillating forces of short duration which are not accurately defined. It is particularly suitable for testing equipment which is to be mounted in structures that may then be subjected in service to random or multi-frequency excitations. These structures respond at their resonance frequencies, producing a sine-beat motion representing the input to the equipment of interest. Thus testing with a sine-beat wave subjects equipment mounted in this manner to excitation, close to that found in practice. In addition, the sine beat produces a broader, less damaging response than that obtained from a continuous sine wave.

The sine-beat test is undertaken at the frequencies determined by the vibration response investigation, at any other predetermined frequencies, or at both. If no frequencies have been determined or specified, the test is usually carried out in steps of one-half octave over the full frequency range of interest. As the number of critical frequencies increases, the sine-beat method may become less appropriate because of the problem of accumulated fatigue damage. In this situation, other test methods should be considered.

A.2.2 Correlation of sine beats of displacement, velocity and acceleration

A.2.2.1 Sine-beat function (see 3.19)

The general mathematical expression for a sine beat is:

$$a(t) = a_o \times \sin 2\pi ft \times \sin \frac{2\pi ft}{\rho}$$

where

$0 \le t \le \frac{\rho}{2f}$;

a_o is the test level;

f is the test frequency;

ρ is, as a general rule, the ratio between the test frequency and the modulating frequency.

Since acceleration, velocity and displacement are interrelated, only one of these can be selected as the basic function and this will have some effect on the others.

With acceleration as the reference signal, there will be a residual displacement at the end of each beat.

To avoid this effect, formulae based on velocity as the reference signal are given in A.2.2.2.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

A.2.2.2 Correlation of sine beats

The correlation of sine beats of acceleration, velocity and displacement with velocity as the reference function is as follows:

Sine beat of velocity

$$v(t) = \frac{a_o}{2\pi f} \times \sin 2\pi ft \times \sin \frac{2\pi ft}{m}$$

equivalent to:

$$v(t) = \frac{a_o}{2\pi f} \times \frac{1}{2}\left[\cos 2\pi\left(1 - \frac{1}{m}\right)ft - \cos 2\pi\left(1 + \frac{1}{m}\right)ft\right]$$

corresponding acceleration

$$a(t) = a_o \times \frac{1}{2}\left[\left\{-\left(1 - \frac{1}{m}\right) \times \sin 2\pi\left(1 - \frac{1}{m}\right)ft\right\} + \left\{\left(1 + \frac{1}{m}\right) \times \sin 2\pi\left(1 + \frac{1}{m}\right)ft\right\}\right]$$

corresponding displacement

$$d(t) = \frac{a_o}{(2\pi f)^2} \times \frac{1}{2}\left[\left(\frac{1}{1 - \frac{1}{m}}\right) \times \sin 2\pi\left(1 - \frac{1}{m}\right)ft - \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{m}}\right) \times \sin 2\pi\left(1 + \frac{1}{m}\right)ft\right]$$

where

$0 \le t \le \frac{m}{2f}$ and m is the ratio of test frequency to the modulating frequency for acceleration and is equal to $2n$ where n is the number of cycles in the sine beat of acceleration.

NOTE 1 In the mathematical explanation, use is made of the possibility that a single sine beat can also be expressed as two superimposed cosinus vibrations. Signals resulting from this definition are shown in Figure A.2 for a five-cycle sine beat.

NOTE 2 All signals resulting from the differentiation or integration with respect to time of a sine beat as defined in A.2.2.1 are characterized as sine beats for the purpose of this standard.

NOTE 3 It should be noted that this explanation is not intended as a rigorous mathematical proof and in order to get zero values at the end of all sine-beat functions the value of ρ is slightly modified and becomes m (see A.2.3).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

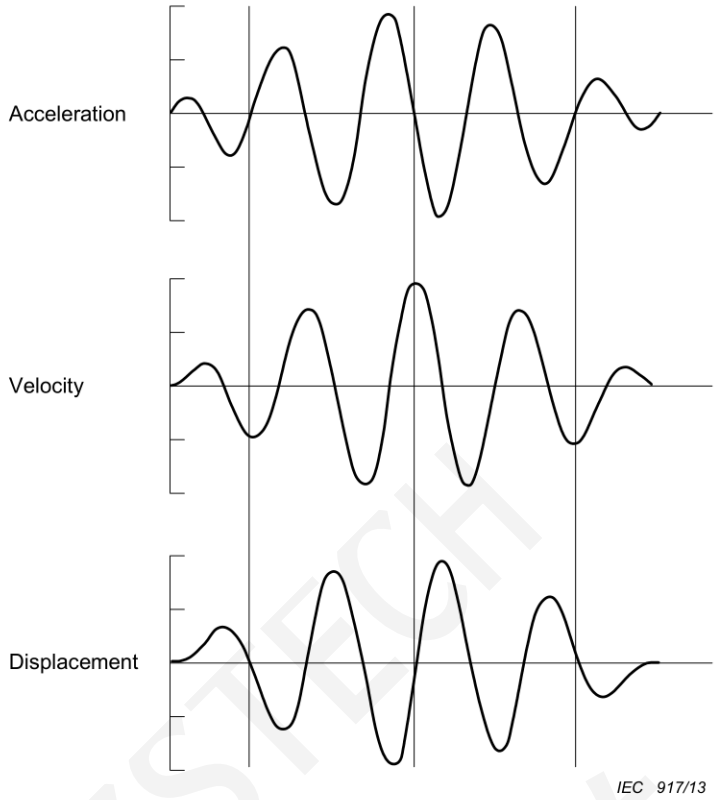


Figure A.2 – Standardized presentation of matched sine beats of acceleration, velocity and displacement (five cycles within the sine beat of acceleration)

A.2.3 Test level

The values of the test levels of displacement, velocity and acceleration can be derived with sufficient accuracy in the same way as for sinusoidal vibration with constant frequency, that is, based upon the test level a_o of the sine beat of acceleration. The vibrational peak values of the velocity v_o or displacement d_o are given by:

$$v_o \approx \frac{a_o}{2\pi f}$$

$$d_o \approx \frac{a_o}{4\pi^2 f^2}$$

A.2.4 High-stress low-cycle fatigue

See A.1.4.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Bibliography

IEC 60068-2-59:1990, *Environmental testing – Part 2-59: Test methods – Test Fe: Vibration – Sine-beat method*[1]

IEC 60068-2-81, *Environmental testing – Part 2-81: Tests – Test Ei: Shock – Shock response spectrum synthesis*

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

ISO 2041, *Mechanical vibration, shock and condition monitoring – Vocabulary*

_____

WEISSTECH
GB标准

[1] Withdrawn and replaced by this current third edition of IEC 60068-2-57.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 44
INTRODUCTION 46
1 Domaine d'application 48
2 Références normatives 48
3 Termes et définitions 48
4 Exigences d'essai et paramètres associés 55
4.1 Généralités 55
4.2 Exigences relatives à l'essai 55
4.3 Recherche et étude des fréquences critiques 56
4.3.1 Généralités 56
4.3.2 Mouvement fondamental 56
4.3.3 Mouvement transversal 56
4.3.4 Mouvement de rotation 56
4.3.5 Points de mesure 56
4.3.6 Tolérances sur l'amplitude de la vibration 57
4.3.7 Tolérances sur les fréquences 57
4.3.8 Balayage 58
4.3.9 Taux d'amortissement 58
4.4 Essai par accélérogrammes 58
4.4.1 Mouvement fondamental 58
4.4.2 Mouvement transversal 58
4.4.3 Mouvement de rotation 58
4.4.4 Zone de tolérance sur le spectre de réponse spécifié 59
4.4.5 Gamme de fréquences 59
4.5 Essai par sinusoïdes modulées 59
4.5.1 Description générale 59
4.5.2 Tolérances sur l'amplitude de la vibration 59
4.5.3 Tolérances sur les fréquences d'essai 60
4.5.4 Mouvement transversal 60
4.6 Fixation 60
5 Sévérités 61
5.1 Généralités 61
5.2 Accélérogramme 61
5.3 Gammes de fréquences d'essai 61
5.4 Spectre de réponse spécifié 62
5.5 Nombre et durée des accélérogrammes 62
5.5.1 Nombre d'accélérogrammes 62
5.5.2 Durée de l'accélérogramme 62
5.5.3 Durée de la partie forte de l'accélérogramme 62
5.5.4 Nombre de cycles de réponse de niveau élevé 62
5.6 Amplitude d'essai en sinusoïdes modulées 63
5.6.1 Généralités 63
5.6.2 Détermination des fréquences d'essai 69
5.6.3 Essai par sinusoïdes modulées 69
5.6.4 Nombre de cycles dans la sinusoïde modulée 69
5.6.5 Fréquence de modulation 70

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.6.6 Nombre de sinusoïdes modulées 71
5.6.7 Fatigue de type oligocyclique 71
6 Préconditionnement 71
7 Mesures initiales 71
8 Essais 71
8.1 Généralités 71
8.2 Recherche et étude des fréquences critiques 71
8.3 Essai par accélérogrammes 72
8.4 Essai par sinusoïdes modulées 72
8.5 Essai multiaxe 72
8.5.1 Généralités 72
8.5.2 Essai de type monoaxial 72
8.5.3 Essai de type biaxial 72
8.5.4 Essai de type triaxial 73
9 Mesures intermédiaires 73
10 Reprise 73
11 Mesures finales 73
12 Renseignements à inclure dans la spécification particulière 73
13 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai 74
Annexe A (informative) Guide relatif aux méthodes par accélérogramme et par sinusoïdes modulées 76
Bibliographie 82

Figure 1 – Séquence de cinq sinusoïdes modulées de cinq cycles 47
Figure 2 – Nombre de cycles par sinusoïde modulée 53
Figure 3 – Accélérogramme caractéristique 54
Figure 4 – Représentation logarithmique caractéristique d'un spectre de réponse spécifié, d'un spectre de réponse d'essai et de zone de tolérance 54
Figure 5 – Réponse type d'un oscillateur excité selon un accélérogramme spécifique lors d'un essai 63
Figure 6 – Amplitude d'essai recommandée pour une fréquence de transfert de 0,8 Hz 64
Figure 7 – Amplitude d'essai recommandée pour une fréquence de transfert de 1,6 Hz 66
Figure 8 – Amplitude d'essai recommandée pour une fréquence de transfert de 8 Hz 68
Figure 9 – Facteur d'amplification de différentes sinusoïdes modulées, d'une sinusoïde continue et d'un accélérogramme naturel type 70
Figure A.1 – Forme globale recommandée du spectre de réponse spécifié 78
Figure A.2 – Présentation normalisée de sinusoïdes modulées exprimées en accélération, vitesse et déplacement (avec sinusoïde modulée de l'accélération de cinq cycles) 81

Tableau 1 – Comparaison des tolérances 55
Tableau 2 – Gammes de fréquences d'essai recommandées 61
Tableau 3 – Amplitudes d'essai recommandées pour une fréquence de transfert de 0,8 Hz (voir la Figure 6) 63
Tableau 4 – Amplitudes d'essai recommandées pour une fréquence de transfert de 1,6 Hz (voir la Figure 7) 65
Tableau 5 – Amplitudes d'essai recommandées pour une fréquence de transfert de 8 Hz (voir la Figure 8) 67

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-57: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes et sinusoïdes modulées

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 60068-2-57 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, publiée en 1999. Elle remplace également la CEI 60068-2-59:1990, qui sera retirée.

Cette édition inclut seulement des modifications techniques mineures suivantes par rapport à l'édition précédente:

– combinaison éditoriale de la CEI 60068-2-57 et de la CEI 60068-2-59;
– le titre a été modifié afin d'inclure la méthode d'essai sinusoïde modulé.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/595/FDIS	104/612/RVD

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

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

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

La présente norme est à lire conjointement avec la CEI 60068-1.

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

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

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60068 décrit des méthodes d'essai applicables aux composants, matériels et autres produits électrotechniques (dénommés ci-après "spécimens"), pouvant, pendant leur utilisation, être soumis à des sollicitations dynamiques de caractère aléatoire et oscillatoire de durée brève, comme celles qui résultent de séismes, d'explosions et de certaines phases de transport ou bien encore de vibrations transitoires de courte durée produites par des machines.

La nature de ces sollicitations et l'amortissement du spécimen peuvent être tels que la réponse vibratoire de ce dernier n'atteint pas le régime permanent.

Après l'essai préliminaire d'étude des fréquences critiques effectué en vibrations sinusoïdales ou aléatoires, l'essai par accélérogrammes consiste à soumettre le spécimen à un accélérogramme de vibrations (accélération, vitesse ou déplacement), défini par son spectre de réponse et dont les caractéristiques simulent l'effet des sollicitations dynamiques.

Les accélérogrammes peuvent provenir ou être obtenus à partir

– d'un phénomène naturel (accélérogramme naturel),
– d'un échantillon de mouvement aléatoire } accélérogramme artificiel.
– d'un signal synthétisé

En général, il est nécessaire de modifier ces signaux pour les adapter aux sévérités d'essai demandées.

L'intérêt de l'utilisation des accélérogrammes réside dans la possibilité de couvrir un spectre de réponse à large bande de fréquences par l'application d'une seule onde d'essai.

Tous les modes de la structure situés dans l'axe ou les axes d'excitation peuvent être sollicités en même temps et, de ce fait, les contraintes résultant des effets combinés des modes couplés sont généralement prises en compte.

Dans l'essai en sinusoïdes modulées, le spécimen est excité à des fréquences discrètes, avec un nombre prédéterminé de sinusoïdes modulées (voir la Figure 1). Ces fréquences discrètes d'essai sont, soit des fréquences d'essai prédéterminées, soit des fréquences critiques identifiées au moyen d'un essai en vibrations sinusoïdales (CEI 60068-2-6) ou les deux. Des pauses sont respectées entre chaque sinusoïde modulée, afin de permettre l'atténuation de la réponse propre du spécimen.

Les rédacteurs de spécifications trouveront à l'Article 12 une liste de points particuliers à prendre en considération en vue de leur inclusion dans les spécifications, et à l'Annexe A, un guide donnant les compléments d'information nécessaires.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

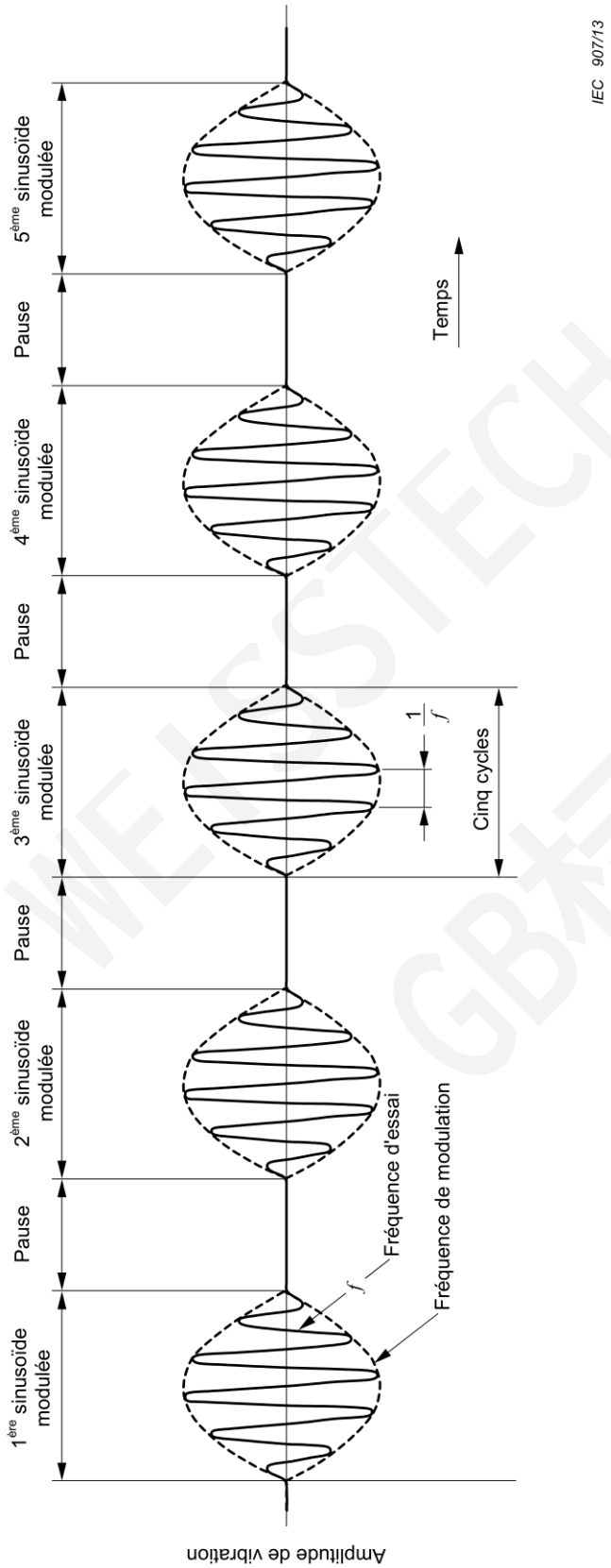


Figure 1 – Séquence de cinq sinusoïdes modulées de cinq cycles

Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-57: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes et sinusoïdes modulées

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60068 a pour objet de donner des règles d'exécution normalisées pour déterminer l'aptitude d'un spécimen à supporter des sévérités données de vibrations de courte durée, au moyen des méthodes par accélérogrammes et sinusoïdes modulées.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-47:2005, *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: Essai Fh: Vibrations aléatoires à larage bande et guide*

CEI 60068-3-3:1991, *Essais d'environnement – Partie 3-3: Guide – Méthodes d'essais sismiques applicables aux matériels*

CEI 60068-3-8, *Essais d'environnement – Partie 3-8: Documentation d'accompagnement et lignes directrices – Sélection d'essais de vibrations*

3 Termes et définitions

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

NOTE Certains des termes suivants peuvent se trouver dans les normes ISO 2041, la CEI 60068-1 ou dans la CEI 60068-2-6. Si, pour être agréable au lecteur, une définition issue de l'une de ces sources est mentionnée ci-dessous, l'origine est indiquée

3.1
fréquence critique
fréquence pour laquelle

– il apparaît un mauvais fonctionnement et/ou une altération des propriétés du spécimen, dus aux vibrations, et/ou

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

– se produisent des résonances mécaniques et/ou d'autres manifestations d'une réponse, par exemple des martèlements

[SOURCE: CEI 60068-2-6:2007, définition 3.9]

3.2
fréquence de transfert
fréquence à laquelle la caractéristique d'une vibration passe d'une relation à une autre

Note 1 à l'article: Par exemple, une fréquence de transfert peut être la fréquence à laquelle la valeur de l'amplitude des vibrations d'essai passe, par rapport à la fréquence, d'une valeur de déplacement constante, à une valeur à accélération constante.

[SOURCE: ISO 2041:2007, définition 2.118]

3.3
amortissement
réduction progressive de l'amplitude avec le temps, due à la dissipation de l'énergie dans un système.

Note 1 à l'article: En pratique, l'amortissement dépend de plusieurs facteurs, tels que le type de structure, le mode de vibration, la déformation, la force appliquée, la vitesse, les matériaux, le glissement des joints, etc.

[SOURCE: CEI 60068-2-6:2007, définition 3.8, modifiée – texte original lit "terme générique lié à de nombreux mécanismes de dissipation d'énergie dans un système"; la Note reste identique]

3.4
amortissement visqueux
amortissement de l'énergie se produisant quand un élément ou une partie d'un système de vibrations est soumis à une force résistante ayant une valeur proportionnelle au module de la vitesse de l'élément et une direction opposée à la direction de la vitesse

3.5
amortissement critique
C_c
valeur minimale de l'amortissement visqueux pour lequel un système avec déplacement initial revient à sa position de repos sans oscillation

3.6
taux d'amortissement
rapport entre la valeur de l'amortissement visqueux réel et la valeur de l'amortissement critique d'un système à amortissement visqueux

Note 1 à l'article: Le taux d'amortissement (DR: *Damping ratio*) peut être calculé par la formule $DR = C/C_C$, où C est la valeur de l'amortissement visqueux réel et C_C est celle de l'amortissement critique.

Note 2 à l'article: Ce paramètre est habituellement exprimé en pourcentage.

3.7
tolérance sur le signal

tolérance sur le signal $T = \left(\frac{NF}{F} - 1\right) \times 100$ (pourcent)

où

NF est la valeur efficace du signal non filtré;

F est la valeur efficace du signal filtré.

Note 1 à l'article: Ce paramètre s'applique quelque soit le signal, c.-à-d. accélération, vitesse ou déplacement, utilisé pour contrôler l'essai (voir A.2.2 de la CEI 60068-2-6:2007).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

3.8
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 en utilisation

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: CEI 60068-2-6:2007, définition 3.1, modifiée – suppression de la deuxième NOTE]

3.9
accélération normalisée
g_n
accélération normalisée de la pesanteur, variable en fonction de l'altitude et de la latitude

Note 1 à l'article: Dans le cadre de la présente norme, la valeur de g_n est arrondie au nombre entier le plus proche, c'est-à-dire 10 m/s^2.

3.10
cycles de réponse de niveau élevé
cycles de réponse atteignant des niveaux de contraintes pouvant entraîner la dégradation, la déformation ou une fatigue oligocyclique du spécimen

Note 1 à l'article: Les contraintes dans le spécimen ne sont habituellement ni mesurés ni contrôlés. Une forte contrainte est ici utilisée comme une circonscription des efforts de sollicitation élevés, voir A.1.4.

3.11
points de mesure
points particuliers où des informations sont recueillies pour la conduite de l'essai

Note 1 à l'article: Ils sont de deux types principaux, définis ci-après.

Note 2 à l'article: On peut faire des mesures en certains points du spécimen afin de connaître son comportement; ces points ne sont pas considérés comme des points de mesure au sens de la présente norme.

[SOURCE: CEI 60068-2-6:2007, définition 3.2]

3.11.1
point de vérification
point situé sur le bâti de fixation, la structure normale de montage, sur la table vibrante ou sur le spécimen, aussi près que possible de l'un des points de fixation du spécimen et, dans tous les cas, rigidement lié à ce dernier

Note 1 à l'article: On peut être conduit à utiliser plusieurs points de vérification pour s'assurer que les exigences de l'essai sont satisfaites.

Note 2 à l'article: S'il n'y a pas plus de quatre points de fixation, chacun d'eux sera pris comme point de vérification. S'il y a plus de quatre points de fixation, la spécification particulière désignera les quatre points de fixation représentatifs à utiliser comme points de vérification.

Note 3 à l'article: Dans les cas particuliers, par exemple pour des spécimens complexes ou volumineux, la spécification particulière indiquera les points de vérification, s'ils ne sont pas à proximité des points de fixation.

Note 4 à l'article: Dans le cas d'un grand nombre de petits spécimens fixés sur un seul bâti, ou dans celui d'un petit spécimen ayant plusieurs points de fixation, on peut sélectionner, pour obtenir le signal de pilotage, un seul point de vérification (c'est-à-dire le point de référence). Ce signal est lié au support plutôt qu'aux points de fixation du ou des spécimens. Cela n'est valable que lorsque la plus basse fréquence de résonance du support chargé est située nettement au-dessus de la limite supérieure de la fréquence de l'essai.

3.11.2
point de référence
point, choisi parmi les points de vérification, dont on utilise le signal pour piloter l'essai, afin de satisfaire aux exigences d'essai spécifiées

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

[SOURCE: CEI 60068-2-6:2007, définition 3.2.2]

3.12
fréquence de modulation
fréquence utilisée pour moduler la fréquence d'essai

Note 1 à l'article: Voir A.2.2 et la Figure 1.

3.13
accélérogramme naturel
enregistrement, en fonction du temps, de l'accélération, de la vitesse ou du déplacement, etc., résultant d'un phénomène donné

3.14
oscillateur
système à un degré de liberté destiné à produire ou à entretenir des oscillations mécaniques

3.15
pause
intervalle entre deux accélérogrammes consécutifs ou sinusoïdes modulées

Note 1 à l'article: Il convient que la pause soit d'une durée suffisante pour qu'il n'en résulte pas de superposition significative dans le mouvement de réponse du spécimen.

Pour les sinusoïdes modulées, elle est:

$$T > \frac{1}{f} \cdot \frac{100}{C_c}$$

où

T est la durée (s);

f est la fréquence d'essai en sinusoïdes modulées;

C_c est l'amortissement critique à la fréquence d'essai (en pourcentage).

3.16
axes préférentiels d'essai
trois axes orthogonaux correspondant aux axes les plus vulnérables du spécimen

3.17
spectre de réponse spécifié
spectre de réponse spécifié par l'utilisateur (client)

3.18
spectre de réponse
représentation de la réponse maximale d'une famille d'oscillateurs à un degré de liberté soumis à un déplacement donné, en fonction de leurs fréquences naturelles et pour une valeur spécifiée du taux d'amortissement

3.19
sinusoïde modulée
onde sinusoïdale à fréquence fixe, module en amplitude par une onde sinusoïdale de fréquence inférieure

Note 1 à l'article: La durée d'une sinusoïde modulée est égale à une demi-période de la fréquence de modulation (voir la Figure 2).

Note 2 à l'article: Voir A.2.2.1 pour l'expression mathématique d'une sinusoïde modulée.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

3.20
partie forte d'un accélérogramme
partie d'un accélérogramme comprise entre l'instant où il dépasse pour la première fois 25 % de sa valeur maximale et celui où il descend au-dessous de 25 % pour la dernière fois (voir la Figure 3)

3.21
cycle de balayage
parcours, une fois dans chaque sens, de la gamme de fréquences spécifiée, par exemple de 1 Hz à 35 Hz à 1 Hz

[SOURCE: CEI 60068-2-6:2007, définition 3.4, modifiée – les valeurs ont été modifié, ils étaient, "10 Hz à 350 Hz à 10 Hz]

3.22
accélérogramme synthétique
accélérogramme qui est produit artificiellement pour que le spectre de réponse lui correspondant enveloppe le spectre de réponse spécifié

3.23
fréquence d'essai
fréquence à laquelle le spécimen est excité avec la sinusoïde modulée, lors d'un essai

Note 1 à l'article: Une fréquence d'essai est de l'un des deux types définis ci-dessous.

3.23.1
fréquence d'essai prédéterminée
fréquence spécifiée par la spécification particulière

3.23.2
fréquence d'essai d'investigation
fréquence relevée lors de l'essai de recherche et d'étude des fréquences critiques

3.24
amplitude d'essai
valeur maximale des valeurs de crête de l'onde d'essai

Note 1 à l'article: Cette définition n'est pas applicable à l'essai par accélérogrammes.

Note 2 à l'article: Pour la méthode de la sinusoïde modulée, celle-ci est égale à la valeur de crête de la demi-onde de modulation des sinusoïdes modulées ou est de valeur légèrement inférieure.

3.25
spectre de réponse d'essai
spectre de réponse obtenu à partir du mouvement réel de la table vibrante, soit analytiquement, soit en utilisant des moyens d'analyse spectrale

3.26
accélérogramme
enregistrement de l'accélération, de la vitesse ou du déplacement en fonction du temps

Note 1 à l'article: La définition mathématique du terme "accélérogramme" est donnée dans l'ISO 2041 et se réfère à l'amplitude d'une grandeur exprimée en fonction du temps.

3.27
accélération à période nulle
valeur asymptotique du spectre de réponse d'accélération aux fréquences élevées

Note 1 à l'article: L'accélération à période nulle a une signification particulière, par exemple, dans le cas d'un accélérogramme; elle est sensiblement égale à la valeur maximale de l'accélération. Il convient de ne pas la confondre avec la valeur maximale du spectre de réponse. Voir, par exemple, la Figure 4.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

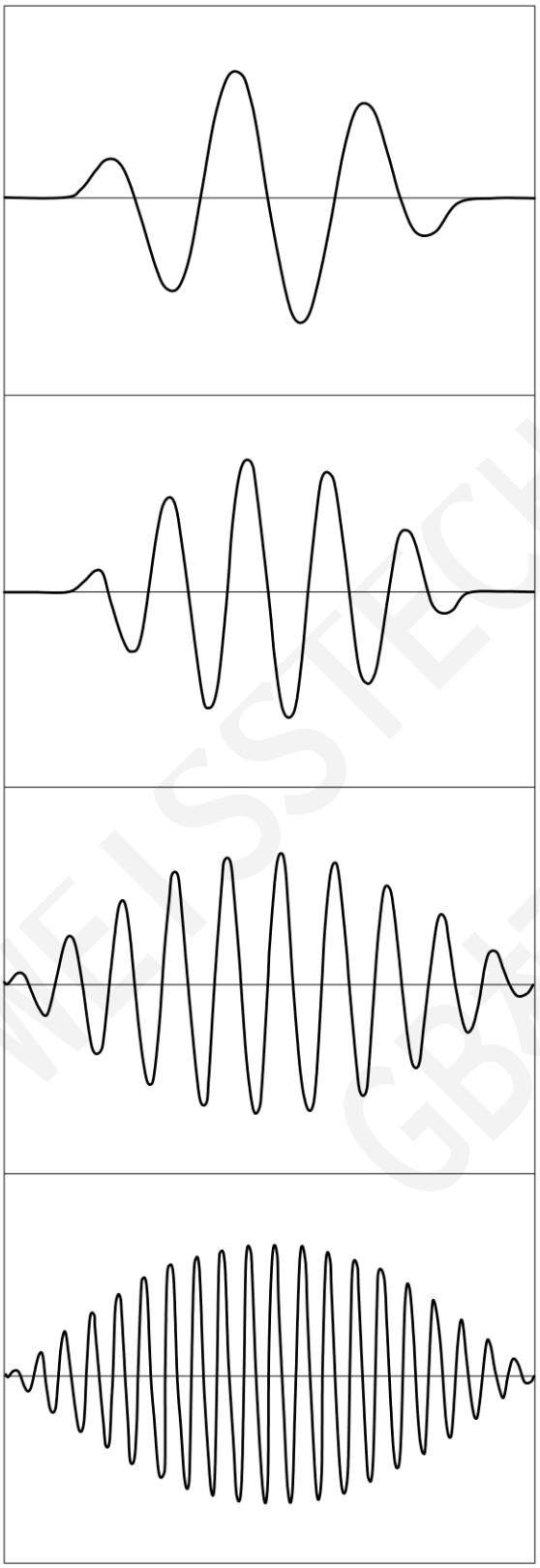


Figure 2 – Nombre de cycles par sinusoïde modulée

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

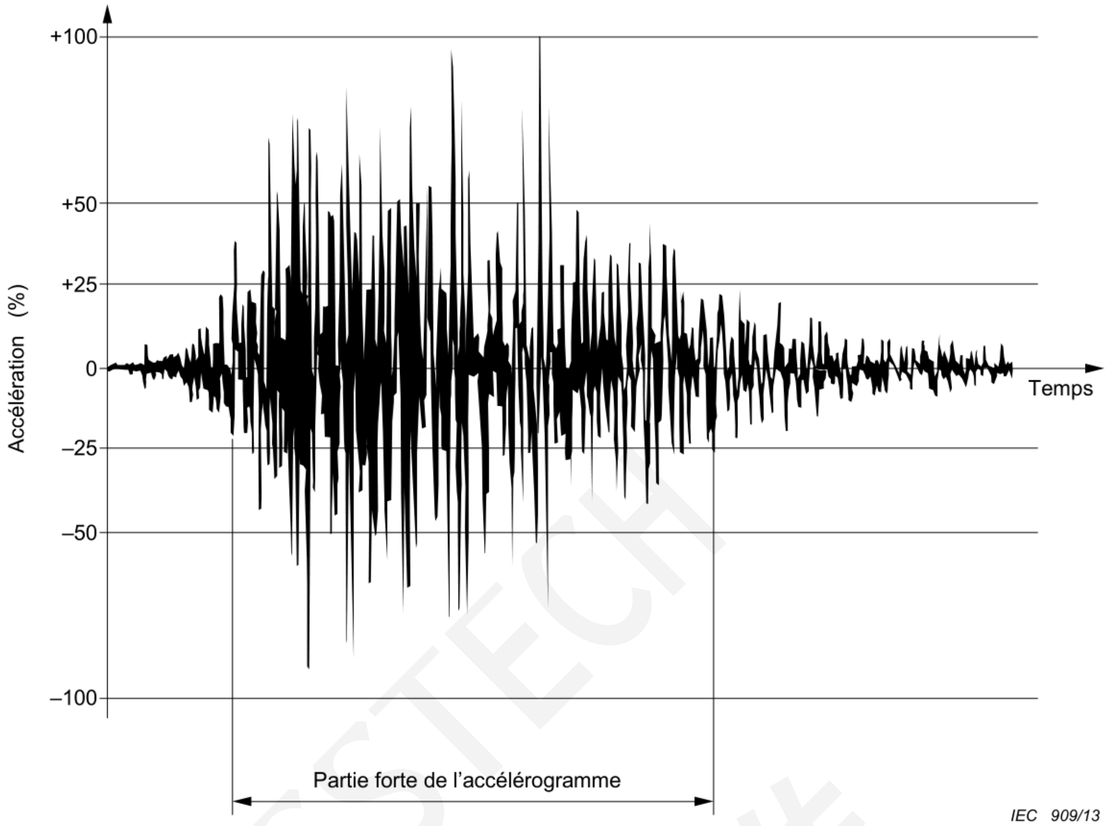


Figure 3 – Accélérogramme caractéristique

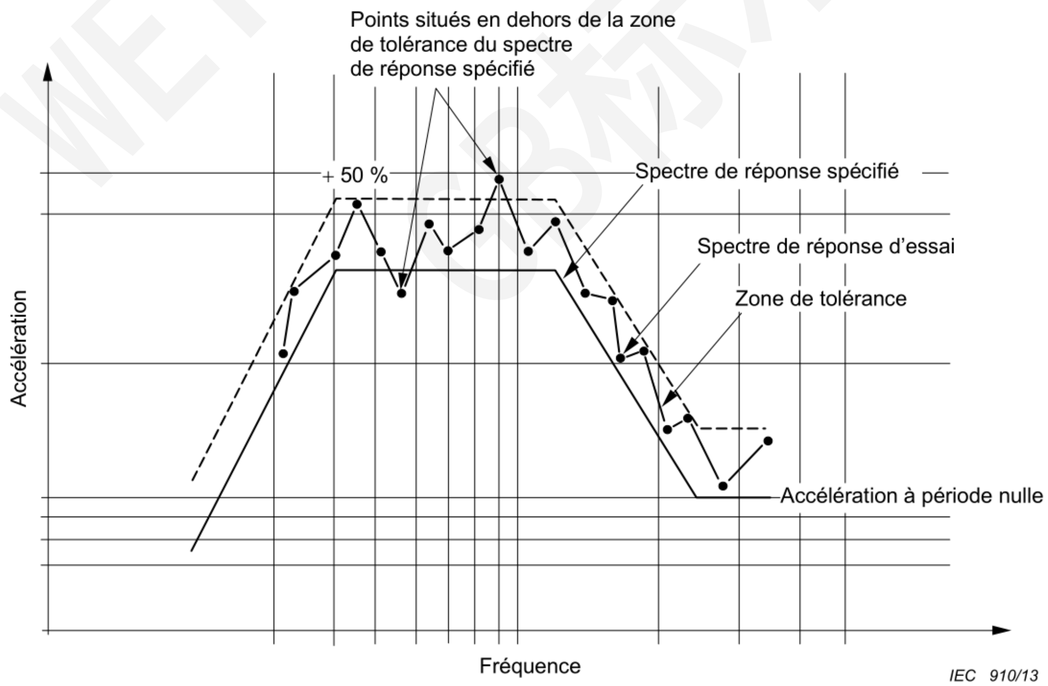


Figure 4 – Représentation logarithmique caractéristique d'un spectre de réponse spécifié, d'un spectre de réponse d'essai et de zone de tolérance

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4 Exigences d'essai et paramètres associés

4.1 Généralités

Le but de cet essai est de déterminer les faiblesses mécaniques et/ou les dégradations des performances spécifiées et d'utiliser ces informations conjointement avec la spécification particulière pour décider si le spécimen est acceptable ou non. On peut aussi l'utiliser dans certains cas pour démontrer la robustesse mécanique des spécimens et/ou pour étudier leur comportement dynamique.

La spécification particulière doit indiquer s'il est nécessaire que le spécimen fonctionne en présence de vibrations ou s'il suffit qu'il soit encore en état de fonctionner après y avoir été soumis.

Les modalités de l'essai sont décrites pour son exécution et pour les mesures des vibrations en des points donnés. Les exigences relatives au mouvement vibratoire, au choix des sévérités (comprenant les gammes de fréquences, les spectres de réponse spécifiés, le nombre de cycles de niveau élevé et le nombre d'accélérogrammes, le nombre de cycles et le nombre des sinusoïdes modulées) sont aussi spécifiées.

On insiste sur le fait que les essais de vibrations requièrent toujours un certain degré d'appréciation technique et il convient que le fournisseur et le client en aient tous deux pleinement conscience. On attend du rédacteur de la spécification particulière qu'il choisisse les modalités d'essai et les valeurs de sévérités adaptées au spécimen et à son utilisation.

Dans le cadre de cet essai, le spécimen est toujours fixé à la table vibrante, directement à l'aide de son support normal de montage, ou par un bâti de fixation.

Afin de faciliter l'utilisation de la présente norme, la partie principale comporte des références renvoyant à l'Annexe A, auxquelles le lecteur est prié de se référer; réciproquement, les numéros d'articles et de paragraphes de la partie principale sont rappelés dans l'Annexe A; ils donnent également des informations spécifiques sur la corrélation entre les sinusoïdes modulées, exprimées en déplacement, vitesse et accélération.

4.2 Exigences relatives à l'essai

Les exigences pour une recherche et l'étude des fréquences critiques sont données en 4.3, celles pour l'essai par accélérogrammes en 4.4, celles pour l'essai par sinusoïdes modulées en 4.5, tandis que 4.6 traite de la fixation pour la réalisation de l'essai. Les tolérances applicables à la recherche et à l'étude des fréquences critiques, et à l'essai par sinusoïdes modulées et par accélérogrammes sont comparées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Comparaison des tolérances

Paramètre	Tolérance	
	Recherche et étude des fréquences critiques	Essai par sinusoïdes modulées et par accélérogrammes
Tolérance sur le signal	5 % du mouvement fondamental (voir 4.3.5.3)	Non applicable
Vibration au point de référence	±15 % du mouvement fondamental (voir 4.3.6 a))	
Vibration aux points de vérification	±25 % de l'accélération, jusqu'à 500 Hz, (voir 4.3.6 b)) ±50 % de l'accélération, au-delà de 500 Hz, (voir 4.3.6 b))	
Mouvement transversal	50 % ou 25 % (pour des cas spéciaux, voir 4.3.3)	25 % (voir 4.4.2)

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,,,---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Paramètre	Tolérance	
	Recherche et étude des fréquences critiques	Essai par sinusoïdes modulées et par accélérogrammes
Fréquence d'essai	(pour des alternatives, voir 4.3.7) ±0,05 Hz jusqu'à 0,5 Hz ±10 % de 0,5 Hz à 5 Hz ±0,5 Hz de 5 Hz à 100 Hz ±0,5 % au-delà de 100 Hz	a) Prédéterminées (voir 4.5.3.2) ±0,05 Hz jusqu'à 0,5 Hz ±10 % de 0,5 Hz à 5 Hz ±0,5 Hz de 5 Hz à 100 Hz ±0,5 % au-delà de 100 Hz b) D'investigation (voir 4.5.3.3): ±2 %

4.3 Recherche et étude des fréquences critiques

4.3.1 Généralités

Lorsque la spécification particulière le spécifie, la recherche et l'étude des fréquences critiques (voir 8.2) doivent être réalisées avec une excitation suivant un seul axe, en se basant sur la CEI 60068-2-6, tout en respectant particulièrement les points traités du 4.3.2 au 4.3.9 ci-dessous, afin de déterminer les fréquences critiques et, lorsqu'on le demande, le taux d'amortissement. Si l'on considère que c'est approprié, ou si cela est spécifié par la spécification particulière, la recherche et l'étude des fréquences critiques peut être effectuée en utilisant des vibrations aléatoires, en se basant sur la CEI 60068-2-64.

4.3.2 Mouvement fondamental

Le mouvement fondamental doit être une fonction sinusoïdale du temps et doit être tel que les points de fixation du spécimen sur la table vibrante, devant être spécifiés par la spécification particulière, se déplacent sensiblement en phase et suivant des directions rectilignes et parallèles, compte tenu des limitations imposées par 4.3.3, 4.3.4 et 4.3.6.

4.3.3 Mouvement transversal

L'amplitude maximale de vibration aux points de vérification, et suivant tout axe perpendiculaire à l'axe spécifié, ne doit pas dépasser 50 % du mouvement fondamental de l'amplitude. Dans des cas particuliers, par exemple, pour les petits spécimens, la valeur de crête du mouvement transversal admissible peut être limitée à 25 % si la spécification particulière l'indique.

A certaines fréquences, ou pour les spécimens volumineux ou lourds, il peut être difficile de respecter ces valeurs (voir aussi A.1.1). Dans de tels cas, la spécification particulière doit préciser quelle exigence suivante s'applique:

a) tout mouvement transversal dépassant les limites ci-dessus doit être consigné dans le rapport d'essai;

b) le mouvement transversal ne nécessite pas d'être contrôlé.

4.3.4 Mouvement de rotation

Lorsque les mouvements de rotation parasites de la table vibrante peuvent s'avérer importants, la spécification particulière peut définir un niveau toléré qui doit alors être consigné dans le rapport d'essai.

4.3.5 Points de mesure

4.3.5.1 Point de référence

La spécification particulière doit indiquer si l'on doit faire le pilotage à partir d'un point ou de plusieurs points. S'il est spécifié un pilotage à partir de plusieurs points, la spécification particulière doit indiquer si l'on doit maintenir au niveau de vibration spécifié la valeur moyenne des signaux aux points de vérification, ou la valeur du signal en un point particulier.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.3.5.2 Point de vérification

A certaines fréquences, ou pour les spécimens volumineux ou lourds, il peut être difficile de respecter les tolérances requises données en 4.3.6 b) (voir aussi A.1.1). Dans ces cas, il faut s'attendre à ce qu'une tolérance plus large ou que l'utilisation d'une autre méthode de détermination soit spécifiée dans les spécifications particulières et qu'elle soit indiquée dans le rapport d'essai.

4.3.5.3 Tolérance sur le signal

La mesure de la tolérance sur le signal doit être effectuée au point de référence et couvrir les fréquences jusqu'à cinq fois la fréquence d'essai.

La tolérance sur le signal, telle que définie au 3.7, ne doit pas dépasser 5 % du mouvement fondamental.

NOTE Parfois, ceci peut être impossible à réaliser; dans ce cas une valeur de tolérance sur le signal supérieure à 5 % est acceptable, si l'amplitude d'essai du signal de pilotage, à la fréquence fondamentale, est rétablie à la valeur spécifiée, par exemple, par l'utilisation d'un filtre de poursuite.

Dans le cas de spécimens complexes ou de grande taille pour lesquels les valeurs de tolérance sur le signal spécifiées ne peuvent pas être respectées en certains points de la gamme de fréquences, et où il n'est guère possible d'utiliser un filtre de poursuite, il n'est pas nécessaire de rétablir l'accélération de l'amplitude; en revanche, la tolérance sur le signal doit être consignée dans le rapport d'essai (voir A.1.1).

La spécification particulière peut exiger que la tolérance sur le signal, soit indiquée dans le rapport d'essai (voir l'Article 13), ainsi que la gamme de fréquences concernée, et qu'un filtre de poursuite ait été ou non utilisé.

4.3.6 Tolérances sur l'amplitude de la vibration

Le mouvement fondamental suivant l'axe requis, aux points de vérification et de référence, doit être égal à la valeur spécifiée avec les tolérances ci-après. Celles-ci comprennent les erreurs dues à l'instrumentation:

a) Point de référence

La tolérance sur le signal de pilotage au point de référence doit être de ±15 % du mouvement fondamental.

b) Point de vérification

La tolérance en chaque point de vérification: jusqu'à 500 Hz doit être de ±25 % de l'accélération; au-delà de 500 Hz: ±50 % de l'accélération, (voir également 4.3.5.2).

4.3.7 Tolérances sur les fréquences

Les tolérances sur les fréquences critiques doivent être les suivantes:

– jusqu'à 0,25 Hz: ±0,05 Hz;
– de 0,25 Hz à 5 Hz: ±20 %;
– de 5 Hz à 50 Hz: ±1 Hz;
– au-delà de 50 Hz: ±2 %.

Lorsque les fréquences critiques (voir 8.2) sont à comparer avant et après l'essai, il convient que les spécifications concernées précisent les critères de comparaison. Pour déterminer les fréquences critiques, les tolérances de fréquence suivantes s'appliquent:

– jusqu'à 0,5 Hz: ±0,05 Hz;

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

– de 0,5 Hz à 5 Hz: ±10 %;

– de 5 Hz à 100 Hz: ±0,5 Hz;

– au-delà de 100 Hz: ±0,5 %.

4.3.8 Balayage

Le balayage doit être continu avec la fréquence variant de façon exponentielle en fonction du temps, à une vitesse ne dépassant pas une octave par minute (voir 3.20).

NOTE Avec les moyens de pilotage numérique, il n'est pas tout à fait correct de définir le balayage comme étant "continu", au sens strict du terme, mais en pratique la différence n'est pas significative.

4.3.9 Taux d'amortissement

Le taux d'amortissement du spécimen est normalement déterminé à partir de la recherche et de l'étude des fréquences critiques. Cette détermination dépend des moyens d'essai utilisés et demande une certaine appréciation technique. Une autre méthode peut être employée, si elle est justifiée dans le rapport d'essai.

4.4 Essai par accélérogrammes

4.4.1 Mouvement fondamental

L'accélérogramme peut être obtenu à partir:

a) d'un accélérogramme naturel;

b) d'un accélérogramme synthétique par composition de fréquences comprises dans la gamme spécifiée. Dans ce cas, l'accélérogramme synthétique doit être obtenu avec une finesse d'analyse appropriée, comme indiqué ci-dessous:

   – en bandes de 1/12 d'octave au plus, lorsque l'amortissement du spécimen (= taux d'amortissement) est inférieur ou égal à 2 %;

   – en bandes de 1/6 d'octave au plus, lorsque l'amortissement du spécimen est compris entre 2 % et 10 % (cas général);

   – en bandes de 1/3 d'octave au plus, lorsque l'amortissement du spécimen est supérieur ou égal à 10 %.

La valeur du taux d'amortissement (voir 3.6) peut être définie par la spécification particulière ou obtenue d'une autre manière (voir 4.3.9). Une valeur de 5 % est normalement retenue.

4.4.2 Mouvement transversal

La valeur maximale de crête de l'accélération ou du déplacement aux points de vérification, suivant tout axe perpendiculaire à l'axe spécifié (mouvement fondamental), ne doit pas dépasser 25 % de la valeur de crête spécifiée pour l'accélérogramme ou pour la sinusoïde modulée, sauf indication contraire de la spécification particulière. Il est suffisant que la mesure couvre la gamme de fréquences spécifiée.

A certaines fréquences, ou pour les spécimens volumineux ou lourds, il peut être difficile de respecter ces valeurs (voir aussi A.1.1). Dans de tels cas, la spécification particulière doit préciser laquelle des exigences suivantes s'appliquent:

a) tout mouvement transversal dépassant les limites ci-dessus doit être consigné dans le rapport d'essai;

b) le mouvement transversal ne nécessite pas d'être contrôlé.

4.4.3 Mouvement de rotation

Voir 4.3.4 ci-dessus.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.4.4 Zone de tolérance sur le spectre de réponse spécifié

La zone de tolérance sur le spectre de réponse spécifié doit être comprise entre 0 % et +50 %, comme le montre la Figure 4.

L'essai peut être encore acceptable même si un nombre limité de points du spectre de réponse d'essai est situé en dehors de cette zone de tolérance. Il convient alors de consigner les valeurs de ces points dans le rapport d'essai (voir également les Articles 13 et A.1).

Dans la plage au delà de 1/3 *f*2 (Figure A.1), une zone de tolérance □50 % est admise.

Le spectre de réponse d'essai doit être contrôlé au moins:

– en bandes de 1/12 d'octave si l'amortissement du spécimen est inférieur ou égal à 2 %;
– en bandes de 1/6 d'octave si l'amortissement du spécimen est compris entre 2 % et 10 % (cas général);
– en bandes de 1/3 d'octave si l'amortissement du spécimen est supérieur ou égal à 10 %.

Dans certains cas, le spectre de réponse spécifié peut avoir été mis en forme ou élargi de façon tellement artificielle que le spectre de réponse d'essai ne peut respecter ces tolérances. Dans ce cas, il peut être nécessaire de réviser les tolérances de la spécification d'essai.

4.4.5 Gamme de fréquences

Le signal issu du point de référence ne doit pas contenir de fréquence supérieure à celles de la gamme de fréquences d'essai, sauf celles qu'induisent les moyens d'essai et le spécimen. La valeur maximale du signal située en dehors de la gamme de fréquences d'essai, induite par les moyens d'essai sans la présence du spécimen, ne doit pas dépasser 20 % de la valeur maximale du signal spécifié issu du point de référence. Si les valeurs ci-dessus ne peuvent être respectées, les valeurs de dépassement obtenues doivent être consignées dans le rapport d'essai.

Les fréquences situées en dehors de la gamme de fréquences ne doivent pas être prises en compte pour la détermination du spectre de réponse d'essai.

4.5 Essai par sinusoïdes modulées

4.5.1 Description générale

Le mouvement fondamental doit être une fonction du temps en sinusoïde modulée et doit être tel que les points de fixation du spécimen sur la table vibrante, devant être spécifiés par la spécification particulière, se déplacent sensiblement en phase et suivant des directions rectilignes et parallèles, compte tenu des limitations imposées par 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 et 4.3.5. L'essai par sinusoïde modulée ne s'applique qu'à une excitation suivant un seul axe (voir le Tableau 1 de la CEI 60068-3-3:1991).

4.5.2 Tolérances sur l'amplitude de la vibration

4.5.2.1 Mouvement fondamental

Le mouvement fondamental suivant l'axe requis, aux points de vérification et de référence, doit être égal à la valeur spécifiée avec les tolérances ci-après. Celles-ci comprennent les erreurs dues à l'instrumentation.

4.5.2.2 Point de référence

Voir 4.3.6 a).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

4.5.2.3 Points de vérification

Voir 4.3.6 b).

4.5.3 Tolérances sur les fréquences d'essai

4.5.3.1 Généralités

Les tolérances sur les fréquences d'essai sont les suivantes, pour les deux types:

4.5.3.2 Fréquence d'essai prédéterminée

– jusqu'à 0,5 Hz: ±0,05 Hz;
– de 0,5 Hz à 5 Hz: ±10 %;
– de 5 Hz à 100 Hz: ±0,5 Hz;
– au-delà de 100 Hz: ±0,5 %.

4.5.3.3 Fréquence d'essai d'investigation

L'écart de la fréquence d'essai par rapport à la fréquence critique, obtenue par la recherche et l'étude des fréquences critiques, ne doit pas dépasser ±2 %.

4.5.4 Mouvement transversal

Voir 4.4.2 ci-dessus.

4.6 Fixation

Le spécimen doit être monté conformément à la CEI 60068-2-6, où que cette norme fasse référence à la CEI 60068-2-47.

Si un spécimen est normalement monté sur des amortisseurs et qu'il est nécessaire de le soumettre à l'essai sans ceux-ci, le niveau d'excitation spécifié doit être modifié afin d'en tenir compte.

Si un spécimen est soumis à l'essai équipé de son support normal de montage, mais l'excitation spécifié correspond à un essai sans son support normal de montage, le niveau d'excitation spécifié doit être modifié afin d'en tenir compte, voir l'Article A.2 de la CEI 60068-2-47:2005.

L'effet des connexions, câbles, tuyauteries, etc., doit être pris en compte pour la fixation du spécimen.

Il est recommandé d'inclure dans l'essai le dispositif de fixation du spécimen prévu pour les conditions normales de service.

Il convient que le spectre de réponse et que l'accélérogramme utilisés pour l'excitation du support normal de montage soient différents de ceux utilisés pour l'excitation du bâti de fixation ou du spécimen.

L'orientation et la fixation du spécimen pendant l'essai doivent être spécifiées par la spécification particulière et représente le seul cas de figure pour lequel le spécimen est considéré comme satisfaisant aux exigences de la norme, à moins qu'une justification convenable puisse être donnée pour en permettre l'extension à une autre condition non soumise à l'essai (par exemple, s'il est démontré que la pesanteur n'a pas d'effet sur le comportement du spécimen).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5 Sévérités

5.1 Généralités

La sévérité d'essai applicable à l'essai par accélérogrammes est déterminée par la combinaison des paramètres suivants:

– la gamme de fréquences d'essai;
– le spectre de réponse spécifié;
– le nombre et durée des accélérogrammes
– le nombre de cycles de niveau élevé (si applicable).

Pour chaque paramètre, la spécification particulière doit indiquer la valeur appropriée en se basant sur les informations données en 5.2 à 5.5.

La sévérité d'essai applicable à l'essai par sinusoïdes modulées est déterminée par la combinaison des paramètres suivants:

– la gamme de fréquences d'essai;
– l'amplitude d'essai;
– le nombre de cycles dans la sinusoïde modulée;
– le nombre de sinusoïdes modulées.

Pour chaque paramètre, la spécification particulière doit indiquer la valeur appropriée en se basant sur les informations données en 5.6.

5.2 Accélérogramme

Les fréquences d'essai et la gamme de fréquences d'essai sont obtenues de la manière montré au 5.3.

5.3 Gammes de fréquences d'essai

La spécification particulière doit indiquer la gamme de fréquences d'essai en choisissant la fréquence inférieure parmi les fréquences 0,1 Hz, 1 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 55 Hz, 100 Hz et la fréquence supérieure parmi les fréquences 10 Hz, 20 Hz, 35 Hz, 55 Hz, 100 Hz, 150 Hz, 300 Hz, 500 Hz, 2 000 Hz. Les gammes recommandées sont données par le Tableau 2.

Tableau 2 – Gammes de fréquences d'essai recommandées

Gammes de fréquences d'essai recommandées de f_1 à f_2 Hz
0,1 to 10a
1 to 35
1 to 100
5 to 35[a]
10 to 100[a]
10 to 500
10 to 2 000
55 to 2 000
[a] Ces gammes de fréquences ne correspondent pas à celles recommandées par la CEI 60068-2-6.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.4 Spectre de réponse spécifié

La spécification particulière doit indiquer l'amplitude et la forme des spectres de réponse spécifiés utilisés pour l'essai, y compris la valeur de l'accélération à période nulle. Elle doit également indiquer les axes du spécimen auxquels ces spectres s'appliquent lorsqu'ils ne sont pas identiques pour chacun d'eux.

Lorsque les conditions d'environnement ne sont pas bien connues, on peut s'aider de l'A.1.3 pour définir le spectre de réponse spécifié.

5.5 Nombre et durée des accélérogrammes

5.5.1 Nombre d'accélérogrammes

La spécification particulière doit indiquer le nombre d'accélérogrammes à appliquer au spécimen selon les axes concernés.

Sauf spécification contraire, le nombre d'accélérogrammes à appliquer par axe d'essai et pour chaque niveau doit être choisi dans la série suivante: ... 1, 2, 5, 10, 20, 50.

Lorsque plusieurs niveaux d'accélérogrammes sont définis, on doit toujours commencer l'essai par le niveau le plus faible et on continue avec les niveaux croissants. Chaque accélérogramme doit être suivi d'une pause.

5.5.2 Durée de l'accélérogramme

La spécification particulière doit indiquer la durée de chaque accélérogramme; les valeurs recommandées, en secondes, sont choisies dans la série suivante: ... 1, 2, 5, 10, 20, 50.

Si la période du spécimen d'essai est connue ou peut être calculée, la durée de chaque accélérogramme ne doit pas être inférieure à 3 ou 5 fois cette période.

On peut utiliser une période de 3 s, si cela est spécifié par la spécification particulière.

NOTE 2 La durée typique d'un séisme est de 30 s.

5.5.3 Durée de la partie forte de l'accélérogramme

Dans certains cas, la spécification particulière peut exiger que la partie forte de l'accélérogramme soit un pourcentage donné de la durée totale. Dans les autres cas, la durée relative à cette partie forte doit être choisie parmi les valeurs suivantes, sauf lorsque les exigences du 5.6 s'appliquent:

25 %, 50 %, 75 %.

La valeur choisie doit être consignée dans le rapport d'essai.

5.5.4 Nombre de cycles de réponse de niveau élevé

La spécification particulière peut indiquer une valeur spécifiée et le nombre de cycles de réponse de niveau élevé conduisant à des réponses supérieures à une valeur spécifiée (voir A.1.4).

Sauf avis contraire de la spécification particulière, le nombre de cycles de réponse de niveau élevé doit être choisi parmi la série suivante: ... 4, 8, 16, 32. Les cycles positifs et négatifs en alternance doivent être à peu près régulièrement répartis comme indiqué à la Figure 5.

Il convient que la valeur de l'accélération de ces cycles de réponse de niveau élevé soit exprimée en pourcentage de la valeur crête de la valeur du spectre de réponse spécifié aux

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

fréquences critiques particulières, situées dans la partie forte du spectre de réponse spécifié (SRS). La valeur spécifiée de l'accélération doit être choisie parmi les valeurs suivantes:

Valeur spécifiée (en % du SRS) 50 %, 70 % (préférentiel), 90 %

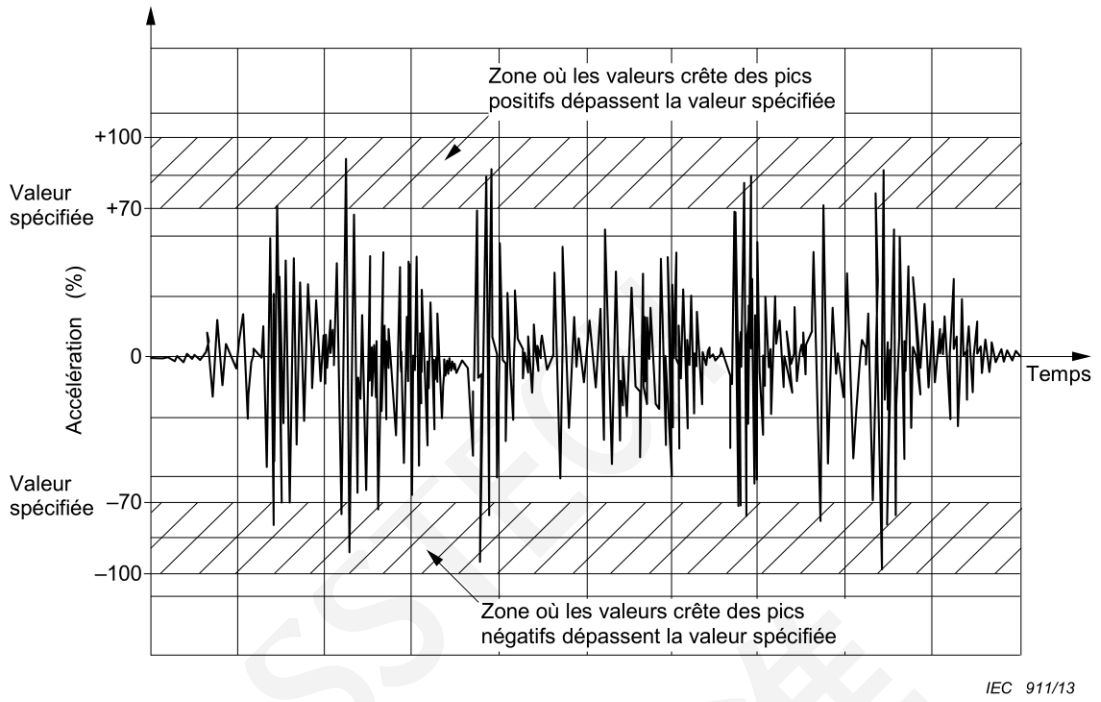


Figure 5 – Réponse type d'un oscillateur excité selon un accélérogramme spécifique lors d'un essai

5.6 Amplitude d'essai en sinusoïdes modulées

5.6.1 Généralités

Pour chaque axe, la spécification particulière doit indiquer la valeur de l'amplitude d'essai (en déplacement, en vitesse ou en accélération ou les trois) (voir également A.2.1).

Au-dessous de la fréquence de transfert, toutes les valeurs de crête sont spécifiées à déplacement constant et, au-dessus de cette fréquence, elles sont spécifiées à accélération constante. Les valeurs recommandées sont données dans les Tableaux 3, 4 et 5 et par les Figures 6, 7 et 8 pour les différentes fréquences de transfert choisies.

Tableau 3 – Amplitudes d'essai recommandées pour une fréquence de transfert de 0,8 Hz (voir la Figure 6)

Amplitude du déplacement au-dessous de la fréquence de transfert mm	**Amplitude de l'accélération au-dessus de la fréquence de transfert** m/s^2
40	1
80	2
120	3
200	5
NOTE 1 Toutes les valeurs indiquées représentent des valeurs de crête de la sinusoïde modulée. NOTE 2 Dans le cadre de la présente norme, à l'attention de ceux souhaitant continuer à exprimer les valeurs d'accélération en " g_n", la valeur conventionnelle de 10 m/s^2 lui est attribuée (voir 3.9).	

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

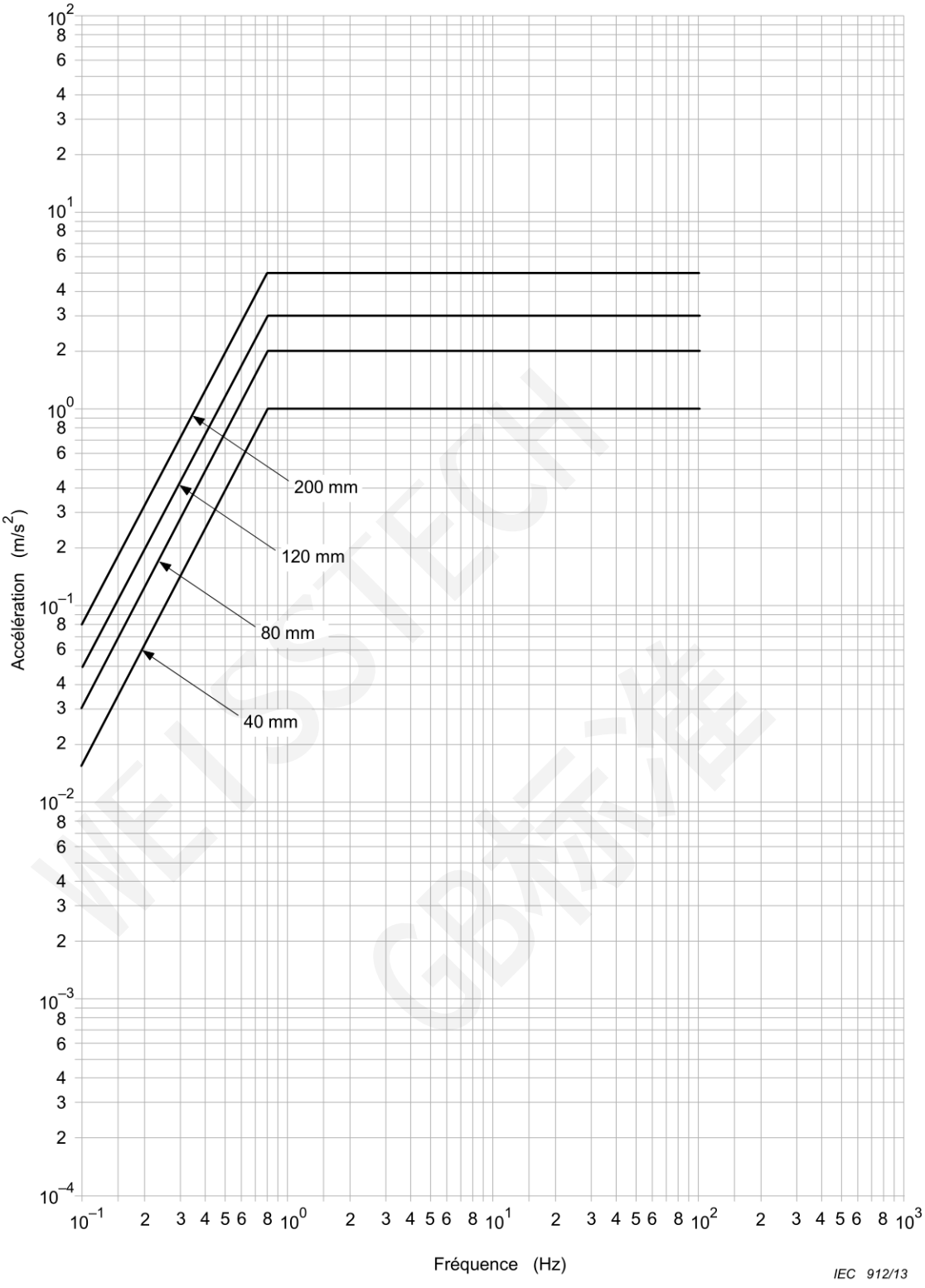


Figure 6 – Amplitude d'essai recommandée pour une fréquence de transfert de 0,8 Hz

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Tableau 4 – Amplitudes d'essai recommandées pour une fréquence de transfert de 1,6 Hz (voir la Figure 7)

Amplitude du déplacement au-dessous de la fréquence de transfert mm	**Amplitude de l'accélération au-dessus de la fréquence de transfert** m/s^2
10	1
20	2
30	3
50	5
100	10
200	20

NOTE 1 Toutes les valeurs indiquées représentent des valeurs de crête de la sinusoïde modulée.

NOTE 2 Dans le cadre de la présente norme, à l'attention de ceux souhaitant continuer à exprimer les valeurs d'accélération en "g_n", la valeur conventionnelle de 10 m/s^2 lui est attribuée (voir 3.9).

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

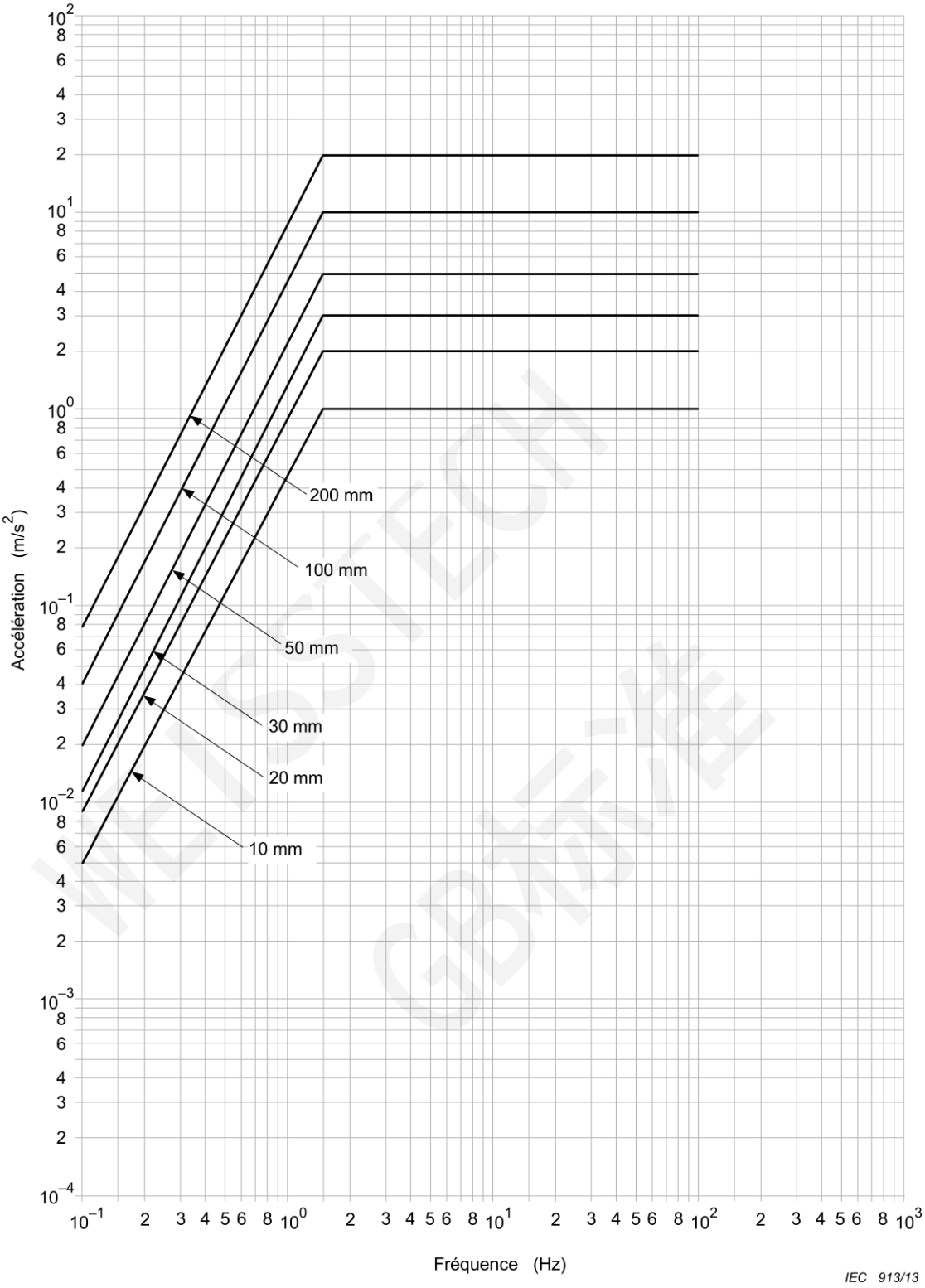


Figure 7 – Amplitude d'essai recommandée pour une fréquence de transfert de 1,6 Hz

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Tableau 5 – Amplitudes d'essai recommandées pour une fréquence de transfert de 8 Hz (voir la Figure 8)

Amplitude du déplacement au-dessous de la fréquence de transfert mm	**Amplitude de l'accélération au-dessus de la fréquence de transfert** m/s^2
0,4	1
0,8	2
1,2	3
2,0	5
4,0	10
8,0	20
12,0	30
20,0	50

NOTE 1 Toutes les valeurs indiquées représentent des valeurs de crête de la sinusoïde modulée.

NOTE 2 Dans le cadre de la présente norme, à l'attention de ceux souhaitant continuer à exprimer les valeurs d'accélération en "g_n", la valeur conventionnelle de 10 m/s^2 lui est attribuée (voir 3.9).

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

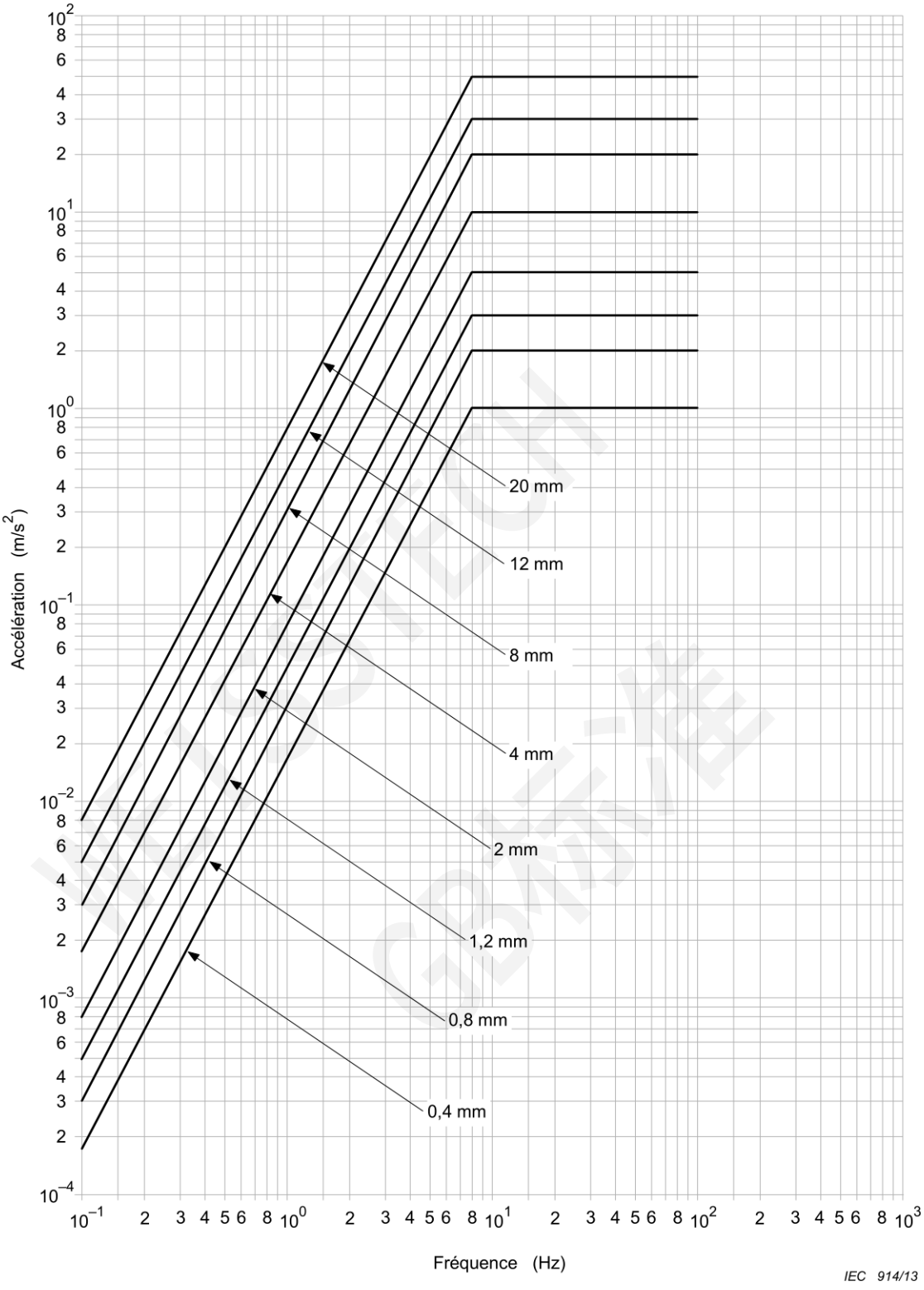


Figure 8 – Amplitude d'essai recommandée pour une fréquence de transfert de 8 Hz

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Lorsqu'il ne convient pas d'adopter les fréquences de transfert indiquées dans ce paragraphe, la spécification particulière peut coupler des valeurs de crête de déplacement et d'accélération, donnant une fréquence de transfert différente. Pour des applications spéciales, on peut aussi spécifier plusieurs fréquences de transfert.

5.6.2 Détermination des fréquences d'essai

Les fréquences d'essai à utiliser comprennent les fréquences critiques relevées lors de la recherche et de l'étude des fréquences critiques, toute autre fréquence prédéterminée ou les deux.

Si aucune fréquence critique n'est identifiée au cours de l'essai de recherche et d'étude des fréquences critiques et si la spécification particulière n'indique pas la méthode à suivre pour définir les fréquences d'essai, l'essai doit être effectué à des fréquences espacées au plus d'une demi-octave dans la gamme de fréquences d'essai, choisie parmi les valeurs données au 5.3.

5.6.3 Essai par sinusoïdes modulées

La sinusoïde modulée est définie par la fréquence d'essai et le nombre de cycles contenus dans la sinusoïde modulée (voir la Figure 2) conformément aux 5.6.5 et 5.6.6.

5.6.4 Nombre de cycles dans la sinusoïde modulée

La spécification particulière doit spécifier le nombre de cycles dans la sinusoïde modulée, en choisissant parmi les valeurs suivantes (voir la Figure 2):

3, 5, 10, 20.

NOTE Une valeur de cinq cycles est préférée, car cette valeur représente un compromis, résultant de l'expérience pratique, entre un signal à large bande couvrant les incertitudes de la fréquence critique et la nécessité d'avoir une réponse de valeur élevée (voir la Figure 9).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

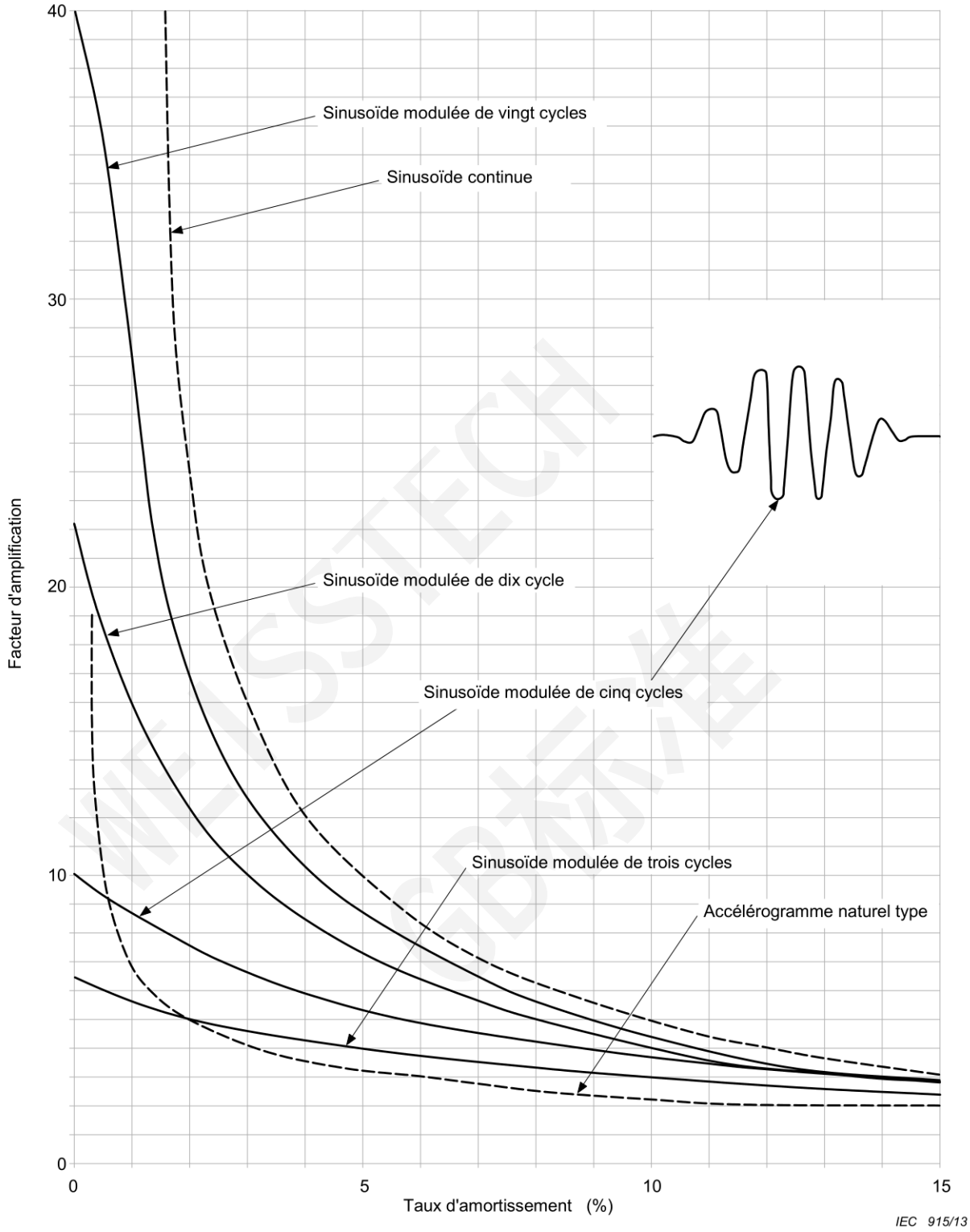


Figure 9 – Facteur d'amplification de différentes sinusoïdes modulées, d'une sinusoïde continue et d'un accélérogramme naturel type

5.6.5 Fréquence de modulation

La fréquence de modulation est déduite de la fréquence d'essai et du nombre de cycles dans la sinusoïde modulée (voir également A.2.2.1).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

5.6.6 Nombre de sinusoïdes modulées

La spécification particulière doit spécifier le nombre de sinusoïdes modulées, en choisissant parmi les valeurs de la série suivante (voir la Figure 1):

1, 2, 5, 10, 20, 50.

5.6.7 Fatigue de type oligocyclique

La spécification particulière peut indiquer le nombre de cycles de niveau élevé conduisant chacun à des réponses supérieures à une valeur d'excitation/de contrainte spécifiée (voir A.2.4).

6 Préconditionnement

La spécification particulière peut demander un préconditionnement, comme par exemple, un conditionnement du spécimen avec une température définie et/ou une humidité définie.

7 Mesures initiales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles spécifiées par la spécification particulière.

8 Essais

8.1 Généralités

Sauf exigence contraire dans la spécification particulière, le spécimen doit être excité suivant chacun des trois axes préférentiels d'essai, comme cela est décrit aux paragraphes 8.2, 8.3 et 8.4. Sauf lorsque la spécification particulière l'exige, l'ordre des essais selon ces axes n'a pas d'importance.

Lorsque la spécification particulière le spécifie, on doit ajouter à la mesure de l'amplitude d'essai spécifiée une limite maximale de la force appliquée à la table vibrante. La méthode de limitation de la force doit alors être spécifiée dans la spécification particulière.

8.2 Recherche et étude des fréquences critiques

Si la spécification particulière le spécifie, on doit étudier le comportement du spécimen en vibration dans la gamme de fréquences d'essai. La recherche et l'étude des fréquences critiques sont réalisées avec une onde sinusoïdale dans la gamme de fréquences et avec l'amplitude d'essai spécifiée dans la spécification particulière. Normalement on doit effectuer cette recherche et cette étude des fréquences critiques par un cycle de balayage logarithmique, avec une vitesse ne dépassant pas une octave par minute, mais qui peut être réduite afin d'obtenir une meilleure définition des caractéristiques de la réponse. Il convient d'éviter les arrêts prolongés de balayage.

Il convient de choisir la valeur de crête de l'excitation de façon que la réponse du spécimen reste inférieure à celle obtenue pendant l'essai par accélérogrammes ou par sinusoïdes modulées, mais à un niveau suffisamment élevé pour détecter les fréquences critiques.

De manière alternative, la recherche et l'étude peuvent être conduites avec une vibration aléatoire, comme cela est spécifié en 8.2 de la CEI 60068-2-64:2008.

Lorsque l'essai par sinusoïde modulée est spécifié, il est très important d'utiliser une fréquence de sinusoïde modulée proche de la fréquence de résonance du spécimen. Si le spécimen a un comportement non-linéaire, par exemple, des parafoudres constitués de

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

pièces en porcelaine assemblées entre elles à l'aide d'intercalaires de caoutchouc, il est alors préférable de conduire la recherche et l'étude avec une vibration sinusoïdale à un niveau élevé. Cependant, si la recherche et l'étude ne doivent être utilisées que pour une caractérisation dynamique du spécimen, une vibration aléatoire convient alors.

Si la spécification particulière le spécifie, on doit faire fonctionner le spécimen pendant cet essai de recherche et d'étude. S'il n'est pas possible d'évaluer le comportement mécanique du spécimen sous l'effet des vibrations, parce qu'il est en fonctionnement, on doit procéder à un essai supplémentaire de recherche et d'étude des fréquences critiques, le spécimen étant hors fonctionnement. Pendant cette phase, le spécimen doit être examiné pour déterminer les fréquences critiques qui doivent alors être consignées dans le rapport d'essai.

Dans certains cas, la spécification particulière peut demander de faire une nouvelle recherche et étude des fréquences critiques à l'issue de l'essai par accélérogrammes ou par sinusoïdes modulées, pour comparer les fréquences critiques avant et après l'essai. La spécification particulière doit indiquer ce qu'il faut faire s'il se produit une variation de ces fréquences. Il est essentiel que ces deux études des fréquences critiques soient exécutées de la même manière et avec les mêmes amplitudes d'essai. Pour obtenir plus d'informations sur la recherche et l'étude de vibration, les variations des fréquences critiques (CCF) et la définition du critère d'acceptation/de rejet basée sur les CCF, voir la CEI 60068-3-8.

8.3 Essai par accélérogrammes

Pour l'essai par accélérogrammes, les valeurs de sévérité sont données par la spécification particulière, conformément aux indications de l'Article 5. Une pause doit être respectée entre deux accélérogrammes consécutifs, afin d'éviter toute superposition significative dans la réponse du spécimen. La spécification particulière doit aussi indiquer si l'essai doit être de type monoaxial, biaxial ou triaxial.

8.4 Essai par sinusoïdes modulées

Pour l'essai par sinusoïdes modulées, les valeurs de sévérité sont données par la spécification particulière, conformément aux indications de l'Article 5. Une pause doit être respectée entre deux sinusoïdes modulées consécutives, afin d'éviter toute superposition significative dans la réponse du spécimen. Un enregistrement du signal de pilotage réel au point de référence, incluant les effets de tout filtre utilisé, doit être présenté dans le rapport d'essai. La spécification particulière doit aussi indiquer si l'essai doit être de type monoaxial ou biaxial.

8.5 Essai multiaxe

8.5.1 Généralités

Les paragraphes suivants s'appliquent à la fois aux essais par accélérogrammes et par sinusoïdes modulées.

8.5.2 Essai de type monoaxial

Sauf spécification contraire, l'essai de type monoaxial est à privilégier et il est effectué successivement suivant chaque axe préférentiel d'essai. Sauf lorsque la spécification particulière l'exige, l'ordre des essais selon ces axes n'a pas d'importance.

8.5.3 Essai de type biaxial

Pour chaque séquence d'essais, les deux accélérogrammes ou les deux sinusoïdes modulées sont appliqués simultanément suivant les axes préférentiels d'essai, pris deux à deux. Si les accélérogrammes ne sont pas indépendants, chaque essai est réalisé avec une phase relative de 0°, puis de 180° entre ces deux ondes. L'essai biaxial n'est pas recommandé pour la méthode par sinusoïdes modulées.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

NOTE Lorsque l'essai de type biaxial est spécifié, il peut être réalisé avec une installation de type monoaxial à axe incliné, mais alors les mouvements selon les deux axes seront toujours dépendants. Il convient que le spectre de réponse d'essai, suivant chacun des axes, soit ajusté pour envelopper le spectre de réponse spécifié selon cet axe.

8.5.4 Essai de type triaxial

A chaque séquence d'essai, les trois accélérogrammes sont appliqués simultanément suivant les trois axes préférentiels d'essai. Pour cette méthode d'essai, l'utilisation d'installations de type monoaxial ou biaxial n'est pas appropriée. L'essai triaxial n'est pas approprié pour la méthode par sinusoïdes modulées.

9 Mesures intermédiaires

Lorsque la spécification particulière le spécifie, on doit faire fonctionner le spécimen pendant un nombre donné d'essais par accélérogrammes ou par sinusoïdes modulées et ses performances doivent être vérifiées.

10 Reprise

Il peut être parfois nécessaire, lorsque cela est spécifié par la spécification particulière, de laisser s'écouler un certain temps entre l'essai et les mesures finales afin de permettre au spécimen de revenir aux mêmes conditions que celles qui existaient lors des mesures initiales, par exemple, en ce qui concerne la température.

11 Mesures finales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles spécifiées par la spécification particulière.

La spécification particulière doit donner les critères sur lesquels la décision d'acceptation ou de rejet du spécimen est à fonder.

12 Renseignements à inclure dans la spécification particulière

Lorsque l'un de ces essais est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent y être donnés, pour autant qu'ils soient applicables, en faisant particulièrement attention aux points repérés par un astérisque (*) pour lesquels des renseignements doivent être donnés dans tous les cas.

		Articles et paragraphes
a)	Points de fixation*	4.3.2 et 4.5.1
b)	Mouvement transversal	4.3.3 et 4.4.2
c)	Mouvement de rotation	4.3.4 et 4.4.3
d)	Points de mesure	4.3.5
e)	Tolérance sur le signal	4.3.5.3
f)	Tolérances sur l'amplitude de la vibration	4.3.6 et 4.5.2
g)	Taux d'amortissement	4.3.9
h)	Fixation du spécimen*	4.6
i)	Spectre de réponse spécifié* (voir également A.1.3)	5.4
j)	Nombre d'accélérogrammes*	5.5.1
k)	Durée de l'accélérogramme*	5.5.2

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

l)	Durée de la partie forte de l'accélérogramme	5.5.3
m)	Nombre de cycles de réponse de niveau élevé	5.4
o)	Amplitude d'essai* (voir également A.2.3)	5.6
p)	Nombre de cycles dans la sinusoïde modulée*	5.6.4
q)	Fréquence de modulation	5.6.5
r)	Nombre de sinusoïdes modulées*	5.6.6
s)	Préconditionnement	6
t)	Mesures initiales*	7
u)	Axes préférentiels d'essai	8.1
v)	Limitation de la force de pilotage	8.1
w)	Recherche et étude des fréquences critiques	8.2
x)	Fonctionnement et vérifications fonctionnelles	7, 9, 11
y)	Essai de type mono, bi ou triaxial*	8.5
z)	Mesures intermédiaires	9
aa)	Reprise	10
bb)	Mesures finales*	11

13 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai

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

a)	Client	(nom et adresse)
b)	Laboratoire d'essai	(nom et adresse)
c)	Identification du rapport d'essai	(date d'édition, numéro d'indentification univoque)
d)	Dates des essais	
e)	But de l'essai	(mise au point, qualification, etc.)
f)	Norme d'essai, édition	(procédure d'essai correspondante)
g)	Description du spécimen d'essai	(état initial, identification non équivoque, quantité, photos, dessins, etc.)
h)	Fixation du spécimen d'essai	(identification du montage, dessins, photos, etc.)
i)	Performances de l'appareillage d'essai	(mouvement transversal, etc.)
j)	Système de mesure, emplacement des capteurs	(description, dessins, photos, etc.)
k)	Incertitudes du système de mesure,	(incertitude globale, données d'étalonnage, si requises par la spécification particulière, dernière/prochaine dates d'étalonnage)
l)	Mesures initiales, intermédiaires et/ou finales	
m)	Sévérités requises	(telles que spécifiées par la spécification d'essai)
n)	Sévérités d'essai documentées	(gamme de fréquence d'essai, spectre de réponse spécifié, nombre et durée des accélérogrammes, nombre de cycles de réponse de niveau élevé, amplitude d'essai, nombre de cycles

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-57:2013

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

dans la sinusoïde modulée, nombre de sinusoïdes modulées, etc.)

o) Résultats de l'essai (état final du spécimen d'essai)

p) Observations au cours de l'essai et mesures prises

q) Récapitulatif de l'essai

r) Directeur de l'essai (nom et signature)

s) Diffusion (liste des destinataires du rapport)

t) Axes d'essai (monoaxial, biaxial, triaxial)

Il convient de tenir un journal de l'essai dans lequel ce dernier est documenté, comme par exemple, une liste chronologique des passes d'essai avec les paramètres de l'essai, les observations en cours d'essai et les mesures prises, ainsi que les fiches de données techniques sur les mesures effectuées. Le journal de l'essai peut être joint au rapport d'essai.

NOTE Voir également l'ISO/CEI 17025.

WEISSTECH GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Annexe A
(informative)

Guide relatif aux méthodes par accélérogramme et par sinusoïdes modulées

A.1 Remarques introductives

A.1.1 Généralités

Un grand nombre de procédures d'essai répertoriées existent pour déterminer l'aptitude d'un spécimen à supporter différents types de sollicitations vibratoires. Cet éventail de procédures va de l'essai simple en vibrations sinusoïdales à la méthode d'essai complexe et très spécialisée par accélérogrammes et par sinusoïdes modulées. Chacune d'elles convient pour des exigences ou circonstances particulières ou pour représenter un environnement vibratoire particulier. La présente norme donne une méthode pouvant reproduire en laboratoire des effets comparables à ceux que subira le matériel en service, mais son but principal n'est pas nécessairement de reproduire l'environnement réel.

Les paramètres donnés sont normalisés et les tolérances convenablement choisies pour obtenir des résultats comparables, lorsque l'essai est réalisé en des lieux différents. La normalisation des valeurs permet aussi de classer les matériels en catégories correspondant à leur capacité à résister à certaines sévérités vibratoires.

L'essai de vibration est, en général, réalisé pour rechercher et étudier les fréquences critiques du spécimen situées dans la gamme de fréquences spécifiées. On fait alors subir au spécimen un essai d'endurance, souvent réalisé en le faisant vibrer un nombre de fois spécifié à chacune des fréquences critiques.

La recherche et l'étude des fréquences critiques sont généralement réalisées par un essai en excitation sinusoïdale de type monoaxial, à l'aide d'un seul cycle de balayage couvrant la gamme de fréquences spécifiée. Il convient que l'amplitude des vibrations pendant cette recherche ne soit pas trop élevée pour ne pas conduire à un niveau comparable à celui qui est produit par l'essai par sinusoïdes modulées et il convient que la vitesse de balayage soit suffisamment lente pour déterminer les fréquences critiques.

On peut effectuer une recherche et une étude des fréquences critiques avant et après l'essai par sinusoïdes modulées, afin de noter les écarts de fréquence de résonnance ou tout autre phénomène. Une évolution de la fréquence peut indiquer qu'une certaine fatigue a eu lieu et que le spécimen peut ne plus convenir pour fonctionner dans les conditions réelles d'utilisation, voir la CEI 60068-3-8.

Il convient de prendre certaines précautions lorsque l'essai est réalisé avec des spécimens volumineux ou lourds, ou si leur centre de gravité est nettement différent de leur centre géométrique. De tels spécimens peuvent avoir tendance à engendrer des mouvements transverses ou de rotation, sur la table vibrante. Dans de tels cas, il peut être difficile de respecter les tolérances exigées, au point de vérification par exemple.

A.1.2 Méthode par accélérogrammes

La méthode d'essai par accélérogrammes est intéressante

a) pour les applications dans lesquelles il y a lieu de simuler l'environnement vibratoire avec une bonne précision,

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

b) pour les applications dans lesquelles les caractéristiques du spécimen sont mal connues ou lorsqu'il est très difficile d'en déterminer les aspects critiques, par exemple les fréquences critiques, etc.

Par comparaison avec d'autres méthodes, l'essai par accélérogrammes évite les dépassements de sévérité, car cette méthode simule très bien les conditions d'environnement. Ainsi, elle réduit les risques de dépassement de contrainte ou de fatigue engendrés par une méthode d'essai trop conservatrice.

Afin de bien simuler l'environnement réel, le rédacteur de spécification définit un spectre de réponse. Normalement, ce spectre de réponse est défini pour un taux d'amortissement qui représente celui du spécimen. Ce spectre de réponse est appelé spectre de réponse spécifié, il fait partie de la spécification et représente un critère d'essai qu'il faut respecter.

Pendant l'essai du spécimen, le laboratoire d'essai reproduit un environnement similaire, qui détermine le spectre de réponse d'essai. Ce spectre de réponse d'essai est généré par l'observation du mouvement de la table vibrante, relevé lors d'une passe d'essai. Le spectre de réponse d'essai est alors comparé au spectre de réponse spécifié, ainsi on peut déterminer si le critère d'essai a été satisfait ou non. C'est le cas lorsque le spectre de réponse d'essai enveloppe le spectre de réponse spécifié. Pour réaliser cet essai, il est souvent nécessaire de faire une série d'essais ou des passes préliminaires en remplaçant le spécimen par une masse équivalente. Ainsi, le laboratoire d'essai peut ajuster les amplitudes d'essai sans fatiguer ni surcharger inutilement le spécimen.

Les tolérances à appliquer au spectre de réponse spécifié seront notées dans la spécification; d'ailleurs, l'essai peut être encore acceptable même si un nombre limité de points du spectre de réponse d'essai est situé en dehors de cette zone de tolérance (voir la Figure 4). Dans certains cas, quand le spécimen est volumineux ou lourd, il se peut qu'il ne soit pas possible de respecter ces exigences à certaines fréquences. Dans ces cas-là, soit la spécification permettra d'appliquer une tolérance plus large, soit il sera nécessaire d'utiliser une autre méthode d'essai (voir également 4.4.4).

Le degré de complexité de l'essai par accélérogrammes requiert que le laboratoire d'essai utilise des moyens d'essai et de mesure sophistiqués et précis, ainsi que des systèmes numériques de pilotage et d'analyse.

A.1.3 Recommandations pour la définition d'un spectre de réponse spécifié

Lorsque l'application ou l'environnement n'est pas bien connu, le spectre de réponse spécifié est défini à l'aide des recommandations ci-après, conformément à la Figure A.1:

a) il convient de choisir la gamme de fréquences d'essai en se référant au Tableau 2;

b) la valeur de l'accélération à période nulle, en g_n, (voir 3.9) est en principe choisie parmi les valeurs de la série: ... 1, 2, 5, 10, 20;

c) entre f_1 et $2f_1$, l'amplitude de l'accélération est définie par une pente de 12 dB/octave;

d) la valeur maximale de l'accélération entre $2f_1$ et $1/3f_2$ est égale à

   – 2,24 fois celle de l'accélération à période nulle pour un taux d'amortissement de 10 %,

   – 3 fois celle de l'accélération à période nulle pour un taux d'amortissement de 5 %,

   – 5 fois celle de l'accélération à période nulle pour un taux d'amortissement de 2 %.

Il convient de la définir séparément pour chacun des trois degrés de liberté de translation, ou bien il convient de donner au moins un spectre pour la direction d'excitation horizontale et un spectre pour la direction d'excitation verticale.

Lorsque le taux d'amortissement caractéristique du spécimen est compris entre 2 % et 10 %, le spectre de réponse spécifié à 5 % est recommandé. Si le taux d'amortissement caractéristique du spécimen est inférieur ou égal à 2 %, seul le spectre de réponse spécifié à

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

2 % est recommandé. Enfin, si le taux d'amortissement est supérieur ou égal à 10 %, le spectre de réponse spécifié à 10 % est recommandé.

NOTE Lorsque la fréquence f_1 est inférieure à 0,8 Hz, l'accélération au-dessous de 1,6 Hz sera spécifiée par la pente de 12 dB/octave.

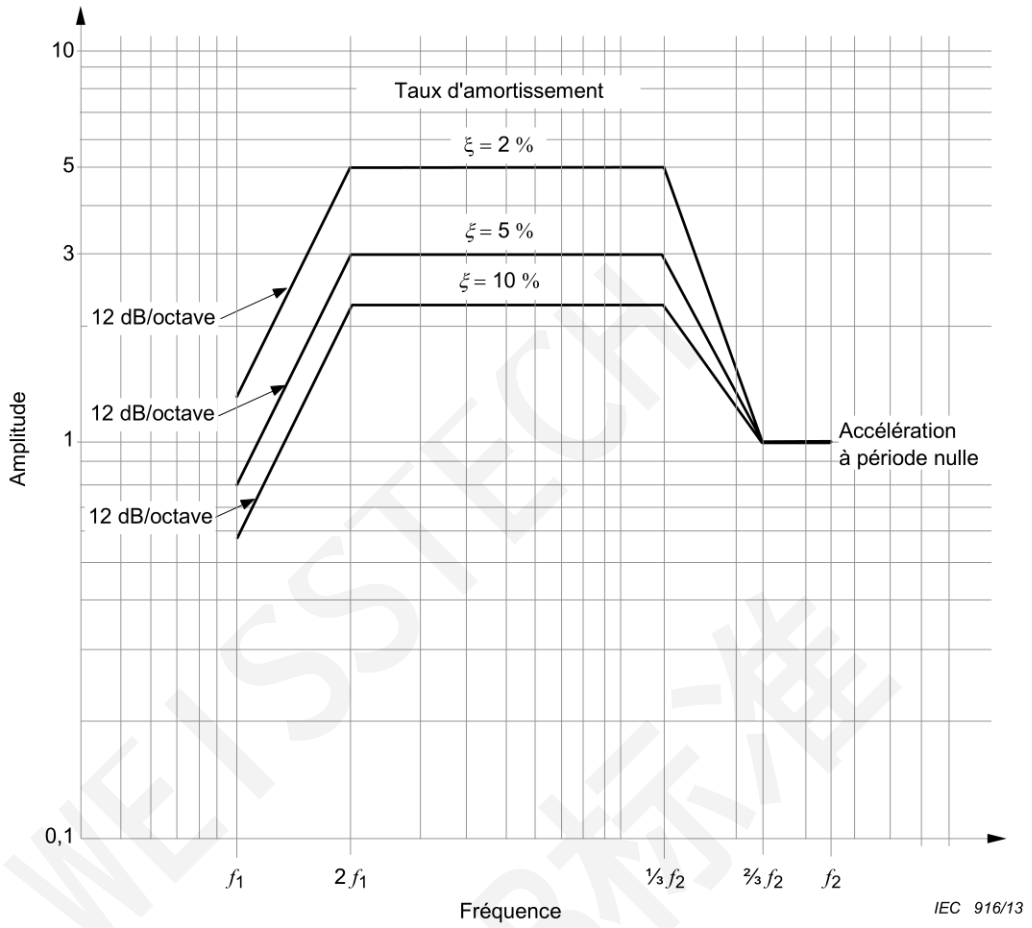


Figure A.1 – Forme globale recommandée du spectre de réponse spécifié

A.1.4 Nombre de cycles de réponse de niveau élevé

La reproduction des effets résultant d'une fatigue de type oligocyclique, qui serait due aux vibrations (par exemple du fait de séismes, d'explosions), nécessite de simuler l'environnement aussi fidèlement que possible. Lorsque l'environnement est mal connu ou difficile à simuler, il est nécessaire d'inclure une marge de sécurité pour tenir compte des incertitudes. Il est donc nécessaire que la valeur de crête de l'amplitude d'essai soit appropriée à l'événement considéré pour tenir compte du cas le plus défavorable, et il convient que le nombre de sinusoïdes modulées le soit également.

Dans certains cas cette approche peut ne pas être suffisante, car elle ne tient qu'imparfaitement compte des effets des sollicitations alternées de niveau élevé. Ces sollicitations peuvent être critiques pour un spécimen lorsqu'elles se produisent à ses fréquences de résonance et entraînent des contraintes non élastiques pouvant nuire à la tenue du spécimen. Dans de tels cas, l'analyse des signaux simulant l'événement considéré aidera à confirmer l'adéquation de l'essai.

Le premier niveau de contrôle de ce qui précède consiste à vérifier que le spectre de réponse d'essai enveloppe le spectre de réponse spécifié. Cette enveloppe permet de s'assurer que le niveau maximal requis de chaque réponse d'oscillateur a été atteint.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Le second niveau de contrôle consiste à s'assurer que la durée de la partie forte de l'accélérogramme est supérieure ou égale à celle du phénomène considéré.

Cependant, les deux approches ci-dessus peuvent s'avérer insuffisantes car elles tiennent imparfaitement compte des effets des sollicitations alternées de niveau élevé. En effet, ces sollicitations peuvent être d'une importance capitale pour le spécimen lorsqu'elles se produisent aux fréquences critiques et lorsqu'elles entraînent des contraintes non élastiques pouvant nuire à la tenue du spécimen.

Une analyse des signaux reproduisant les phénomènes considérés et des caractéristiques du spécimen permet de prendre en compte ces cycles de réponse de niveau élevé, si cela est nécessaire. Pratiquement, ceci est réalisé en comptant le nombre de cycles de réponse de niveau élevé dont les valeurs dépassent un niveau spécifié pour chaque oscillateur centré sur une fréquence particulière. Étant donné que les dommages dus à la fatigue diminuent très rapidement à mesure que l'amplitude diminue, il suffit de ne considérer que les crêtes supérieures à une valeur maximale spécifiée, par exemple pour la valeur du spectre de réponse spécifié (voir la Figure 5). Cette valeur spécifiée dépend grandement des propriétés de fatigue du matériau et de la localisation de la défaillance.

A.2 Essai par sinusoïdes modulées

A.2.1 Généralités

La méthode d'essai par sinusoïdes modulées est adaptée au cas de matériels pouvant, pendant leur service, être soumis à des forces transitoires ou oscillatoires de courte durée, qui ne sont pas définies avec précision. Elle convient particulièrement bien pour soumettre un matériel à l'essai, monté dans des structures qui, en service, peuvent être soumises à une excitation à de multiples fréquences ou à des fréquences aléatoires. En vibrant sur leurs fréquences de résonance, ces structures engendrent des sinusoïdes modulées, représentant le mouvement d'entrée perçu par le matériel considéré. Ainsi, un essai par sinusoïdes modulées soumet le matériel monté de cette façon à une excitation proche de celle qui est rencontrée en pratique. En outre, la sinusoïde modulée produit un spectre de réponse plus large et moins contraignant que celui obtenu avec une onde sinusoïdale continue.

L'essai par sinusoïdes modulées est réalisé aux fréquences déterminées lors de la recherche et de l'étude des fréquences critiques, à toute autre fréquence prédéterminée, ou aux deux. Si aucune fréquence n'a été déterminée ou spécifiée, l'essai est habituellement effectué à des fréquences espacées d'une demi-octave dans toute la gamme de fréquences considérée. À mesure que le nombre de fréquences critiques augmente, la méthode par sinusoïdes modulées peut ne plus convenir en raison du problème de dommages par accumulation de fatigue qu'elle entraîne. Dans cette situation, il convient de considérer d'autres méthodes d'essai.

A.2.2 Corrélation entre sinusoïdes modulées exprimées en déplacement, vitesse et accélération

A.2.2.1 Fonction sinusoïde modulée (voir 3.19)

L'expression mathématique générale d'une sinusoïde modulée est donnée par:

$$a(t) = a_o \times \sin 2\pi\, ft \times \sin \frac{2\pi\, ft}{\rho}$$

où

$0 \leq t \leq \frac{\rho}{2f}$;

a_o est l'amplitude d'essai;

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

f est la fréquence d'essai;

ρ est, en général, le rapport entre la fréquence d'essai et la fréquence de modulation.

L'accélération, la vitesse et le déplacement étant inter-corrélés, une seule de ces expressions peut être choisie comme fonction de base, ce qui aura une certaine répercussion sur les autres.

Si l'accélération est choisie comme signal de référence, on obtiendra un déplacement résiduel à la fin de chaque sinusoïde modulée.

Pour éviter ce phénomène, on donne en A.2.2.2 des formules basées sur la vitesse en tant que signal de référence.

A.2.2.2 Corrélation entre sinusoïdes modulées

Lorsque la vitesse est utilisée comme signal de référence, la corrélation entre sinusoïdes modulées d'accélération, de vitesse et de déplacement est la suivante:

Sinusoïde modulée de vitesse

$$v(t) = \frac{a_o}{2\pi f} \times \sin 2\pi ft \times \sin \frac{2\pi ft}{m}$$

équivalent à:

$$v(t) = \frac{a_o}{2\pi f} \times \frac{1}{2}\left[\cos 2\pi\left(1-\frac{1}{m}\right)ft - \cos 2\pi\left(1+\frac{1}{m}\right)ft\right]$$

accélération correspondante

$$a(t) = a_o \times \frac{1}{2}\left[\left\{-\left(1-\frac{1}{m}\right) \times \sin 2\pi\left(1-\frac{1}{m}\right)ft\right\} + \left\{\left(1+\frac{1}{m}\right) \times \sin 2\pi\left(1+\frac{1}{m}\right)ft\right\}\right]$$

déplacement correspondant

$$d(t) = \frac{a_o}{(2\pi f)^2} \times \frac{1}{2}\left[\left(\frac{1}{1-\frac{1}{m}}\right) \times \sin 2\pi\left(1-\frac{1}{m}\right)ft - \left(\frac{1}{1+\frac{1}{m}}\right) \times \sin 2\pi\left(1+\frac{1}{m}\right)ft\right]$$

où

$0 \le t \le \frac{m}{2f}$ et où m est le rapport de la fréquence d'essai à la fréquence de modulation de l'accélération. Ce rapport est égal à $2n$, où n est le nombre de cycles dans la sinusoïde modulée d'accélération.

NOTE 1 L'expression mathématique exploite aussi la possibilité d'exprimer une sinusoïde modulée unique par la superposition de deux vibrations cosinusoïdales. Les signaux basés sur cette définition sont représentés à la Figure A.2 pour une sinusoïde modulée des cinq cycles.

NOTE 2 Tous les signaux résultant d'une différentiation ou d'une intégration par rapport au temps d'une sinusoïde modulée, telle que celle définie en A.2.2.1 sont désignés dans la présente norme par les termes de sinusoïdes modulées.

NOTE 3 Il convient de noter que cette explication n'est pas à considérer comme une preuve mathématique rigoureuse et que, de façon à avoir une valeur nulle à la fin de toutes les sinusoïdes modulées, la valeur de ρ a été légèrement modifiée pour devenir m (voir A.2.3).

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

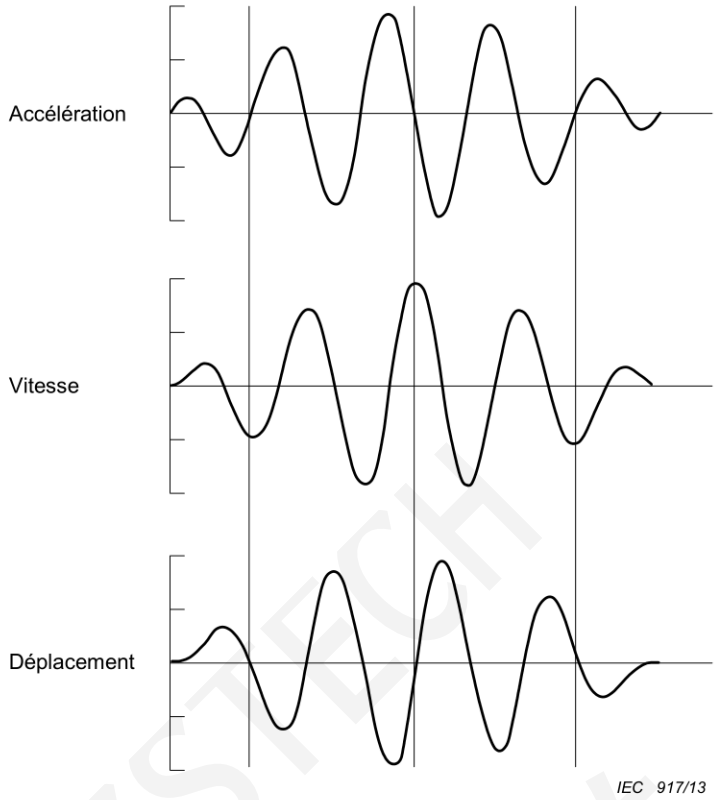


Figure A.2 – Présentation normalisée de sinusoïdes modulées exprimées en accélération, vitesse et déplacement (avec sinusoïde modulée de l'accélération de cinq cycles)

A.2.3 Amplitude d'essai

Comme pour la vibration sinusoïdale à fréquence constante, l'amplitude d'essai exprimée en déplacement, vitesse et accélération peut être définie, avec une précision suffisante, par exemple en se référant à l'amplitude d'essai a_o de la sinusoïde modulée d'accélération. Les amplitudes de crête en vibration de la vitesse v_o ou du déplacement d_o sont données par:

$$v_o \approx \frac{a_o}{2\pi f}$$

$$d_o \approx \frac{a_o}{4\pi^2 f^2}$$

A.2.4 Fatigue de type oligocyclique

Voir A.1.4.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

Bibliographie

CEI 60068-2-59:1990, *Essais d'environnement – Partie 2-59: Méthodes d'essai – Essai Fe: Vibrations – Méthode par sinusoïdes modulées*[1]

CEI 60068-2-81, *Essais d'environnement – Partie 2-81: Essais – Essai Ei: Chocs – Synthèse du spectre de réponse au choc*

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

ISO 2041:2007, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance – Vocabulaire* (disponible en anglais seulement)

_____

[1] Retirée et remplacée par la présente troisième édition de la CEI 60068-2-57.

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

WEISSTECH
GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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

WEI SSTECH
GB标准

Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale, 02/20/2016 16:51:27 MST