

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

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

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



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 1995 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 Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

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

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

### 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.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

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

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

X

ICS 19.040

ISBN 2-8318-3313-2

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2: Essais –  
Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)

**C O R R I G E N D U M 1**

Page 32

*Remplacer le premier alinéa de l'article 8 par les cinq nouveaux alinéas suivants:*

**8 Epreuve**

La spécification particulière doit indiquer le nombre d'axes suivant lesquels on doit faire vibrer le spécimen, ainsi que leurs positions respectives. En l'absence de telles précisions, on doit faire vibrer le spécimen successivement selon trois axes perpendiculaires entre eux et qu'il convient de choisir de telle sorte que les défaillances puissent être mises en évidence.

Le signal de pilotage doit provenir des signaux aux points de vérification et être utilisé pour faire soit du pilotage à partir d'un seul point, soit du pilotage à partir de plusieurs points (voir paragraphe A.4.5).

La spécification particulière doit choisir la procédure d'essai à appliquer parmi les phases données ci-après. Un guide est donné dans l'annexe A. En général, les phases de l'essai doivent être exécutées l'une après l'autre suivant un même axe et reprises ensuite pour les autres axes (voir l'article A.3).

Des dispositions particulières sont à prendre quand un spécimen normalement destiné à être utilisé avec des isolateurs de vibrations, doit être essayé sans ceux-ci (voir l'article A.5).

Lorsque la spécification particulière le prescrit, on doit ajouter au contrôle de l'amplitude de vibration spécifiée une limite maximale de la force de pilotage appliquée à la table vibrante. La méthode de limitation de la force doit être précisée dans la spécification particulière (voir l'article A.7).

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2: Tests–  
Test Fc: Vibration (sinusoidal)

**C O R R I G E N D U M 1**

Page 33

*Replace the existing first paragraph of clause 8 by the five following new paragraphs:*

**8 Testing**

The relevant specification shall state the number of axes in which the specimen shall be vibrated and their relative positions. If not stated in the relevant specification, the specimen shall be vibrated in three mutually perpendicular axes in turn which should be so chosen that faults are most likely to be revealed.

The control signal at the reference point shall be derived from the signals at the check points and shall be used for single point or multipoint control (see subclause A.4.5).

The test procedure to be applied shall be chosen, by the relevant specification, from the stages given below. Guidance is given in annex A. In general, the test stages shall be performed in sequence in the same axis and then repeated for the other axes (see clause A.3).

Special action is necessary when a specimen normally intended for use with vibration isolators needs to be tested without them (see clause A.5).

When called for by the relevant specification, control of the specified vibration amplitude shall be supplemented by a maximum limit of the driving force applied to the vibrating system. The method of force limitation shall be stated in the relevant specification (see clause A.7).

March 1995

Texte français au verso

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                             | 6     |
| INTRODUCTION .....                                                                                                                                             | 8     |
| Articles                                                                                                                                                       |       |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                                  | 10    |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                  | 10    |
| 3 Définitions .....                                                                                                                                            | 12    |
| 4 Exigences pour l'essai .....                                                                                                                                 | 16    |
| 5 Sévérités .....                                                                                                                                              | 22    |
| 6 Préconditionnement .....                                                                                                                                     | 32    |
| 7 Mesures initiales .....                                                                                                                                      | 32    |
| 8 Epreuve .....                                                                                                                                                | 32    |
| 9 Mesures intermédiaires .....                                                                                                                                 | 36    |
| 10 Reprise .....                                                                                                                                               | 36    |
| 11 Mesures finales .....                                                                                                                                       | 36    |
| 12 Renseignements que doit donner la spécification particulière .....                                                                                          | 36    |
| Annexes                                                                                                                                                        |       |
| A Guide pour l'essai Fc .....                                                                                                                                  | 40    |
| B Exemples de sévérités destinées principalement aux composants .....                                                                                          | 70    |
| C Exemples de sévérités destinées principalement aux matériels .....                                                                                           | 74    |
| Tableaux                                                                                                                                                       |       |
| 1 Basse fréquence .....                                                                                                                                        | 24    |
| 2 Haute fréquence .....                                                                                                                                        | 24    |
| 3 Gammes de fréquences recommandées .....                                                                                                                      | 26    |
| 4 Amplitudes de vibration recommandées pour une fréquence de transfert basse<br>(8 Hz à 10 Hz) .....                                                           | 28    |
| 5 Amplitudes de vibration recommandées pour une fréquence de transfert élevée<br>(58 Hz à 62 Hz) .....                                                         | 28    |
| 6 Amplitudes de vibration recommandées (déplacement) applicables seulement aux<br>gammes de fréquences ayant une limite supérieure de fréquence de 10 Hz ..... | 30    |
| A.1 Nombre de cycles de balayages et durées d'endurance par axe .....                                                                                          | 58    |
| A.2 Temps de réponse pour une largeur de bande passante constante .....                                                                                        | 62    |

## CONTENTS

|                                                                                                                                | Page |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                                                                                 | 7    |
| INTRODUCTION .....                                                                                                             | 9    |
| Clause                                                                                                                         |      |
| 1 Scope .....                                                                                                                  | 11   |
| 2 Normative references .....                                                                                                   | 11   |
| 3 Definitions .....                                                                                                            | 13   |
| 4 Requirements for testing .....                                                                                               | 17   |
| 5 Severities .....                                                                                                             | 23   |
| 6 Pre-conditioning .....                                                                                                       | 33   |
| 7 Initial measurements .....                                                                                                   | 33   |
| 8 Testing .....                                                                                                                | 33   |
| 9 Intermediate measurements .....                                                                                              | 37   |
| 10 Recovery .....                                                                                                              | 37   |
| 11 Final measurements .....                                                                                                    | 37   |
| 12 Information to be given in the relevant specification .....                                                                 | 37   |
| Annexes                                                                                                                        |      |
| A Guide to Test Fc .....                                                                                                       | 41   |
| B Examples of severities primarily intended for components .....                                                               | 71   |
| C Examples of severities primarily intended for equipment .....                                                                | 75   |
| Tables                                                                                                                         |      |
| 1 Lower frequency .....                                                                                                        | 25   |
| 2 Upper frequency .....                                                                                                        | 25   |
| 3 Recommended frequency ranges .....                                                                                           | 27   |
| 4 Recommended vibration amplitudes with lower cross-over frequency<br>(8 Hz to 10 Hz) .....                                    | 29   |
| 5 Recommended vibration amplitudes with higher cross-over frequency<br>(58 Hz to 62 Hz) .....                                  | 29   |
| 6 Recommended vibration displacement amplitudes applicable only for frequency<br>ranges with an upper frequency of 10 Hz ..... | 31   |
| A.1 Number of sweep cycles and associated endurance times per axis .....                                                       | 59   |
| A.2 Constant bandwidth response time .....                                                                                     | 63   |

| Tableaux                                                                                                                                                                                            | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| A.3 Temps de réponse pour une largeur de bande passante constante en pourcentage .....                                                                                                              | 62    |
| B.1 Endurance par balayage –Exemples avec une fréquence de transfert plus élevée .....                                                                                                              | 70    |
| C.1 Endurance par balayage – Exemples avec une fréquence de transfert plus basse .....                                                                                                              | 74    |
| C.2 Endurance par balayage – Exemples avec une fréquence de transfert plus élevée .....                                                                                                             | 78    |
| Figures                                                                                                                                                                                             |       |
| 1 Abaque donnant l'amplitude des vibrations en fonction de la fréquence, pour une fréquence de transfert basse (8 Hz à 10 Hz) .....                                                                 | 80    |
| 2 Abaque donnant l'amplitude des vibrations en fonction de la fréquence, pour une fréquence de transfert élevée (58 Hz à 62 Hz) .....                                                               | 82    |
| 3 Abaque donnant l'amplitude de déplacement des vibrations en fonction de la fréquence (applicable seulement dans les gammes de fréquences ayant une limite supérieure de fréquence de 10 Hz) ..... | 84    |
| A.1 Facteurs de transmissibilité généralisée pour isolateurs de vibrations .....                                                                                                                    | 86    |

Withholding

| Tables                                                                                                                                          | Page |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| A.3 Constant percentage bandwidth response time .....                                                                                           | 63   |
| B.1 Endurance by sweeping – Examples with higher cross-over frequency .....                                                                     | 71   |
| C.1 Endurance by sweeping – Examples with lower cross-over frequency .....                                                                      | 75   |
| C.2 Endurance by sweeping – Examples with higher cross-over frequency .....                                                                     | 79   |
| <br>Figures                                                                                                                                     |      |
| 1 Nomogram relating vibration amplitude to frequency with lower cross-over frequency (8 Hz to 10 Hz) .....                                      | 81   |
| 2 Nomogram relating vibration amplitude to frequency with higher cross-over frequency (58 Hz to 62 Hz) .....                                    | 83   |
| 3 Nomogram relating vibration displacement amplitude to frequency (only applicable for frequency ranges with an upper frequency of 10 Hz) ..... | 85   |
| A.1 Generalized transmissibility factors for vibration isolators .....                                                                          | 87   |

Withholding

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

### Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 68-2-6 a été établie par le sous-comité 50A: Essais de vibrations, de chocs et autres essais dynamiques, du comité d'études 50 de la CEI: Essais d'environnement.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 1982, les modifications 1 (1983) et 2 (1985) constituent une révision technique.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide CEI 104.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| DIS        | Rapport de vote |
| 50A(BC)232 | 50A/294/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.

La CEI 68 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Essais d'environnement.

Première partie: Généralités et guide

Deuxième partie: Essais

Troisième partie: Informations de base

Quatrième partie: Renseignements destinés aux rédacteurs de spécifications –  
Résumés d'essais

Partie 5: Guide pour la rédaction des méthodes d'essai

Les annexes A, B et C de cette norme sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 2: Tests –  
Test Fc: Vibration (sinusoidal)**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 68-2-6 has been prepared by sub-committee 50A: Vibration, impact and other dynamic tests, of IEC technical committee 50: Environmental testing.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 1982, amendments 1 (1983) and 2 (1985), and constitutes a technical revision.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104.

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

| DIS        | Report on voting |
|------------|------------------|
| 50A(CO)232 | 50A/294/RVD      |

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

IEC 68 consists of the following parts, under the general title: Environmental testing

- Part 1: General and guidance
- Part 2: Tests
- Part 3: Background information
- Part 4: Information for specification writers – Test summaries
- Part 5: Guide to drafting of test methods

Annexes A, B and C of this standard are for information only.

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 68 donne une méthode d'essai applicable aux composants, matériels et autres articles qui peuvent, pendant leur transport ou leur utilisation, être soumis à des conditions comprenant des vibrations de nature harmonique engendrées surtout par des forces rotatives, pulsatoires ou oscillantes comme il en existe à bord des navires, des avions, des véhicules terrestres, des appareils à voilure tournante et dans les applications spatiales, ou qui peuvent être causées par des machines ou par des phénomènes sismiques.

Cette norme consiste essentiellement à soumettre un spécimen à des vibrations sinusoïdales dans une gamme de fréquences donnée ou fréquences discrètes, pendant une durée déterminée. Une étude et recherche de la réponse en fréquence du spécimen peut être prescrite afin d'en déterminer les fréquences critiques.

La spécification particulière indiquera si le spécimen doit fonctionner en présence de vibrations ou s'il suffit qu'il soit encore en état de marche après avoir été soumis à ces vibrations.

Il faut insister sur le fait que les essais aux vibrations requièrent toujours un certain degré d'appréciation technique, et il convient que le fournisseur et le client en aient tous deux pleinement conscience. Toutefois, l'essai aux vibrations sinusoïdales étant de type déterministe, il est relativement simple à effectuer. Il s'applique facilement aussi bien à l'essai de diagnostic qu'à celui de durée de vie.

La partie principale de la présente norme traite surtout des méthodes pour piloter l'essai en des points spécifiés au moyen de méthodes, à la fois analogiques et numériques, et décrit en détail la procédure d'essai. Les exigences sur le mouvement vibratoire, le choix des sévérités (y compris les gammes de fréquences), les amplitudes et les durées d'essai d'endurance sont aussi spécifiées car ces sévérités représentent une série rationnelle de paramètres. On attend du rédacteur de spécifications particulières qu'il choisisse les modalités d'exécution et les valeurs adaptées au spécimen et à son utilisation.

Certains termes ont été définis afin de faciliter une bonne compréhension du texte. Ces définitions sont données à l'article 3.

L'annexe A donne des informations générales pour l'essai et les annexes B et C fournissent des informations pour le choix des sévérités destinées aux composants et aux matériels.

## INTRODUCTION

This part of IEC 68 gives a method of test applicable to components, equipment and other articles which, during transportation or in service, may be subjected to conditions involving vibration of a harmonic pattern, generated primarily by rotating, pulsating or oscillating forces, such as occur in ships, aircraft, land vehicles, rotorcraft and space applications or are caused by machinery and seismic phenomena.

This standard consists basically of subjecting a specimen to sinusoidal vibration over a given frequency range or at discrete frequencies, for a given period of time. A vibration response investigation may be specified which aims at determining critical frequencies of the specimen.

The relevant specification shall indicate whether the specimen shall function during vibration or whether it suffices that it still works after having been submitted to vibration.

It is emphasized that vibration testing always demands a certain degree of engineering judgement, and both the supplier and purchaser should be fully aware of this fact. However, sinusoidal testing is deterministic and therefore relatively simple to perform. Thus it is readily applicable to both diagnostic and service life testing.

The main part of this standard deals primarily with the methods of controlling the test at specified points using either analogue or digital techniques, and gives, in detail, the testing procedure. The requirements for the vibration motion, choice of severities including frequency ranges, amplitudes and endurance times are also specified; these severities representing a rationalized series of parameters. The relevant specification writer is expected to choose the testing procedure and values appropriate to the specimen and its use.

Certain terms have been defined to facilitate a proper understanding of the text. These definitions are given in clause 3.

Annex A gives general guidance for the test and annexes B and C provide guidance on the selection of severities for components and equipment.

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

### Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 68 fournit une méthode d'essai qui donne des règles d'exécution normalisées pour déterminer l'aptitude des composants, matériels et autres articles ci-après désignés «spécimens», à résister à des sévérités spécifiées de vibrations sinusoïdales.

Le but de cet essai est de déterminer les faiblesses mécaniques et/ou les dégradations des caractéristiques spécifiées, et d'utiliser ces renseignements conjointement avec la spécification particulière pour décider si un spécimen est acceptable ou non. On peut l'utiliser, dans certains cas, pour déterminer la robustesse intrinsèque d'un spécimen et/ou pour étudier son comportement dynamique. Il peut être utilisé pour classer les composants en catégories sur la base d'une sélection faite à partir des sévérités données dans l'essai.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale, sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les comités nationaux membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales actuellement en vigueur.

CEI 50(721): 1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 721: Télégraphie, télécopie et communication de données*

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*  
Amendement 1 (1992)

CEI 68-2-34: 1973, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fd: Vibrations aléatoires à large bande – Exigences générales\**  
Amendement 1 (1983)

CEI 68-2-35: 1973, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fda: Vibrations aléatoires à large bande – Reproductibilité Haute\**  
Amendement 1 (1983)

CEI 68-2-36: 1973, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fdb: Vibrations aléatoires à large bande – Reproductibilité Moyenne\**  
Amendement 1 (1983)

\* Les essais Fd, Fda, Fdb et Fdc seront supprimés en 1998.

## ENVIRONMENTAL TESTING –

### Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)

#### 1 Scope

This part of IEC 68 gives a method of test which provides a standard procedure to determine the ability of components, equipment and other articles, hereinafter referred to as specimens, to withstand specified severities of sinusoidal vibration.

The purpose of this test is to determine any mechanical weakness and/or degradation in the specified performance of specimens and to use this information, in conjunction with the relevant specification, to decide the acceptability of the specimens. In some cases, the test method may also be used to demonstrate the mechanical robustness of specimens and/or to study their dynamic behaviour. Categorization of components can also be made on the basis of a selection from within the severities quoted in the test.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 68. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 68 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(721): 1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 721: Telegraphy facsimile and data communication*

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*  
Amendment 1 (1992)

IEC 68-2-34: 1973, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fd: Random vibration wide band – General requirements\**  
Amendment 1 (1983)

IEC 68-2-35: 1973, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fda: Random vibration wide band – Reproducibility High\**  
Amendment 1 (1983)

IEC 68-2-36: 1973, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fdb: Random vibration wide band – Reproducibility Medium\**  
Amendment 1 (1983)

---

\* Tests Fd, Fda, Fdb and Fdc are to be withdrawn in 1998.

CEI 68-2-37: 1973, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fdc: Vibrations aléatoires à large bande – Reproductibilité Basse\**  
Amendement 1 (1983)

CEI 68-2-47: 1982, *Essais environnement – Partie 2: Essais – Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide*

CEI 68-2-64: 1993, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide*

CEI 721-1: 1990, *Classification des conditions d'environnement – Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités*  
Amendement 1 (1992)

ISO 2041: 1990, *Vibrations et chocs – Vocabulaire*

### 3 Définitions

Définitions par ordre alphabétique:

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| Amortissement                         | 3.8     |
| Balayage de fréquences restreint      | 3.11    |
| Cycle de balayage                     | 3.4     |
| Fréquence critique                    | 3.9     |
| Fréquence de résonance centrée        | 3.10    |
| $g_n$                                 | 3.12    |
| Mouvement fondamental                 | 3.6     |
| Mouvement réel                        | 3.7     |
| Pilotage à partir de plusieurs points | 3.3.2   |
| Pilotage à partir d'un seul point     | 3.3.1   |
| Points de mesure                      | 3.2     |
| Points de fixation                    | 3.1     |
| Points de référence                   | 3.2.2   |
| Points de référence fictif            | 3.2.2.1 |
| Points de vérification                | 3.2.1   |
| Tolérance sur le signal               | 3.5     |

Les termes utilisés sont généralement ceux qui sont définis dans l'ISO 2041 et dans la CEI 68-1. Cependant, les termes «cycle de balayage» (3.4) et «tolérance sur le signal» (3.5) ont un sens particulier dans la présente norme.

Les autres termes ci-après ne sont pas identiques à ceux définis dans l'ISO 2041 et la CEI 68-1.

**3.1 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. Si une partie de la structure normale de montage est utilisée comme bâti, les points de fixation seront pris comme étant ceux de la structure de montage et non ceux du spécimen.

IEC 68-2-37: 1973, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fdc: Random vibration wide band – Reproducibility Low\**  
Amendment 1 (1983)

IEC 68-2-47: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance*

IEC 68-2-64: 1993, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fh: Vibration broad-band random (digital control) and guidance*

IEC 721-1: 1990, *Classification of environmental conditions – Part 1: Environmental parameters and their severities*  
Amendment 1 (1992)

ISO 2041: 1990, *Vibration and shock – Vocabulary*

### 3 Definitions

Definitions in alphabetical order:

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| Actual motion                 | 3.7     |
| Basic motion                  | 3.6     |
| Centred resonance frequency   | 3.10    |
| Check point                   | 3.2.1   |
| Critical frequencies          | 3.9     |
| Damping                       | 3.8     |
| Fictitious reference point    | 3.2.2.1 |
| Fixing point                  | 3.1     |
| $g_n$                         | 3.12    |
| Measuring points              | 3.2     |
| Multipoint control            | 3.3.2   |
| Reference point               | 3.2.2   |
| Restricted frequency sweeping | 3.11    |
| Signal tolerance              | 3.5     |
| Single point control          | 3.3.1   |
| Sweep cycle                   | 3.4     |

The terms used are generally as defined in ISO 2041 and in IEC 68-1. However, sweep cycle (3.4) and signal tolerance (3.5) have specific meanings in this standard.

The other terms described below are not identical to, or not defined in, ISO 2041 or in IEC 68-1.

**3.1 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. If a part of the real mounting structure is used as the fixture, the fixing points shall be taken as those of the mounting structure and not of the specimen.

**3.2 points de mesure:** Points particuliers où des informations sont recueillies pour la conduite de l'essai. Ils sont de deux types principaux, définis ci-après.

NOTE – 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 cette norme. Pour plus de détails, voir A.2.1.

**3.2.1 point de vérification:** Point situé sur le bâti de fixation, sur la table vibrante ou sur le spécimen, aussi près que possible de l'un de ses points de fixation et, dans tous les cas, rigidement lié à ce dernier.

#### NOTES

- 1 On utilise plusieurs points de vérification pour s'assurer que les exigences de l'essai sont satisfaites.
- 2 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.
- 3 Dans les cas particuliers, par exemple pour des spécimens complexes ou de dimensions importantes, il convient que la spécification particulière indique les points de vérification, s'ils ne sont pas à proximité des points de fixation.
- 4 Dans le cas d'un grand nombre de petits spécimens montés 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) qui sera lié au support plutôt qu'aux points de fixation des spécimens. Cela n'est valable que lorsque la plus basse fréquence de résonance du support chargé est nettement au-dessus de la limite supérieure de fréquence de l'essai.

**3.2.2 point de référence:** Point choisi parmi les points de vérification et dont on utilise le signal pour piloter l'essai afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées.

**3.2.2.1 point de référence fictif:** Point fictif obtenu à partir de points de vérification multiples, soit manuellement soit automatiquement, dont le résultat est utilisé pour piloter l'essai afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées.

#### 3.3 Points de pilotage

**3.3.1 pilotage à partir d'un seul point:** On utilise le signal venant du capteur placé au point de référence, afin de maintenir ce point au niveau de vibrations spécifié (voir 4.1.4.1).

**3.3.2 pilotage à partir de plusieurs points:** On utilise les signaux provenant de chacun des capteurs placés aux points de vérification et on les traite, soit par des méthodes de comparaison, soit en faisant la moyenne arithmétique de manière continue, selon ce que requiert la spécification particulière (voir 4.1.4.1).

**3.4 cycle de balayage:** Le fait de parcourir une fois dans chaque sens la gamme de fréquences spécifiée, par exemple 10 Hz à 150 Hz à 10 Hz.

NOTE – Les manuels d'utilisation des fabricants de systèmes de pilotage numérique font souvent référence à un cycle de balayage allant de  $f_1$  à  $f_2$ , et non de  $f_1$  à  $f_2$  à  $f_1$ .

**3.5 tolérance sur le signal:** Tolérance sur le signal  $T = \left( \frac{NF}{F} - 1 \right) \times 100$  (en pourcentage)

où

$NF$  est la valeur efficace du signal non filtré;

$F$  est la valeur efficace du signal filtré.

NOTE – Cette grandeur est utilisée quel que soit le signal utilisé pour contrôler l'essai: accélération, vitesse ou déplacement. (voir A.2.2)

**3.2 measuring points:** The test is carried out using data gathered at certain specific points. These are of two main types, the definitions of which are given below.

NOTE – Measurements may be made at points within the specimen in order to assess its behaviour, but these are not considered as measuring points in the sense of this standard. For further details, see A.2.1.

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

#### NOTES

- 1 A number of check points are used as a means of ensuring that the test requirements are satisfied.
- 2 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.
- 3 In special cases, for example for large or complex specimens, the check points will be prescribed in the relevant specification if not close to the fixing points.
- 4 Where a large number of small specimens are mounted on one fixture, or in the case of a small specimen where there are several fixing points, a single check point (i.e. 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 is only valid when the lowest resonance frequency of the loaded fixture is well above the upper frequency of the test.

**3.2.2 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.

**3.2.2.1 fictitious reference point:** A fictitious point derived from multiple check points either manually or automatically, the result of which is used to control the test, so that the requirements of this standard are satisfied.

### 3.3 Control points

**3.3.1 single point control:** This is achieved by using the signal from the transducer at the reference point in order to maintain this point at the specified level (see 4.1.4.1).

**3.3.2 multipoint control:** This is achieved by using the signals from each of the transducers at the check points. The signals are either continuously averaged arithmetically or processed by using comparison techniques, depending upon the relevant specification (see 4.1.4.1).

**3.4 sweep cycle:** A traverse of the specified frequency range once in each direction, for example 10 Hz to 150 Hz to 10 Hz.

NOTE – Manufacturer's handbooks for digital sine control systems often refer to a sweep cycle as  $f_1$  to  $f_2$ , not  $f_1$  to  $f_2$  to  $f_1$ .

**3.5 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 – This parameter applies to whichever signal, i.e. acceleration, velocity or displacement, is being used to control the test. (see A.2.2)

**3.6 mouvement fondamental:** Mouvement à la fréquence de vibration d'excitation au point de référence (voir aussi 4.1.1).

**3.7 mouvement réel:** Mouvement représenté par le signal à large bande provenant du capteur placé au point de référence.

**3.8 amortissement:** Terme générique lié à de nombreux mécanismes de dissipation d'énergie dans un système. 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.

**3.9 fréquence critique:** Fréquence pour laquelle:

- apparaît un mauvais fonctionnement et/ou une altération des propriétés du spécimen, dus aux vibrations, et/ou
- se produisent des résonances mécaniques et/ou d'autres manifestations d'une réponse, par exemple, des martèlements.

**3.10 fréquence de résonance centrée:** Fréquence automatiquement centrée sur la fréquence de résonance réelle apparaissant au cours de l'essai d'endurance.

**3.11 balayage de fréquences restreint:** Balayage sur une gamme de fréquences restreinte comprise entre 0,8 et 1,2 fois la fréquence critique.

**3.12  $g_n$ :** Accélération normalisée due à la pesanteur terrestre, variable en fonction de l'altitude et de la latitude géographique.

NOTE – Pour les besoins de la présente norme, la valeur de  $g_n$  est arrondie au nombre entier le plus proche, soit 10 m/s<sup>2</sup>.

## 4 Exigences pour l'essai

### 4.1 Caractéristiques requises

Les caractéristiques requises s'appliquent à tout l'appareillage d'essai, ce qui inclut les amplificateurs de puissance, l'excitateur, les moyens de fixation, le système de pilotage et le spécimen monté pour l'essai.

#### 4.1.1 Mouvement fondamental

Le mouvement fondamental doit être une fonction sinusoïdale du temps et tel que les points de fixation du spécimen se déplacent sensiblement en phase et suivant des directions rectilignes et parallèles, compte tenu des limitations de 4.1.2 et de 4.1.3.

**3.6 basic motion:** Motion at the driving frequency of vibration at the reference point (see also 4.1.1).

**3.7 actual motion:** Motion represented by the wideband signal returned from the reference point transducer.

**3.8 damping:** The generic term ascribed to the numerous energy dissipation mechanisms in a system. In practice, damping depends on many parameters, such as the structural system, mode of vibration, strain, applied forces, velocity, materials, joint slippage, etc.

**3.9 critical frequencies:** Frequencies at which:

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

**3.10 centred resonance frequency:** Frequency automatically centred on the actual resonance frequency derived from the vibration response investigation.

**3.11 restricted frequency sweeping:** Sweeping over a restricted frequency range between 0,8 and 1,2 times the critical frequency.

**3.12  $g_n$ :** Standard acceleration due to the earth's gravity, which itself varies with altitude and geographical latitude.

NOTE - For the purpose of this standard, the value of  $g_n$  is rounded up to the nearest whole number, that is 10 m/s<sup>2</sup>.

## 4 Requirements for testing

### 4.1 Required characteristics

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

#### 4.1.1 Basic motion

The basic motion shall be a sinusoidal function of time and such that the fixing points of the specimen move substantially in phase and in straight parallel lines, subject to the limitations of 4.1.2 and 4.1.3.

#### 4.1.2 *Mouvement parasite*

##### 4.1.2.1 *Mouvement transversal*

Le niveau maximal de vibration aux points de vérification et selon tout axe perpendiculaire à l'axe spécifié, ne doit pas dépasser 50 % de l'amplitude spécifiée jusqu'à 500 Hz ni 100 % pour les fréquences dépassant 500 Hz. Les mesures n'ont besoin de couvrir que la gamme de fréquences spécifiée. Dans les cas spéciaux, par exemple pour les petits spécimens, l'amplitude du mouvement transversal toléré peut être limitée à 25 % si la spécification particulière le prescrit.

Dans certains cas, par exemple pour les spécimens de grande taille ou de masse élevée ou encore pour certaines fréquences, il peut être difficile de respecter les valeurs données plus haut. Dans de tels cas, la spécification particulière doit dire laquelle des exigences suivantes s'applique:

- a) noter et préciser dans le rapport d'essai tout mouvement transversal dépassant les limites établies ci-dessus,
- b) ou ne pas contrôler le mouvement transversal s'il est établi que celui-ci ne présente pas de risque pour le spécimen.

##### 4.1.2.2 *Mouvement de rotation*

Dans le cas de spécimens de grande taille ou de masse élevée, un mouvement important de rotation parasite de la table vibrante peut survenir. La spécification particulière doit alors prescrire un niveau acceptable. Le niveau atteint doit être précisé dans le rapport d'essai (voir également A.2.4).

##### 4.1.3 *Tolérance sur le signal*

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, les mesures de la tolérance sur le signal d'accélération doivent être faites. Elles doivent être exécutées au point de référence et doivent couvrir les fréquences allant jusqu'à 5 000 Hz ou cinq fois la fréquence d'excitation, si cette dernière valeur est la plus petite. Toutefois, cette fréquence d'analyse maximale peut être portée à la fréquence supérieure de l'essai, ou au-delà, si cela est prescrit par la spécification particulière. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la tolérance sur le signal ne doit pas être supérieure à 5 % (voir 3.5).

Si prescrit dans la spécification particulière, l'amplitude de l'accélération du signal de pilotage à la fréquence d'excitation fondamentale est rétablie à la valeur spécifiée en utilisant un filtre de poursuite (voir A.4.4).

Dans le cas de spécimens de grande taille ou complexes, où 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'amplitude de l'accélération, mais la tolérance sur le signal doit être précisée dans le rapport d'essai (voir A.2.2).

NOTE – Si un filtre de poursuite n'est pas utilisé et si la tolérance sur le signal est supérieure à 5 %, la reproductibilité peut être affectée de façon significative du fait du choix entre les systèmes de pilotage analogique ou numérique (voir A.4.5).

La spécification particulière peut demander que l'on précise dans le rapport d'essai les valeurs de la tolérance sur le signal définie ci-dessus ainsi que la gamme de fréquences concernée, qu'un filtre de poursuite ait été utilisé ou non (voir A.2.2).

#### 4.1.2 *Spurious motion*

##### 4.1.2.1 *Transverse motion*

The maximum vibration amplitude at the check points in any axis perpendicular to the specified axis shall not exceed 50 % of the specified amplitude up to 500 Hz or 100 % for frequencies in excess of 500 Hz. The measurements need only cover the specified frequency range. In special cases, e.g. small specimens, the amplitude of the permissible transverse motion may be limited to 25 %, if required by the relevant specification.

In some cases, for example for large size or high mass specimens or at some frequencies, it may be difficult to achieve the figures quoted above. In such cases the relevant specification shall state which of the following requirements apply:

- a) any transverse motion in excess of that stated above shall be noted and stated in the test report; or
- b) transverse motion which is known to offer no hazard to the specimen need not be monitored.

##### 4.1.2.2 *Rotational motion*

In the case of large size or high mass specimens, the occurrence of spurious rotational motion of the vibration table may be important. If so, the relevant specification shall prescribe a tolerable level. The achieved level shall be stated in the test report (see also A.2.4).

##### 4.1.3 *Signal tolerance*

Unless otherwise stated in the relevant specification, acceleration signal tolerance measurements shall be performed. They shall be carried out at the reference point and shall cover the frequencies up to 5 000 Hz or five times the driving frequency whichever is the lesser. However, this maximum analysing frequency may be extended to the upper test frequency for the sweep, or beyond, if specified in the relevant specification. Unless otherwise stated in the relevant specification, the signal tolerance shall not exceed 5 % (see 3.5).

If stated in the relevant specification, the acceleration amplitude of the control signal at the fundamental driving frequency shall be restored to the specified value by use of a tracking filter (see A.4.4).

In the case of large or complex specimens, where the specified signal tolerance values 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, but the signal tolerance shall be stated in the test report (see A.2.2).

NOTE – If a tracking filter is not used and the signal tolerance is in excess of 5 %, the reproducibility may be significantly affected by the choice of either a digital or analogue control system (see A.4.5).

The relevant specification may require that the signal tolerance, together with the frequency range affected, is stated in the test report whether or not a tracking filter has been used (see A.2.2).

#### 4.1.4 Tolérances sur l'amplitude de la vibration

L'amplitude du mouvement fondamental suivant l'axe requis, aux points de vérification et de référence, doit être égale à la valeur spécifiée avec les tolérances spécifiées ci-après. Ces tolérances comprennent les erreurs dues à l'instrumentation. La spécification particulière peut demander que le rapport d'essai précise le niveau de confiance utilisé dans l'évaluation des incertitudes de mesure.

Aux fréquences basses ou avec des spécimens de grande taille ou de masse élevée, il peut être difficile de respecter les tolérances requises. Dans ces cas-là, une tolérance plus large ou l'utilisation d'une autre méthode d'évaluation doit être prescrite par la spécification particulière et précisée dans le rapport d'essai.

##### 4.1.4.1 Point de référence

Tolérance sur le signal de pilotage au point de référence:  $\pm 15\%$  (voir A.2.3).

La spécification particulière doit indiquer si l'on doit faire le pilotage à partir d'un ou de plusieurs points. S'il est prescrit un pilotage à partir de plusieurs points, la spécification particulière doit indiquer si l'on doit maintenir au niveau de vibrations spécifié la valeur moyenne des signaux aux points de vérification, ou la valeur du signal en un point particulier, par exemple celui qui a la plus grande amplitude (voir A.2.3).

NOTE – S'il n'est pas possible de réaliser le pilotage à partir d'un seul point, on peut effectuer le pilotage à partir de plusieurs points en vérifiant la valeur moyenne ou extrême des signaux aux points de vérification. Dans chacun de ces cas de contrôle en plusieurs points, le point est un point de référence fictif. La méthode utilisée doit être précisée dans le rapport d'essai.

##### 4.1.4.2 Points de vérification

En chaque point de vérification:

$\pm 25\%$  jusqu'à 500 Hz;

$\pm 50\%$  au-dessus de 500 Hz.

(Voir A.2.3.)

#### 4.1.5 Tolérances sur la fréquence

Les tolérances requises sur la fréquence s'appliquent aussi bien à la recherche et à l'étude des fréquences critiques qu'à l'essai d'endurance.

##### 4.1.5.1 Endurance par balayage

$\pm 0,05$  Hz jusqu'à 0,25 Hz;

$\pm 20\%$  de 0,25 Hz à 5 Hz;

$\pm 1$  Hz de 5 Hz à 50 Hz;

$\pm 2\%$  au-dessus de 50 Hz.

#### 4.1.4 *Vibration amplitude tolerances*

The basic motion amplitude in the required axis at the check and reference points shall be equal to the specified value, within the following tolerances. These tolerances include instrumentation errors. The relevant specification may require that the confidence level used in the assessment of measurement uncertainty is stated in the test report.

At low frequencies or with large size or high mass specimens it may be difficult to achieve the required tolerances. In these cases it is expected that a wider tolerance or the use of an alternative method of assessment shall be prescribed in the relevant specification and stated in the test report.

##### 4.1.4.1 *Reference point*

Tolerance on the control signal at the reference point:  $\pm 15\%$  (see A.2.3).

The relevant specification shall state whether single point or multipoint control shall be used. If multipoint control is prescribed, the relevant specification shall state whether the average value of the signal at the check points or the value of the signal at a selected point (for example, that with the largest amplitude) shall be controlled to the specified level (see A.2.3).

NOTE – If it is not possible to achieve single point control, then multipoint control may be used by controlling the average or extreme value of the signals at the check points. In either of these cases of multipoint control, the point is a fictitious reference point. The method used shall be stated in the test report.

##### 4.1.4.2 *Check points*

At each check point:

- $\pm 25\%$  up to 500 Hz;
- $\pm 50\%$  above 500 Hz.

(See A.2.3.)

#### 4.1.5 *Frequency tolerances*

The following frequency tolerances apply.

##### 4.1.5.1 *Endurance by sweeping*

- $\pm 0,05$  Hz up to 0,25 Hz;
- $\pm 20\%$  from 0,25 Hz to 5 Hz;
- $\pm 1$  Hz from 5 Hz to 50 Hz;
- $\pm 2\%$  above 50 Hz.

#### 4.1.5.2 *Endurance à une fréquence fixe*

a) Fréquence fixe:

$\pm 2 \%$ .

b) Fréquence quasi fixe:

$\pm 0,05$  Hz jusqu'à 0,25 Hz;

$\pm 20 \%$  de 0,25 Hz à 5 Hz;

$\pm 1$  Hz de 5 Hz à 50 Hz;

$\pm 2 \%$  au-dessus de 50 Hz.

#### 4.1.5.3 *Mesure de la fréquence critique*

Lorsque les fréquences critiques (voir 8.1) doivent être comparées avant et après l'épreuve d'endurance, c'est-à-dire pendant une recherche et une étude des fréquences critiques, les tolérances suivantes s'appliquent:

$\pm 0,05$  Hz jusqu'à 0,5 Hz;

$\pm 10 \%$  de 0,5 Hz à 5 Hz;

$\pm 0,5$  Hz de 5 Hz à 100 Hz;

$\pm 0,5 \%$  au-dessus de 100 Hz.

#### 4.1.6 *Balayage*

Le balayage doit être continu et la fréquence doit varier exponentiellement en fonction du temps (voir A.4.3). La vitesse de balayage doit être d'une octave par minute avec une tolérance de  $\pm 10 \%$ . Elle peut être modifiée pour la recherche et l'étude des fréquences critiques (voir 8.1).

NOTE – Avec un système à pilotage numérique, il n'est pas strictement correct de se référer au balayage comme étant continu, mais la différence n'est pas significative sur le plan pratique.

#### 4.2 *Fixation*

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, les spécimens doivent être fixés sur l'appareillage d'essai selon les exigences de la CEI 68-2-47. Pour les spécimens normalement montés sur isolateurs de vibrations, voir aussi la NOTE de 8.2.2, ainsi que A.3.1, A.3.2 et A.5.

### 5 *Sévérités*

Une sévérité de vibration est définie par la combinaison de trois paramètres: gamme de fréquences, amplitude de vibration, durée de l'épreuve d'endurance (en nombre de cycles de balayage ou en temps).

Pour chaque paramètre, la spécification particulière doit choisir l'exigence appropriée parmi celles qui sont énumérées ci-dessous ou celles qui sont déduites d'autres sources d'informations appropriées (par exemple la CEI 721). Si l'environnement connu est sensiblement différent, les exigences doivent être déterminées en fonction de celui-ci par la spécification particulière.

#### 4.1.5.2 *Endurance at fixed frequency*

a) Fixed frequency:

$\pm 2$  %.

b) Almost fixed frequency:

$\pm 0,05$  Hz up to 0,25 Hz;

$\pm 20$  % from 0,25 Hz to 5 Hz;

$\pm 1$  Hz from 5 Hz to 50 Hz;

$\pm 2$  % above 50 Hz.

#### 4.1.5.3 *Measurement of critical frequency*

When the critical frequencies (see 8.1) before and after endurance are to be compared, i.e. during vibration response investigations, the following tolerances shall apply:

$\pm 0,05$  Hz up to 0,5 Hz;

$\pm 10$  % from 0,5 Hz to 5 Hz;

$\pm 0,5$  Hz from 5 Hz to 100 Hz;

$\pm 0,5$  % above 100 Hz.

#### 4.1.6 *Sweep*

The sweeping shall be continuous and the frequency shall change exponentially with time (see A.4.3). The sweep rate shall be one octave per minute with a tolerance of  $\pm 10$  %. This may be varied for a vibration response investigation (see 8.1).

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

#### 4.2 *Mounting*

Unless otherwise stated in the relevant specification, the specimens shall be mounted on the test apparatus in accordance with the requirements in IEC 68-2-47. For specimens normally mounted on vibration isolators, see in addition 8.2.2 NOTE, A.3.1, A.3.2 and A.5.

### 5 Severities

A vibration severity is defined by the combination of the three parameters: frequency range, vibration amplitude and duration of endurance (in sweep cycles or time).

For each parameter, the relevant specification shall choose the appropriate requirements from those listed below or derived from other known sources of relevant data (for example IEC 721). If the known environment is substantially different, the requirements shall be related to it by the relevant specification.

Afin de permettre une certaine souplesse dans les situations où l'environnement réel est connu, il peut être utile de spécifier une amplitude de l'accélération ayant une valeur donnée en fonction de la fréquence et, dans ces cas, la spécification particulière doit prescrire le niveau vibratoire en fonction de la fréquence. Les différents niveaux et leurs gammes de fréquences correspondantes, c'est-à-dire les points de rupture, doivent être choisis, chaque fois que cela est possible, à partir des valeurs données dans la présente norme.

Des exemples de sévérités sont donnés dans l'annexe B pour les composants et dans l'annexe C pour les matériels (voir aussi A.4.1 et A.4.2).

### 5.1 Gamme de fréquences

La spécification particulière doit déterminer la gamme de fréquences en choisissant la fréquence inférieure parmi celles du tableau 1 et la fréquence supérieure parmi celles du tableau 2. Les gammes recommandées sont présentées dans le tableau 3.

Pour des applications particulières, des exemples de gammes de fréquences sont données dans les tableaux B.1, C.1 et C.2.

**Tableau 1 – Basse fréquence**

| $f_1$<br>Hz |
|-------------|
| 0,1         |
| 1           |
| 5           |
| 10          |
| 55          |
| 100         |

**Tableau 2 – Haute fréquence**

| $f_2$<br>Hz |
|-------------|
| 10          |
| 20          |
| 35          |
| 55          |
| 100         |
| 150         |
| 300         |
| 500         |
| 2 000       |
| 5 000       |

To permit some flexibility in situations where the real environment is known, it may be appropriate to specify a shaped acceleration versus frequency curve and in these cases the relevant specification shall prescribe the shape as a function of frequency. The different levels and their corresponding frequency ranges, that is the break points, shall be selected, wherever possible, from the values given in this standard.

Examples of severities for components are given in annex B and for equipment in annex C (see also A.4.1 and A.4.2).

### 5.1 Frequency range

The frequency range shall be stated in the relevant specification by selecting a lower frequency from table 1 and an upper frequency from table 2. The recommended ranges are shown in table 3.

Examples of ranges for particular applications are given in tables B.1, C.1 and C.2.

**Table 1 – Lower frequency**

| $f_1$<br>Hz |
|-------------|
| 0,1         |
| 1           |
| 5           |
| 10          |
| 55          |
| 100         |

**Table 2 – Upper frequency**

| $f_2$<br>Hz |
|-------------|
| 10          |
| 20          |
| 35          |
| 55          |
| 100         |
| 150         |
| 300         |
| 500         |
| 2 000       |
| 5 000       |