



IEC 60068-2-64

Edition 2.0 2008-04

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

W

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	8
4 Requirements for test apparatus.....	12
4.1 General.....	12
4.2 Basic motion .....	12
4.3 Cross-axis motion .....	13
4.4 Mounting .....	13
4.5 Measuring systems.....	13
4.6 Vibration tolerances .....	14
4.7 Control strategy.....	17
4.8 Vibration response investigation.....	17
5 Severities .....	18
5.1 Test frequency range .....	18
5.2 RMS value of acceleration .....	18
5.3 Shape of acceleration spectral density curve.....	18
5.4 Test duration .....	19
6 Preconditioning .....	19
7 Initial measurements and functional performance test .....	19
8 Testing .....	19
8.1 General.....	19
8.2 Initial vibration response investigation.....	20
8.3 Low-level excitation for equalization prior to testing.....	20
8.4 Random testing .....	21
8.5 Final vibration response investigation.....	21
9 Recovery.....	21
10 Final measurements and functional performance .....	21
11 Information to be given in the relevant specification .....	22
12 Information to be given in the test report .....	22
 Annex A (informative) Standardized test spectra.....	 24
Annex B (informative) Guidance.....	30
 Bibliography.....	 34
 Figure 1 – Tolerance bands for acceleration spectral density; initial and final slope (see B.2.3).....	 14
Figure 2 – Time history of stochastically excitation; probability density function with Gaussian (normal) distribution (Example with crest factor = 3, see also 3.14 and 4.6.2) .....	15
Figure 3 – Statistical accuracy of acceleration spectral density versus degrees of freedom for different confidence levels (see also 4.6.3) .....	16

Table A.1 – Categories for spectrum: transportation ..... 24

Table A.2 – Break points for spectrum: transportation ..... 25

Table A.3 – Categories for spectrum: stationary installation ..... 25

Table A.4 – Break points for spectrum: stationary installation ..... 26

Table A.5 – Categories for spectrum: equipment in wheeled vehicles ..... 27

Table A.6 – Break points for spectrum: equipment in wheeled vehicles ..... 28

Table A.7 – Categories for spectrum: equipment in airplanes and helicopters ..... 29

Table A.8 – Break points for spectrum: equipment in airplanes and helicopters ..... 29

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## ENVIRONMENTAL TESTING –

### **Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance**

#### 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60068-2-64 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1993, and constitutes a technical revision.

The major changes with regard to the previous edition concern the removal of Method 1 and Method 2, replaced by a single method, and replacement of Annex A with suggested test spectra and removal of Annex C.

Also included in this revision is the testing of soft packed specimens.

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

FDIS	Report on voting
104/456/FDIS	104/459/RVD

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

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

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

## INTRODUCTION

This part of IEC 60068 deals with broadband random vibration testing intended for general application to components, equipment and other products, hereinafter referred to as "specimens", that may be subjected to vibrations of a stochastic nature. The methods and techniques in this standard are based on digital control of random vibration. It permits the introduction of variations to suit individual cases if these are prescribed by the relevant specification.

Compared with most other tests, test Fh is not based on deterministic but on statistical techniques. Broad-band random vibration testing is therefore described in terms of probability and statistical averages.

It is emphasized that random 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.

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

Annexes A and B are informative annexes giving examples of test spectra for different environmental conditions, a list of details to be considered for inclusion in specifications and guidance.

## ENVIRONMENTAL TESTING –

### Part 2-64: Tests-Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

#### 1 Scope

This part of IEC 60068 demonstrates the adequacy of specimens to resist dynamic loads without unacceptable degradation of its functional and/or structural integrity when subjected to the specified random vibration test requirements.

Broadband random vibration may be used to identify accumulated stress effects and the resulting mechanical weakness and degradation in the specified performance. This information, in conjunction with the relevant specification, may be used to assess the acceptability of specimens.

This standard is applicable to specimens which may be subjected to vibration of a stochastic nature resulting from transportation or operational environments, for example in aircraft, space vehicles and land vehicles. It is primarily intended for unpackaged specimens, and for items in their transportation container when the latter may be considered as part of the specimen itself. However, if the item is packaged, then the item itself is referred to as a product and the item and its packaging together are referred to as a test specimen. This standard may be used in conjunction with IEC 60068-2-47:2005, for testing packaged products.

If the specimens are subjected to vibration of a combination of random and deterministic nature resulting from transportation or real life environments, for example in aircraft, space vehicles and for items in their transportation container, testing with pure random may not be sufficient. See IEC 60068-3-8:2003 for estimating the dynamic vibration environment of the specimen and based on that, selecting the appropriate test method.

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

#### 2 Normative references

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

IEC 60050-300: *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

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

IEC 60068-2-6: *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 60068-3-8:2003, *Environmental testing – Part 3-8: Supporting documentation and guidance – Selecting amongst vibration tests*

IEC 60068-5-2: *Environmental testing – Part 5-2: Guide to drafting of test methods – Terms and definitions*

IEC 60721-3 (all parts), *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO 2041: *Vibration and shock – Vocabulary*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	38
INTRODUCTION.....	40
1 Domaine d'application .....	41
2 Références normatives.....	41
3 Termes et définitions .....	42
4 Exigences pour l'appareillage d'essai .....	46
4.1 Généralités.....	46
4.2 Mouvement fondamental .....	47
4.3 Mouvement d'axe transversal .....	47
4.4 Montage du spécimen .....	47
4.5 Systèmes de mesure.....	48
4.6 Tolérances sur les vibrations.....	48
4.7 Technique de pilotage.....	51
4.8 Recherche et étude des fréquences critiques .....	52
5 Sévérités.....	52
5.1 Gamme de fréquence d'essai .....	52
5.2 Valeur efficace de l'accélération.....	53
5.3 Forme de la courbe de densité spectrale d'accélération .....	53
5.4 Durée d'essai .....	53
6 Préconditionnement.....	53
7 Mesures initiales et essai de performance de fonctionnement .....	53
8 Epreuve.....	53
8.1 Généralités.....	53
8.2 Recherche et étude initiales des fréquences critiques .....	54
8.3 Excitation à bas niveau pour l'égalisation avant l'épreuve.....	55
8.4 Epreuve aléatoire .....	55
8.5 Recherche et étude finales des fréquences critiques .....	56
9 Reprise .....	56
10 Mesures finales et essai de performance de fonctionnement .....	56
11 Renseignements que doit donner la spécification particulière .....	56
12 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai .....	57
Annexe A (informative) Spectres d'essai normalisés .....	59
Annexe B (informative) Guide .....	66
Bibliographie.....	71
Figure 1 – Bandes de tolérance pour la densité spectrale d'accélération; pente initiale et finale (voir B.2.3) .....	48
Figure 2 – Accélérogramme de l'excitation stochastique; fonction de la densité de probabilité avec distribution (normale) gaussienne (Exemple avec le facteur de crête = 3, voir aussi 3.14 et 4.6.2) .....	49

Figure 3 – Précision statistique de la densité spectrale d'accélération par rapport aux degrés statistiques de liberté pour différents niveaux de confiance (voir aussi 4.6.3) ..... 50

Tableau A.1 – Catégories pour le spectre: transport ..... 59

Tableau A.2 – Points aux fréquences de transfert pour le spectre: transport ..... 60

Tableau A.3 – Catégories pour le spectre: installations fixes..... 61

Tableau A.4 – Points aux fréquences de transfert pour le spectre: installations fixes ..... 61

Tableau A.5 – Catégories pour le spectre: matériels dans les véhicules à roues ..... 62

Tableau A.6 – Points aux fréquences de transfert pour le spectre: matériels dans les véhicules à roues..... 63

Tableau A.7 – Catégories pour le spectre: matériels dans les avions et les hélicoptères..... 64

Tableau A.8 – Points aux fréquences de transfert pour le spectre: matériels dans les avions et les hélicoptères ..... 65

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

#### **Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide**

#### 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60068-2-64 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1993, et constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente concernent le retrait de la Méthode 1 et de la Méthode 2, remplacées par une méthode unique, et remplacement de l'Annexe A par des spectres d'essais préconisés et le retrait de l'Annexe C.

Aussi inclus dans cette révision, l'essai des spécimens avec emballages mous.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/456/FDIS	104/459/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.

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

## INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60068 traite des essais de vibrations aléatoires à large bande et est prévue pour des applications générales à des composants, matériels et autres produits, désignés dans la suite du texte par le terme « spécimens », qui peuvent être soumis à des vibrations de nature stochastique. Les méthodes et techniques de cette norme sont basées sur l'asservissement numérique des vibrations aléatoires. Il permet l'introduction de variations convenant à des cas individuels lorsque ceux-ci sont prescrits par la spécification particulière.

Comparé à la plupart des autres essais, l'essai Fh est basé sur des techniques non pas déterministes mais statistiques. L'essai aux vibrations aléatoires à large bande est donc décrit en termes de probabilités et de moyennes statistiques.

Il est à noter que l'essai aléatoire exige toujours un certain niveau de compétence en ingénierie et il convient que le fournisseur et l'acheteur en soient parfaitement conscients. Le rédacteur d'une spécification particulière doit choisir la procédure d'essai et les valeurs de sévérité appropriées au spécimen et à son utilisation.

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

Les Annexes A et B sont des annexes informatives présentant des exemples de spectres d'essai pour différentes conditions d'environnement, une liste des renseignements à prendre en compte dans les spécifications et le guide.

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

### Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide

#### 1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60068 a pour objet de démontrer la capacité des spécimens à résister aux charges dynamiques sans dégradation inacceptable de leur intégrité de fonctionnement et/ou de structure, lorsqu'ils sont soumis à des exigences d'essais de vibrations aléatoires spécifiées.

L'essai de vibration aléatoire à large bande peut être utilisé pour identifier les effets de contraintes accumulées ainsi que la faiblesse et la dégradation mécaniques résultantes de la performance spécifiée. Ces informations, conjointement avec la spécification particulière, peuvent être utilisées pour évaluer l'acceptabilité des spécimens.

Cette norme est applicable à des spécimens qui peuvent être soumis à des vibrations de nature stochastique dues au transport ou à l'environnement rencontré en service, par exemple, à bord d'avions et de véhicules spatiaux ou à bord de véhicules terrestres. Elle est destinée en premier lieu à des spécimens non emballés et à des objets dans leur emballage de transport lorsque celui-ci peut être considéré comme faisant partie du spécimen lui-même. Cependant, si l'article est emballé alors l'article lui-même est désigné comme produit et l'article ainsi que son emballage sont désignés comme spécimen d'essai. Cette norme peut être utilisée conjointement avec la CEI 60068-2-47:2005, pour l'essai des produits emballés.

Si les spécimens sont soumis à des vibrations d'une combinaison de nature aléatoire et déterministe résultant du transport ou des environnements de la vie réelle, par exemple à bord d'avions, de véhicules spatiaux et pour des éléments dans leur emballage de transport, les essais purement aléatoires peuvent ne pas être suffisants. Voir la CEI 60068-3-8:2003 pour l'estimation de l'environnement de vibrations dynamiques du spécimen et sur cette base, pour la sélection de la méthode d'essai appropriée.

Bien qu'elle soit destinée en premier lieu à des spécimens électrotechniques, cette norme ne s'applique pas seulement à ceux-ci et peut être utilisée dans d'autres domaines, si on le désire (voir l'Annexe A).

#### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-300: *Vocabulaire Electrotechnique International – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

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

CEI 60068-2-6: *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*

CEI 60068-3-8:2003, *Essais d'environnement – Partie 3-8: Documentation d'accompagnement et lignes directrices – Sélection d'essais de vibrations*

CEI 60068-5-2:1990, *Essais d'environnement – Partie 5-2: Guide pour la rédaction des méthodes d'essais– Termes et définitions*

CEI 60721-3 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités*

Guide CEI 104, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

ISO 2041: *Vibrations et chocs – Vocabulaire*