NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60068-2-80

Première édition
First edition
2005-05

BASIC SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Essais d'environnement –

Partie 2-80:
Essais – Essai Fi: Vibration – Mode mixte

Environmental testing –

Part 2-80:
Tests – Test Fi: Vibration – Mixed mode

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE X

For price, see current catalogue
Pour prix, voir catalogue en vigueur

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 10

1 Domaine d'application 12
2 Références normatives 12
3 Termes et définitions 14
4 Exigences pour l'essai 24
4.1 Généralités 24
4.2 Mouvement de base 24
4.3 Mouvement de l'axe transversal 24
4.4 Fixation 26
4.5 Systèmes de mesure 26
5 Exigences pour les essais en mode mixte 28
5.1 Tolérances de vibration – Bruit 30
5.2 Tolérances de vibration – Sinus 36
5.3 Stratégie de contrôle 38
5.4 Etude de la réponse aux vibrations 40
6 Sévérités 40
6.1 Vibrations aléatoires bande large 42
6.2 Bandes étroites aléatoires 42
6.3 Profils du balayage sinus 44
7 Préconditionnement 46
8 Mesures initiales 46
9 Essais 46
9.1 Généralités 46
9.2 Etude initiale de la réponse aux vibrations 48
9.3 Faible excitation pour l'égalisation avant l'essai 50
9.4 Essai de vibrations en mode mixte 50
9.5 Etude finale de la réponse aux vibrations 52
10 Mesures intermédiaires 52
11 Rétablissement 52
12 Mesures finales 52
13 Informations à fournir dans la spécification particulière 52
14 Informations à fournir dans le rapport d'essai 54

Annexe A (informative) Informations générales sur le mode mixte 58
Annexe B (informative) Guide 70

Bibliographie 82

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 11

1 Scope 13
2 Normative references 13
3 Terms and definitions 15
4 Requirements for testing 25
4.1 General 25
4.2 Control systems 25
4.3 Basic motion 25
4.4 Cross axis motion 25
4.5 Mounting 27
4.6 Measuring systems 27
5 Requirements for testing mixed mode 29
5.1 Vibration tolerances – Random 31
5.2 Vibration tolerances – Sine 37
5.3 Control strategy 39
5.4 Vibration response investigation 41
6 Severities 41
6.1 Broadband random vibration 43
6.2 Random narrowbands 43
6.3 Sine tones 45
7 Preconditioning 47
8 Initial measurements 47
9 Testing 47
9.1 General 47
9.2 Initial vibration response investigation 49
9.3 Low-level excitation for equalization prior to testing 51
9.4 Mixed mode testing 51
9.5 Final vibration response investigation 53
10 Intermediate measurements 53
11 Recovery 53
12 Final measurements 53
13 Information to be given in the relevant specification 53
14 Information to be given in the test report 55

Annex A (informative) Mixed mode general information 59
Annex B (informative) Guidance 71

Bibliography 83

Figure 1 – Limites pour la densité spectrale d'accélération (voir également 5.1.1) 28
Figure 2 – Excitation stochastique, représentation de l'écrêtage du signal et de la densité de probabilité gaussienne (normale) 30
Figure 3 – Exactitude statistique de la densité spectrale d'accélération en fonction des degrés de liberté pour différents niveaux de confiance 32
Figure 4 – Distribution (densité de probabilité) des signaux sinus, sinus sur bruit et aléatoire 34
Figure 5 – Vitesse de balayage sinusoïdale recommandée en tant que fonction du rapport de puissance en sinus sur bruit dépendant de E_{sor} 46
Figure A.1 – Sinus à 160 Hz 62
Figure A.2 – Sinus à 380 Hz 64
Figure A.3 – Autocorrélation – Sinus à 160 Hz 64

Tableau A.1 – Détermination d'une onde sinusoïdale par calcul APD 66
Tableau A.2 – Détermination d'une onde sinusoïdale par calcul d'autocorrélation 68

Figure 1 – Boundaries for acceleration spectral density (see also 5.1.1) 29
Figure 2 – Stochastical excitation, representation of signal clipping and Gaussian (normal) probability 31
Figure 3 – Statistical accuracy of acceleration spectral density versus degrees of freedom for different confidence levels 33
Figure 4 – Distribution (probability density) of sine, sine-on-random and random signals 35
Figure 5 – Recommended sinusoidal sweep rate as a function of power ratio for sine on random depending on E_{sor} 47
Figure A.1 – Sine at 160 Hz 63
Figure A.2 – Sine at 380 Hz 65
Figure A.3 – Auto correlation – Sine at 160 Hz 65

Table A.1 – Determination of sine wave with APD calculation 67
Table A.2 – Determination of sine wave with autocorrelation calculation 69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-80: Essais – Essai Fi: Vibration – Mode mixte

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 60068-2-80 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/363/FDIS	104/368/RVD

Le rapport de votre 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 d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide CEI 104.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-80: Tests – Test Fi: Vibration – Mixed mode

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 60068-2-80 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

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

FDIS	Report on voting
104/363/FDIS	104/368/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.

Cette norme constitue la Partie 2-80 de la CEI 60068 qui comportent les parties principales suivantes, présentées sous le titre général *Essais d'environnement:*

Partie 1: Généralités et guide

Partie 2: Essais

Partie 3: Documentation d'accompagnement et guide

Partie 4: Renseignements destinés aux rédacteurs de spécification

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

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.

This standard forms Part 2-80 of IEC 60068 which consists of the following major parts, under the general title *Environmental testing:*

Part 1: General and guidance

Part 2: Tests

Part 3: Supporting documentation and guidance

Part 4: Information for specification writers

Part 5: Guide to drafting of test methods

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

La présente méthode d'essais de vibrations en mode mixte exige l'asservissement numérique des vibrations aléatoires large bande et des techniques associées à la combinaison de vibrations sinusoïdales et/ou de vibrations aléatoires bande étroite spécifiées sur une base aléatoire bande large.

La présente norme est destinée à une application générale aux composants, matériel et autres produits, désignés ci-après «spécimens», lorsqu'une simulation des réponses à bande large de nature complexe est nécessaire pour les spécimens.

La méthode d'essai est principalement basée sur l'utilisation d'un générateur de vibrations servo-hydraulique ou électrodynamique relié à un système asservi informatisé fonctionnant comme un système d'essais de vibrations.

Il est important de souligner que les essais en mode mixte exigent toujours un certain niveau d'expertise technique et il est recommandé que le fournisseur comme l'acheteur soient informés. L'auteur de la spécification concernée est censé sélectionner la procédure d'essai et les valeurs de sévérité adaptées au spécimen et à son utilisation.

INTRODUCTION

This method for mixed mode vibration testing requires the digital control of broadband random vibrations and techniques associated with the combination of sinusoidal vibration and/or specified narrowband random with a broadband random background.

This standard is intended for general application to components, equipment and other products, hereinafter referred to as ”specimens”, when simulation is required of broadband responses of a complex nature for the specimens.

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.

It is emphasized that mixed mode 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.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-80: Essais – Essai Fi: Vibration – Mode mixte

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60068 est destinée à une application générale aux essais des spécimens lorsqu'une simulation d'excitation de vibrations complexes et mixtes est nécessaire.

L'objectif de l'essai est de prouver l'adéquation du spécimen à résister aux excitations spécifiées en mode mixte sans provoquer de dégradation inacceptable de ses performances fonctionnelles et/ou structurelles. Cet essai est particulièrement utile pour adapter des environnements en mode mixte à l'environnement réel lorsque les données mesurées sont disponibles.

L'essai permet également de révéler les effets accumulés des contraintes induites par les vibrations aléatoires, combinées sinus et/ou bruit, ainsi que la faiblesse et la dégradation mécaniques qui en résultent au niveau de la performance spécifiée, et d'utiliser ces informations associées aux spécifications particulières pour évaluer l'acceptabilité des spécimens. Dans certains cas, la présente norme peut également servir à prouver la robustesse mécanique des spécimens.

La présente norme s'applique à des spécimens qui peuvent être soumis à des vibrations aléatoires et/ou à une combinaison de vibrations aléatoires et déterministes dues à l'environnement de transport ou à l'environnement réel, par exemple dans les avions ou les véhicules spatiaux ou dans les éléments du conteneur de transport lorsque celui-ci est considéré comme partie intégrante du spécimen.

Bien qu'elle soit principalement destinée aux spécimens électrotechniques, la présente norme ne se limite pas à ces derniers et peut être utilisée dans d'autres domaines le cas échéant.

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):2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques –*
Partie311: Termes généraux concernant les mesures
Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électroniques
Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure
Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-47:1999, *Essais d'environnement – Partie 2-47: Méthodes d'essai – Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires*

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-80: Tests – Test Fi: Vibration – Mixed mode

1 Scope

This part of IEC 60068 is intended for general application for testing specimens when simulation is required of vibration excitation of a complex and mixed nature.

The purpose of the test is to demonstrate the adequacy of the specimen to resist the specified mixed mode excitation without unacceptable degradation of its functional and/or structural performance. It is particularly useful for tailoring mixed mode environments where measured data are available for the real life environment.

The test also helps reveal the accumulated effects of stress induced by random vibration, mixed with sine and/or random, and the resulting mechanical weakness and degradation in specified performances, and to use this information, in conjunction with the relevant specification, to assess the acceptability of specimens. In some cases, this standard may also be used to demonstrate the mechanical robustness of specimens.

This standard is applicable to specimens which may be subjected to vibration of a random and/or 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 when the latter may be considered as part of the specimen itself.

Although primarily intended for electrotechnical specimens, this standard is not restricted to such specimens and may be used in other fields where desired.

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):2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – 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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2-6: Tests -Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-47:1999, *Environmental testing – Part 2-47: Test methods – Mounting of components, equipment and other articles for vibration, impact and similar dynamic tests*

CEI 60068-2-64:1993, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Méthodes d'essai – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide*

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*

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

IEC 60068-2-64:1993, *Environmental testing – Part 2-64: Test methods – Test Fh: Vibration, broadband random (digital control) and guidance*

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

IEC 60068-5-2:1990, *Environmental testing – Part 5-2: Guide to drafting of test methods – Terms and definitions*

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