

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-7079-0

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

CONTENTS

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

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

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹ Numbers in square brackets refer to the bibliography.

ENVIRONMENTAL TESTING –

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

1 Scope

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

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

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

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

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

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

This document is applicable for single axis excitation.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

SOMMAIRE

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

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

AVANT-PROPOS

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

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

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

FDIS	Rapport de vote
104/833/FDIS	104/840/RVD

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

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

1 Domaine d'application

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

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

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

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

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

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

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

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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