

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

**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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

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

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-7458-3

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.

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

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

FDIS	Report on voting
104/848/FDIS	104/855/RVD

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Add, after the fourth paragraph, the following new paragraph:

The traditional general purpose broad-band random vibration test utilizes waveforms with a Gaussian distribution of amplitudes. However, when so specified, this test procedure can also be utilized with random vibration tests with a non-Gaussian distribution of amplitudes. Such tests are sometimes alternatively known as high kurtosis tests.

Add, after the last paragraph, the following new paragraph:

Annex C is an informative annex giving information on non-Gaussian distribution/high kurtosis tests.

3 Definitions

Add the following new terminological entries:

3.39

kurtosis

4th statistical moment, which provides a measure of the shape of an amplitude distribution

Note 1 to entry: Typically a waveform with Gaussian distribution will have a kurtosis of 3, if considered over an infinite period.

Note 2 to entry: Kurtosis is given by:

$$kurtosis = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4 \cdot \frac{1}{\sigma^4}$$

where:

σ is the standard deviation of the N values which describe the waveform;

x_i are individual values representing the waveform described by N such values;

$\bar{x}$ is the mean value of the N values which describe the waveform.

3.40

skewness

3rd statistical moment, which provides a measure of non-symmetry of an amplitude distribution

Note 1 to entry: Typically a waveform with Gaussian distribution will have a skewness of 0, if considered over an infinite period.

Note 2 to entry: Skewness is given by:

$$skewness = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3 \cdot \frac{1}{\sigma^3}$$

where:

σ is the standard deviation of the N values which describe the waveform;

x_i are individual values representing the waveform described by N such values;

$\bar{x}$ is the mean value of the N values which describe the waveform.

3.41

beta distribution

family of continuous probability distributions defined on the interval [0, 1] parametrized by two positive shape parameters, denoted by α and β , that appear as exponents of the random variable and control the shape of the distribution

SEE: Figure 4.

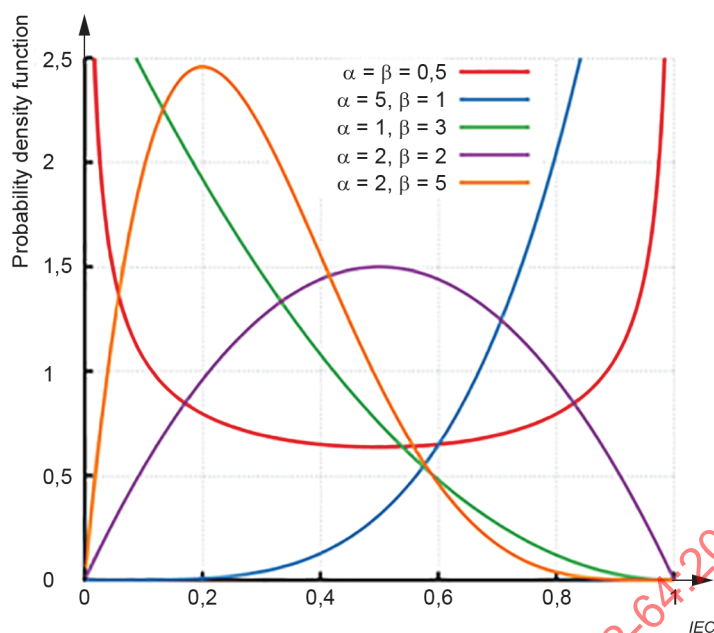


Figure 4 – Examples of the beta distribution with different α and β values

4 Requirements for test apparatus

4.1 General

Add, at the end of 4.1, the following new paragraph:

For non-Gaussian testing, the test apparatus shall be able to produce a signal with a specified probability distribution and crest factor. Generally, non-Gaussian random vibration testing requires shaker and amplifier systems that are designed for Gaussian random vibrations but with increased crest factor capabilities.

4.6.2 Distribution

Add, after Figure 2, the following new paragraph:

For non-Gaussian tests, the time history shall be recorded and the statistical characteristics of crest factor, skewness, kurtosis and amplitude probability distribution established, see Clause C.3. If required by the test specification, additional analysis of the time history shall be undertaken. The measurement time for kurtosis, skewness and amplitude probability distribution should be long enough to obtain statistically acceptable results.

5 Severities

Replace, in the second paragraph, the first two sentences with the following:

Each parameter shall be specified by the relevant specification. They shall be:

Add, at the end of the second paragraph, after list item d), the following new text:

For non-Gaussian vibration testing the test severity is determined by the same parameters as for broad-band Gaussian vibration testing but with the addition of:

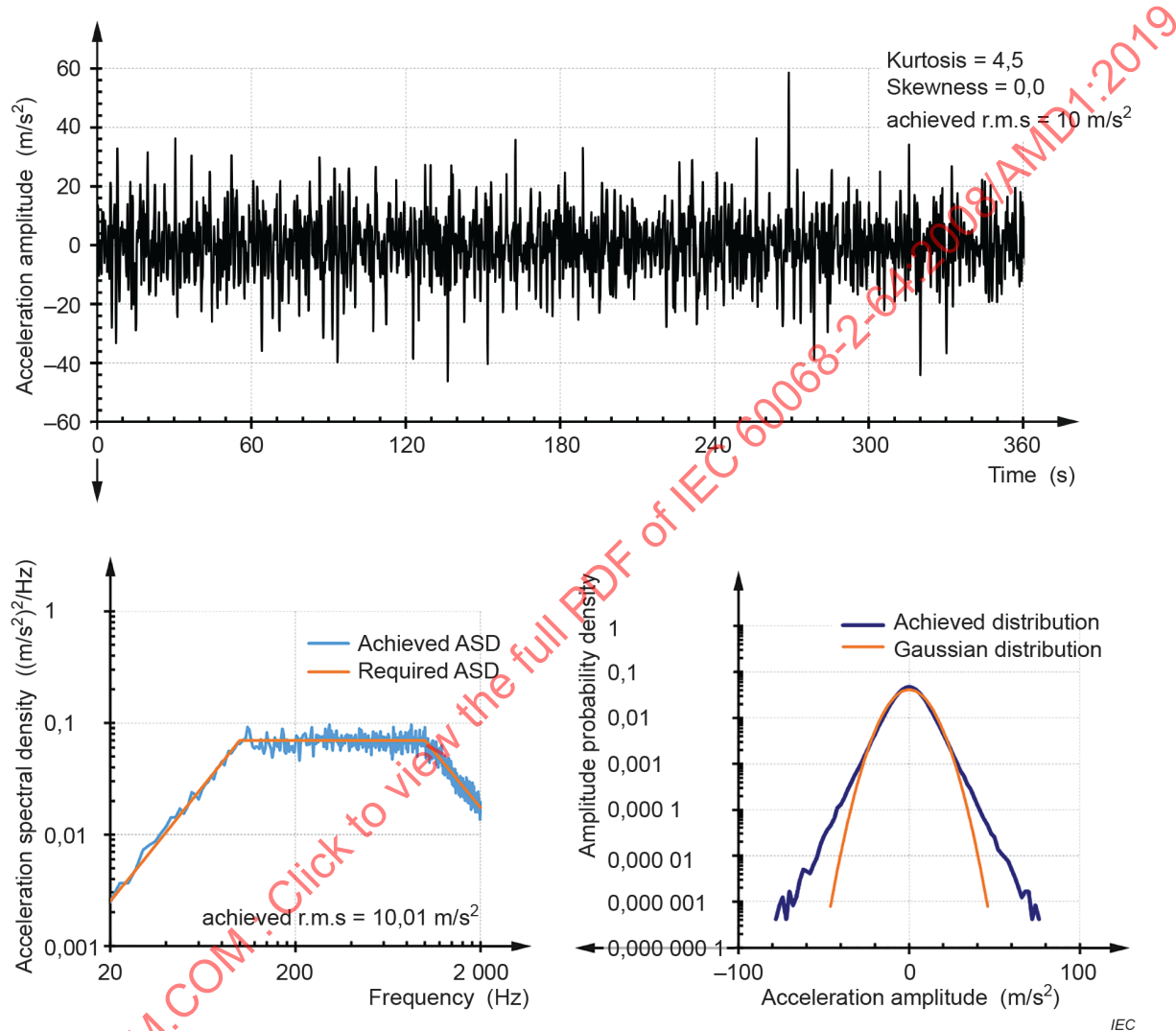
- the type of non-Gaussian testing to be undertaken (see Annex C),
- the required probability distribution or kurtosis (and skewness if applicable),

– the required crest factor.

8.4.1 General

Add, at the end of 8.4.1, the following new text and Figure 5:

For non-Gaussian vibration testing, the time history shall be recorded and the kurtosis, skewness (if applicable) and amplitude probability density shall be established as required by the relevant specification (see also Figure 5).



Key

Kurtosis = 4,5 (see 3.39)

Skewness = 0 (see 3.40)

Figure 5 – Time history of non-Gaussian excitation – Probability density function compared with Gaussian (normal) distribution

11 Information to be given in the relevant specification

Replace the existing list item h) with the following new list item h):

- h) Crest factor* / amplitude distribution, kurtosis and skewness (if applicable)/drive signal clipping amplitude

Replace, in list item h) the clause number with "4.6.2 and 5.3"

Add, at the end of Annex B, the following new Annex C:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-64:2008/AMD1:2019

Annex C (informative)

Guidance on non-Gaussian distribution/high kurtosis tests

C.1 Non-Gaussian random vibration

Random vibration testing has traditionally utilized a nominally Gaussian distribution of amplitudes, but with the crest factor of the waveform set so as to truncate the amplitude distribution at around three standard deviations. In recent years, several different techniques have become available, which allow the required acceleration spectral density to be achieved, but with a waveform distribution typically modified to permit higher amplitudes to occur with a greater probability. This commonly results in a distribution with a 4th moment of statistics (kurtosis), which is greater than that of a normal or Gaussian distribution. Hence, the approach is sometimes referred to as high kurtosis or non-Gaussian vibration testing. With some available techniques it may also be possible to use a waveform with a kurtosis less than that of a Gaussian distribution and/or with a non-zero skewness.

High kurtosis or non-Gaussian vibration testing can be advantageous in a number of circumstances. A typical application arises when both vibration and shock conditions occur together. Such conditions commonly occur when equipment is transported on or installed in land vehicles. In such cases it may be required to incorporate moderately higher amplitude components to the waveform either randomly or pseudo-periodically. High kurtosis or non-Gaussian vibration testing may also be used to replicate the effects of repeated impacts of moderate amplitude such as occurs when equipment is loose or experiences “rattling”. In this case a waveform with a high kurtosis and non-zero skewness could be used.

The traditional general purpose broad-band random vibration test procedure of this document can also be used with high kurtosis or non-Gaussian vibration testing with only minor modifications.

High kurtosis or non-Gaussian vibration testing should not be used in place of a traditional broad-band Gaussian vibration test, except where explicitly specified in the relevant specification.

C.2 Methods to generate non-Gaussian random vibration

C.2.1 General

High kurtosis or non-Gaussian vibration testing mostly utilizes the same control strategy as used with traditional broad-band Gaussian vibration tests. Moreover, the underlying techniques used by vibration controllers to establish a non-Gaussian waveform, are essentially the same as for Gaussian vibration testing, but typically with an additional step.

Currently, there are several different available techniques used to modify a Gaussian waveform into a non-Gaussian one. The different techniques may produce distinctly different waveforms, simply specifying the acceleration spectral density, skewness, and kurtosis is not sufficient to produce a waveform with identical characteristics. As a consequence, the techniques are not necessarily interchangeable and different failure modes may be stimulated, by the different techniques, even if the test severity is identical. Therefore, it is essential to record and to interpret the time history characteristics during the test.

Set out below is information on three methods for modifying a Gaussian waveform into a non-Gaussian one. It should be emphasized that these three different methods are only included here as guidance for the specifier who may have no prior knowledge. Available approaches are not limited to those described and indeed many other methods and variants exist which can also be used to effectively implement the non-Gaussian vibration test of this document.

The three methods described in this annex are:

- amplitude modulation technique,
- phase modification technique,
- non-uniform phase technique.

The selection of the most appropriate techniques for generating a non-Gaussian waveform will depend upon the application and characteristics of the waveform required. This document makes no recommendations as to the most appropriate technique for a particular application. Any choice to be made is left to the relevant specification.

C.2.2 Amplitude modulation technique

Commonly, general purpose broad-band Gaussian digital random vibration test controllers generate the required waveform by randomizing the phase components of a frequency spectrum, using a uniformly distributed random variable. This frequency spectrum is converted to a waveform by means of an inverse Fourier transform. The random waveform is typically multiplied by a window function, overlapped and then added together to form a nearly stationary input to the vibration excitation system. The multiplication by the window function accomplishes two objectives: the spectral lines are spread and the window limits the leakage into nearby frequencies. If the window and overlap are chosen appropriately, the result can be truly stationary. If the overlap is not sufficient for a given window, the data can be slightly non-stationary, with a period equal to the overlap duration.

The amplitude modulation approach to generate a non-Gaussian waveform is similar to the one described above, except the amplitude of the window is a random variable. The distribution of this random variable can arise from any distribution, although if a beta distribution is used, it effectively limits the kurtosis.

The amplitude modulation technique:

- a) Produces waveforms with a well-defined spectrum.
- b) Produces waveforms with zero skewness.
- c) Produces waveforms which have relatively long “bursts” of high amplitudes. Hence, long realizations need to be generated to accurately estimate the kurtosis. The kurtosis of short segments will vary considerably.
- d) The kurtosis of the waveform can be controlled using a defined distribution such as with the parameters of a beta distribution. Increasing the standard deviation of the beta distribution monotonically increases the kurtosis. This makes an iterative procedure to pick the parameters for a specified kurtosis relatively straightforward.

C.2.3 Phase modification technique

Another way to generate non-Gaussian vibrations is to initially set the phase of the frequency spectrum from a uniform distribution, as in the previous technique. However, the phase is subsequently modified using an optimization procedure to vary the phase in an attempt to minimize the difference between the target kurtosis and skewness with that of the generated waveform.

The phase modification technique:

- a) can produce waveforms with kurtosis both less than 3 and greater than 3;
- b) can produce waveforms with a skewness other than zero;
- c) is computationally intensive.

C.2.4 Non-uniform phase technique

If the values chosen for the frequency spectrum are selected from a distribution other than a non-uniform one, the resultant waveform will have non-Gaussian kurtosis and skewness statistics.

If, for example, the phase values are selected from a beta distribution, the span of values will be in the range 0 to 2π and the mean will have a value of π . If the two parameters of the beta distribution (α and β) are equal and positive, the distribution will be symmetrical about the mean. If, $\alpha = \beta = 1$, a uniform distribution results. As the values of α and β become large, the distribution starts to approximate to a Gaussian distribution whose variance decreases as the values of α and β increase.

When all the phase angles of the frequency spectrum are 0, the peak amplitude of the waveform will be the maximum possible. If the phase distribution moves from uniformly distributed random toward an impulse at π , a waveform with an increasing peak amplitude and hence an increasing kurtosis, will be produced. This can be achieved using a beta distribution with a decreasing variance (an increasing α and β).

It is even possible to make the beta parameters ($\alpha = \beta$) a function of frequency and hence the kurtosis will be a function of frequency. This can for example be used to generate a waveform which is approximately Gaussian at low frequencies but has a large kurtosis at higher frequencies.

Variation to the technique can be achieved by modifying the way that the resultant waveforms are windowed, overlapped and added together. These can be used to control where in the extended waveform the peaks occur. In this way the peaks can occur randomly or pseudo-periodically.

The non-uniform phase technique:

- a) Can only generate waveforms with a values of kurtosis greater than or equal to 3.
- b) Can only generate waveforms with negative and positive skewness.
- c) Produces waveforms with many short duration excursions greater than would be expected from a Gaussian distribution. The frequency of these excursions can be controlled in either a random or quasi-periodic manner.
- d) Is computationally efficient.

C.3 Additional analysis

The relevant specification may specify, when undertaking non-Gaussian or high kurtosis testing, that additional parameters of the waveform are derived. These additional parameters are not used to control the test waveform, but rather to establish additional characteristics of the waveform which can be used for comparison with perceived damage criterion. Different additional waveform parameters may be used, depending upon the perceived damage criterion of concern. Several or all of the following parameters may be considered.

- a) cycle counting,
- b) Rainflow cycle fatigue counting,
- c) level crossing counts,
- d) maximum response spectrum (MRS),
- e) fatigue damage spectrum (FDS),
- f) temporal moments.

The probability density as well as other methods can yield significant different results if their setup and boundary definitions are not commonly defined for reasons of comparison (see DIN 45667:1969-10).

C.4 Frequency range

The relevant specification may state a frequency range in which the non-Gaussian distribution has a significant influence. The upper frequency of this frequency range may be particularly relevant to non-Gaussian waveforms containing high amplitude events at higher frequencies. This is because to adequately define such events, the upper frequency of the test frequency range may need to be greater than would normally be required for an equivalent conventional Gaussian vibration test. Also some of the techniques used to generate a non-Gaussian random vibration, inherently impose restrictions on the lower frequency of the usable frequency range to prevent excessive shocks characterized by low frequencies.

Bibliography

Add the following new references:

DIN 45667:1969-10, *Classification methods for evaluation of random vibrations*

LALANNE, C. *Mechanical Vibration and Shock Analysis*. Volume 5: Specification Development, Second Edition, ISTE – Wiley, 2009

MCNEILL Scot I. *Implementing the Fatigue Damage Spectrum and Fatigue Damage Equivalent Vibration Testing*. 79th Shock and Vibration Symposium, October 26-30, 2008, Orlando Florida, USA.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-64:2008/AMD1:2019

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-64:2008/AMD1:2019

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/848/FDIS	104/855/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base 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 à la publication recherchée. À cette date, la publication sera:

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Ajouter le nouvel alinéa suivant après le quatrième alinéa:

L'essai de vibrations aléatoires à large bande habituel pour un usage général utilise des formes d'ondes qui présentent une distribution gaussienne des amplitudes. Toutefois, lorsque cela est spécifié, cette procédure d'essai peut également être utilisée pour des essais de vibrations aléatoires avec une distribution non gaussienne des amplitudes. De tels essais sont parfois aussi connus sous la dénomination d'essais à coefficient d'aplatissement élevé.

Ajouter le nouvel alinéa suivant après le dernier alinéa:

L'Annexe C est une annexe informative qui donne des informations sur les essais avec distribution non gaussienne / à coefficient d'aplatissement élevé.

3 Définitions

Ajouter les nouvelles entrées terminologiques suivantes:

3.39

coefficient d'aplatissement

moment statistique d'ordre 4, qui fournit une mesure de la forme d'une distribution d'amplitude

Note 1 à l'article: Normalement, une forme d'onde à distribution gaussienne aura un coefficient d'aplatissement de 3 si elle est étudiée sur une période illimitée.

Note 2 à l'article: Le coefficient d'aplatissement est donné par

$$\text{coefficient d'aplatissement} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4 \cdot \frac{1}{\sigma^4}$$

où:

σ est l'écart-type des N valeurs qui décrivent la forme d'onde;

x_i sont les valeurs individuelles qui représentent la forme d'onde décrite par N valeurs de ce type;

$\bar{x}$ est la valeur moyenne des N valeurs qui décrivent la forme d'onde.

3.40

coefficient d'asymétrie

moment statistique d'ordre 3, qui fournit une mesure de l'asymétrie d'une distribution d'amplitude

Note 1 à l'article: Normalement, une forme d'onde à distribution gaussienne aura un coefficient d'asymétrie de 0 si elle est étudiée sur une période illimitée.

Note 2 à l'article: Le coefficient d'asymétrie est donné par:

$$\text{coefficient d'asymétrie} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3 \cdot \frac{1}{\sigma^3}$$

où:

σ est l'écart-type des N valeurs qui décrivent la forme d'onde;

x_i sont les valeurs individuelles qui représentent la forme d'onde décrite par N valeurs de ce type;

$\bar{x}$ est la valeur moyenne des N valeurs qui décrivent la forme d'onde.

3.41

distribution bêta

famille de distributions de probabilités continues définies sur l'intervalle [0, 1] paramétrées par deux paramètres de forme positifs, notés α et β , qui apparaissent comme des exposants de la variable aléatoire et qui contrôlent la forme de la distribution

VOIR: Figure 4.

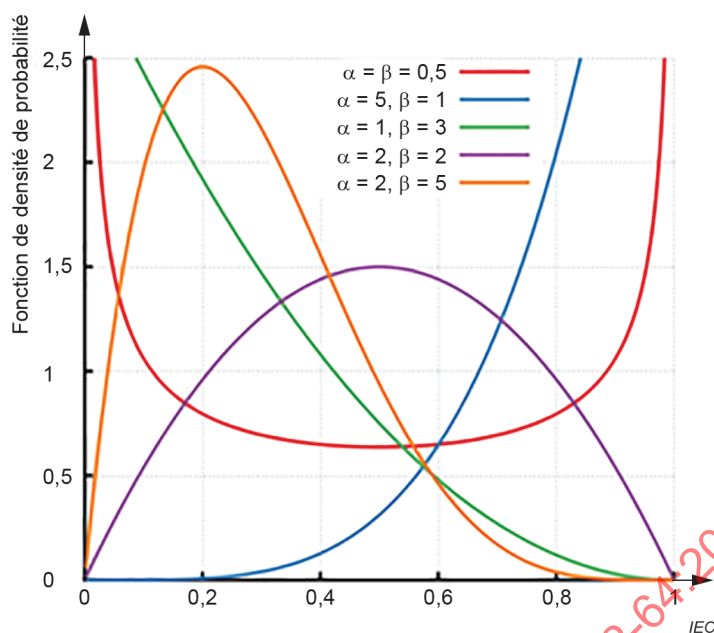


Figure 4 – Exemples de distributions bêta avec différentes valeurs de α et de β

4 Exigences pour l'appareillage d'essai

4.1 Généralités

Ajouter le nouvel alinéa suivant à la fin de 4.1:

Pour les essais non gaussiens, l'appareillage d'essai doit être capable de produire un signal avec une loi de probabilité et un facteur de crête spécifiés. Généralement, les essais de vibrations aléatoires à distribution non gaussienne nécessitent des systèmes vibrants et amplificateurs qui sont conçus pour les vibrations aléatoires à distribution gaussienne mais avec des capacités de facteur de crête accrues.

4.6.2 Distribution

Ajouter le nouvel alinéa suivant après la Figure 2:

Pour les essais non gaussiens, la variation temporelle doit être consignée et les caractéristiques statistiques du facteur de crête, du coefficient d'asymétrie, du coefficient d'aplatissement et de la loi de probabilité de l'amplitude doivent être établies, voir l'Article C.3. Si cela est exigé par la spécification d'essai, une analyse supplémentaire de la variation temporelle doit être effectuée. Il convient que la durée de mesure du coefficient d'aplatissement, du coefficient d'asymétrie et de la loi de probabilité de l'amplitude soit suffisamment longue pour obtenir des résultats statistiquement acceptables.

5 Sévérités

Remplacer les deux premières phrases du deuxième alinéa par ce qui suit:

Les valeurs de chaque paramètre doivent être stipulées par la spécification applicable. Elles doivent être:

Ajouter le nouveau texte suivant à la fin du deuxième alinéa après le point d):

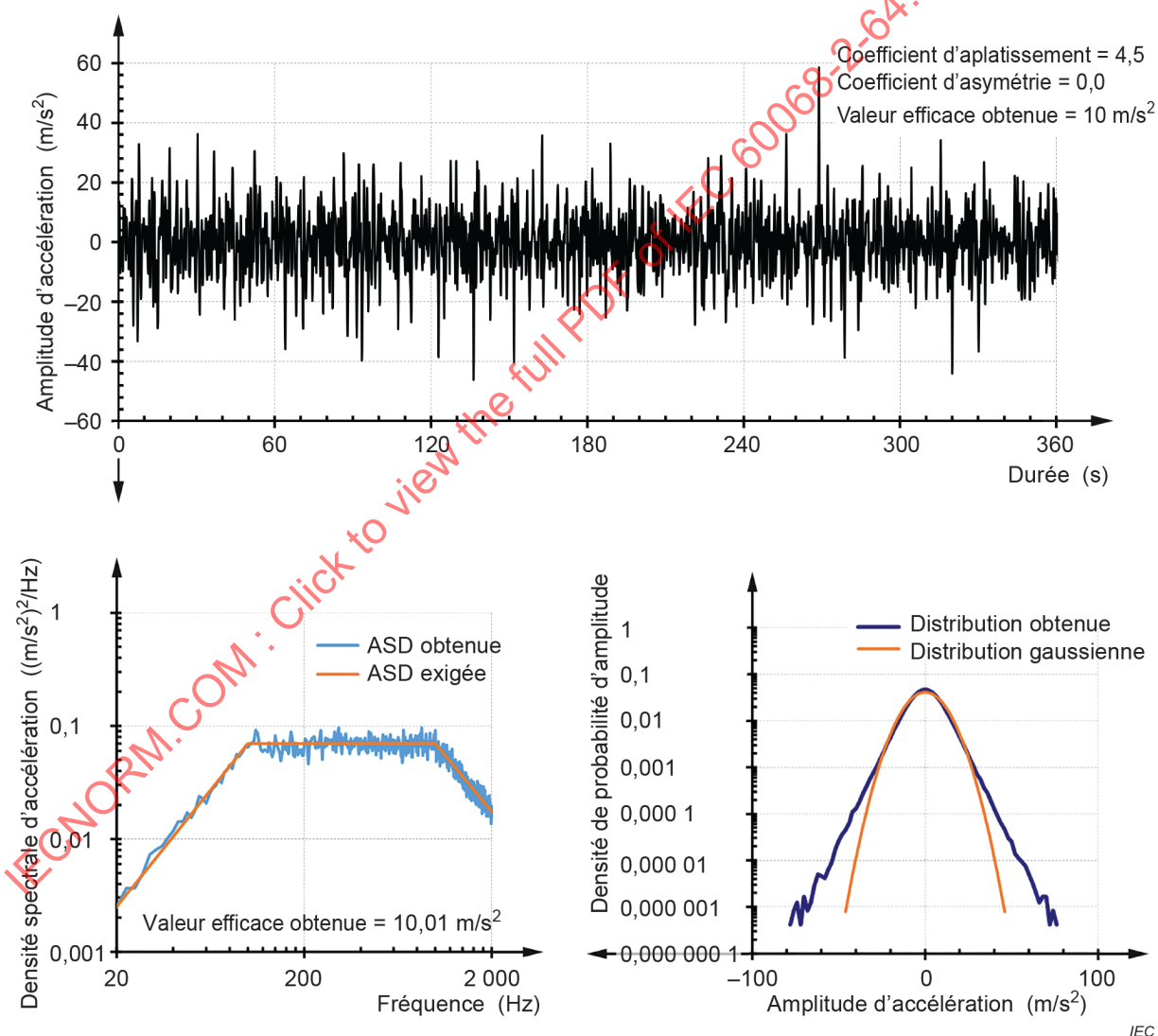
Pour l'essai de vibrations à distribution non gaussienne, la sévérité d'essai est déterminée par les mêmes paramètres que pour l'essai de vibrations à distribution gaussienne à large bande mais en ajoutant:

- le type d'essai non gaussien à réaliser (voir l'Annexe C),
- la loi de probabilité exigée ou le coefficient d'aplatissement (et le coefficient d'asymétrie s'il est applicable),
- le facteur de crête exigé.

8.4.1 Généralités

Ajouter le nouveau texte suivant et la Figure 5 à la fin de 8.4.1:

Pour l'essai de vibrations à distribution non gaussienne, la variation temporelle doit être consignée et le coefficient d'aplatissement, le coefficient d'asymétrie (s'il est applicable) et la densité de probabilité d'amplitude doivent être établis comme cela est exigé par la spécification applicable (voir aussi la Figure 5).



Légende

coefficient d'aplatissement = 4,5 (voir 3.39)

coefficient d'asymétrie = 0 (voir 3.40)

Figure 5 – Évolution dans le temps de l'excitation non gaussienne – Fonction de la densité de probabilité comparée à la distribution (normale) gaussienne

11 Renseignements que doit donner la spécification particulière

Remplacer le point h) existant par le nouveau point h) suivant:

- h) Facteur de crête* / distribution de l'amplitude, coefficient d'aplatissement et coefficient d'asymétrie (si applicable) / amplitude d'écrtage du signal d'excitation

Remplacer le numérs de paragraphe donné au point h) par "4.6.2 et 5.3"

Ajouter la nouvelle Annexe C suivante, après l'Annexe B:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-64:2008/AMD1:2019

Annexe C **(informative)**

Recommandations concernant les essais de distribution non gaussienne/à coefficient d'aplatissement élevé

C.1 Vibrations aléatoires à distribution non gaussienne

Les essais de vibrations aléatoires utilisent traditionnellement une distribution nominale gaussienne des amplitudes mais avec le facteur de crête de la forme d'onde choisi de manière à tronquer la distribution de l'amplitude autour d'environ trois écarts-types. Au cours des dernières années, plusieurs techniques différentes ont vu le jour; elles permettent d'obtenir la densité spectrale d'accélération exigée mais avec une distribution de forme d'onde généralement modifiée pour permettre des amplitudes plus élevées avec une plus grande probabilité. Elles donnent normalement une distribution avec un moment statistique d'ordre 4 (coefficient d'aplatissement), qui est supérieur à celui d'une distribution normale ou gaussienne. Par conséquent, cette approche est parfois désignée sous l'appellation «essai de vibrations à coefficient d'aplatissement élevé» ou «essai de vibrations à distribution non gaussienne». Avec certaines des techniques disponibles, il peut aussi être possible d'utiliser une forme d'onde avec un coefficient d'aplatissement inférieur à celui d'une distribution gaussienne et/ou avec un coefficient d'asymétrie non nul.

Un essai de vibrations à coefficient d'aplatissement élevé ou un essai de vibrations à distribution non gaussienne peut s'avérer utile dans un certain nombre de circonstances. Une application type concerne le cas de conditions de vibrations et de chocs concomitantes. De telles conditions apparaissent généralement lorsque le matériel est transporté sur des véhicules terrestres ou installé à bord de tels véhicules. Dans de tels cas, il peut être nécessaire d'intégrer à la forme d'onde des composantes d'amplitude de valeur légèrement plus élevée soit de manière aléatoire soit de manière pseudopériodique. Un essai de vibrations à coefficient d'aplatissement élevé ou un essai de vibrations à distribution non gaussienne peut aussi être utilisé pour reproduire les effets d'impacts répétés d'amplitude modérée tels que ceux qui se manifestent lorsque le matériel est mal fixé ou qu'il est ballotté. Dans ce cas, une forme d'onde avec un coefficient d'aplatissement élevé et un coefficient d'asymétrie non nul pourrait être utilisée.

L'essai de vibrations aléatoires à large bande habituel pour un usage général traité par le présent document peut aussi être utilisé avec un essai de vibrations à coefficient d'aplatissement élevé ou avec un essai de vibrations à distribution non gaussienne en apportant seulement des modifications mineures.

Il convient de ne pas utiliser un essai de vibrations à coefficient d'aplatissement élevé ou de vibrations à distribution non gaussienne à la place de l'essai habituel de vibrations à distribution gaussienne à large bande sauf si cela est explicitement stipulé dans la spécification applicable.

C.2 Méthodes de génération de vibrations aléatoires à distribution non gaussienne

C.2.1 Généralités

L'essai de vibrations à coefficient d'aplatissement élevé ou essai à vibrations à distribution non gaussienne utilise généralement la même stratégie de commande que celle utilisée avec les essais habituels de vibrations à distribution gaussienne à large bande. En outre, les techniques fondamentales utilisées par les régulateurs de vibrations pour établir une forme d'onde non gaussienne sont essentiellement les mêmes que celles utilisées pour les essais de vibrations à distribution gaussienne mais généralement avec une étape supplémentaire.

Actuellement, plusieurs techniques différentes sont utilisées pour modifier une forme d'onde gaussienne afin d'obtenir une forme d'onde non gaussienne. Ces différentes techniques peuvent produire des formes d'ondes très différentes; la simple spécification de la densité spectrale d'accélération, du coefficient d'asymétrie et du coefficient d'aplatissement n'est pas suffisante pour produire une forme d'onde ayant des caractéristiques identiques. Par conséquent, les techniques ne sont pas nécessairement interchangeables et différents modes de défaillance peuvent être stimulés par ces différentes techniques même si la sévérité d'essai est identique. Par conséquent, il est essentiel de consigner et d'interpréter les caractéristiques de variation temporelle au cours de l'essai.

On trouvera ci-dessous des informations concernant trois méthodes pour transformer une forme d'onde gaussienne en une forme non gaussienne. Il convient de souligner que ces trois méthodes ne sont données ici qu'à titre de guide à l'intention des rédacteurs de spécifications qui n'auraient pas de connaissances préalables sur le sujet. Il existe d'autres approches, différentes de celles décrites ici, avec en fait de nombreuses autres méthodes et variantes utilisables pour réaliser de manière efficace l'essai de vibrations à distribution non gaussienne du présent document.

Les trois méthodes décrites dans la présente annexe sont les suivantes:

- la technique de la modulation d'amplitude,
- la technique de la modification de phase,
- la technique de la phase non uniforme.

La sélection des techniques les mieux appropriées pour générer une forme d'onde non gaussienne dépend de l'application et des caractéristiques de la forme d'onde exigée. Le présent document ne fournit aucune recommandation quant à la technique la mieux appropriée pour une application donnée. La sélection doit se faire en appliquant la spécification appropriée.

C.2.2 Technique de la modulation d'amplitude

Habituellement, les régulateurs numériques utilisés pour l'essai de vibrations aléatoires à distribution gaussienne à large bande pour un usage général génèrent la forme d'onde exigée en aléant les composantes de phase d'un spectre de fréquences au moyen d'une variable aléatoire à distribution uniforme. Ce spectre de fréquences est converti en une forme d'onde en utilisant une transformation de Fourier inverse. La forme d'onde aléatoire est généralement multipliée par une fonction fenêtre, soumise à un chevauchement; ensuite on procède à une addition pour former une entrée pratiquement stationnaire pour le système d'excitation vibratoire. La multiplication par la fonction fenêtre remplit deux objectifs; les raies spectrales sont réparties et la fenêtre limite la fuite vers les fréquences proches. Si la fenêtre et le chevauchement sont choisis de manière appropriée, le résultat peut être réellement stationnaire. Si le chevauchement est insuffisant pour une fenêtre donnée, les données peuvent être légèrement non stationnaires, avec une période égale à la durée de chevauchement.

L'approche qui utilise la modulation d'amplitude pour générer une forme d'onde non gaussienne est similaire à celle décrite ci-dessus, par contre dans ce cas l'amplitude de la fenêtre est une variable aléatoire. La distribution de cette variable aléatoire peut se produire à partir de toute distribution, bien que l'utilisation d'une distribution bêta limite efficacement le coefficient d'aplatissement.

La technique de la modulation d'amplitude:

- a) Produit des formes d'ondes présentant un spectre bien défini.
- b) Produit des formes d'ondes avec un coefficient d'asymétrie nul.