

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 7699-2-64:2013**

**IEC 60068-2-64:2008**

Xuất bản lần 1

**THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG –  
PHẦN 2-64: CÁC THỬ NGHIỆM – THỬ NGHIỆM Fh: RUNG,  
NGẪU NHIÊN BĂNG TẦN RỘNG VÀ HƯỚNG DẪN**

*Environmental testing –*

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

**HÀ NỘI – 2013**

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu .....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	6
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	7
4 Yêu cầu đối với các thiết bị thử nghiệm .....	12
5 Mức khắc nghiệt .....	19
6 Ôn định trước .....	20
7 Phép đo ban đầu .....	20
8 Thử nghiệm .....	20
9 Phục hồi .....	23
10 Các phép đo cuối và tính năng chức năng .....	23
11 Thông tin cần nêu trong qui định kỹ thuật liên quan .....	24
12 Thông tin cần nêu trong hồ sơ thử nghiệm .....	25
Phụ lục A (tham khảo) – Phở thử nghiệm tiêu chuẩn .....	26
Phụ lục B (tham khảo) – Hướng dẫn .....	32
Thư mục tài liệu tham khảo .....	37

**Lời nói đầu**

TCVN 7699-2-64:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-64:2008;

TCVN 7699-2-64:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E3

*Thiết bị điện tử dân dụng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất

lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Thử nghiệm môi trường –

### Phần 2-64: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ft: Rung, ngẫu nhiên băng tần rộng và hướng dẫn

*Environmental testing –*

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

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này chứng tỏ sự thích ứng của các mẫu chịu các tải trọng động mà không có sự suy giảm không thể chấp nhận tính toàn vẹn về mặt chức năng và/hoặc cấu trúc của nó khi chịu các yêu cầu thử nghiệm rung ngẫu nhiên đã được định trước.

Rung ngẫu nhiên băng rộng có thể được sử dụng để xác định các tác động ứng suất đã tích lũy và dẫn đến suy yếu cơ học và suy giảm tính năng qui định. Thông tin này, kết hợp với qui định kỹ thuật liên quan, có thể được sử dụng để đánh giá khả năng chấp nhận của mẫu.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho các mẫu chịu rung có tính ngẫu nhiên do sự vận chuyển hoặc các môi trường vận hành, ví dụ trong máy bay, các phương tiện không gian và các phương tiện mặt đất. Nó chủ yếu được dùng cho các mẫu không được đóng thùng, và cho các vật phẩm trong thùng chứa vận chuyển của chúng khi sau đó được xem xét như một phần của chính mẫu đó. Tuy nhiên, nếu vật phẩm được đóng gói, sau đó chính vật phẩm này được coi như một sản phẩm thì vật phẩm cùng với đóng gói của nó được xem như một mẫu thử nghiệm. Tiêu chuẩn này có thể được dùng kết hợp với IEC 60068-2-47, về việc thử nghiệm các sản phẩm được đóng gói.

Nếu các mẫu chịu rung kết hợp ngẫu nhiên và tính chất xác định từ sự vận chuyển hoặc các môi trường thực tế, ví dụ trong máy bay, các phương tiện không gian và đối với các vật phẩm trong thùng chứa vận chuyển của chúng, việc thử nghiệm rung ngẫu nhiên thuần túy có thể không đủ. Xem IEC 60068-3-8:2003 về việc đánh giá môi trường rung động của mẫu và dựa vào đó, lựa chọn phương pháp thử nghiệm thích hợp.

Mặc dù chủ yếu được dùng cho các mẫu kỹ thuật điện, tiêu chuẩn này không bị hạn chế ở các mẫu này và có thể được sử dụng trong các lĩnh vực khác. (xem Phụ lục A).

## **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 7699-1:2007 (IEC 60068-1:1988), *Thử nghiệm môi trường – Phần 1: Qui định chung và hướng dẫn.*

TCVN 7699-2-6:2009 (IEC 60068-2-6:1995), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-6: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fc: Rung (hình sin)*

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 (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Phép đo và dụng cụ đo điện và điện tử – Phần 311: Thuật ngữ chung liên quan đến phép đo – Phần 312: Thuật ngữ chung liên quan đến phép đo điện – Phần 313: Kiểu dụng cụ đo điện – Phần 314: Thuật ngữ qui định theo kiểu dụng cụ đo.*

IEC 60068-2-47:1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Mouting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance (Thử nghiệm môi trường – Phần 2: Các thử nghiệm – Lắp đặt các thành phần, thiết bị và các vật phẩm để thử nghiệm lực động kể các xóc (Ea), va chạm (Eb), rung (Fc và Fd) và gia tốc trạng thái ổn định (Ga) và hướng dẫn*<sup>1</sup>

IEC 60068-3-8:2003, *Environmental testing – Part 3-8: Supporting documentation and guidance – Selecting amongst vibration tests (Thử nghiệm môi trường – Phần 3-8: Hướng dẫn – Tài liệu hỗ trợ và Hướng dẫn)*

IEC 60068-5-2, *Environmental testing – Part 5-2: Guide to drafting of test methods – Terms and definitions (Thử nghiệm môi trường - Phần 5-2: H- ứng dẫn biên soạn các ph- ơng pháp thử nghiệm - Thuật ngữ và định nghĩa)*

IEC 60721-3, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities (Phân loại điều kiện môi trường – Phần 3: Phân nhóm các tham số môi trường và mức khắc nghiệt)*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and groups of environmental parameters and their severities (chuẩn bị các dự thảo an toàn và sử dụng các dự thảo an toàn cơ và nhóm các dự thảo an toàn)*

ISO 2041:1990, *Vibration and shock – Vocabulary (Rung và xóc – Từ vựng)*

<sup>1</sup> Hệ thống Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam đã có TCVN 7699-2-47:2007 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-47:2005.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Đối với mục đích của chuẩn này, các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây áp dụng.

CHÚ THÍCH: Các thuật ngữ được dùng đã có định nghĩa chung trong IEC 60050-300, TCVN 7699-1 (IEC 60068-1), TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6), IEC 60068-5-2 và ISO 2041. Nếu một định nghĩa từ một trong các nguồn trên được nêu dưới đây, dẫn xuất được nêu và xuất phát từ các định nghĩa trong các nguồn đó cũng được chỉ ra.

#### 3.1

##### **Chuyển động ngang trục** (cross axis motion)

Chuyển động không theo hướng kích thích; thường được xác định trong hai trục vuông góc với hướng của kích thích.

CHÚ THÍCH: Chuyển động ngang trục phải được đo sát với các điểm cố định.

#### 3.2

##### **Chuyển động thực** (actual motion)

Chuyển động được biểu diễn bởi tín hiệu băng rộng trở về từ bộ chuyển đổi điểm chuẩn.

#### 3.3

##### **Điểm dùng để cố định** (fixing point)

Phần của mẫu tiếp xúc với cơ cấu cố định hoặc bàn rung tại điểm mà mẫu thường được xiết chặt khi vận hành.

CHÚ THÍCH 1: Nếu một phần của kết cấu lắp đặt thực tế được sử dụng làm cơ cấu cố định thì điểm dùng để cố định là điểm thuộc kết cấu lắp đặt mà không thuộc mẫu.

#### 3.4

##### **Các phương pháp khống chế** (control methods)

##### 3.4.1

##### **Khống chế một điểm** (single point control)

Phương pháp khống chế sử dụng tín hiệu từ bộ chuyển đổi tại điểm chuẩn để giữ điểm này ở mức rung qui định.

##### 3.4.2

##### **Khống chế nhiều điểm** (multipoint control)

Phương pháp khống chế đạt được bằng cách sử dụng các tín hiệu từ bộ chuyển đổi tại các điểm kiểm tra.

CHÚ THÍCH: Các tín hiệu lấy trung bình số học liên tục hoặc được xử lý bằng kỹ thuật so sánh, tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật liên quan. Xem 3.13.

### **3.5**

#### **$g_n$**

Gia tốc tiêu chuẩn do lực hút của trái đất, thay đổi theo độ cao so với mực nước biển và vĩ độ địa lý.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, giá trị  $g_n$  được làm tròn đến số nguyên gần nhất, tức là  $10 \text{ m/s}^2$ .

### **3.6**

#### **Điểm đo (measuring point)**

Điểm cụ thể mà tại đó dữ liệu được thu thập khi thực hiện thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Có ba loại điểm đo chính sẽ được định nghĩa từ 3.7 đến 3.9.

### **3.7**

#### **Điểm kiểm tra (check point)**

Điểm nằm trên cơ cấu cố định, trên bàn rung hoặc trên mẫu càng gần với một trong các điểm dùng để cố định càng tốt, và trong mọi trường hợp đều được nối cứng với điểm dùng để cố định đó.

CHÚ THÍCH 1: Sử dụng một số điểm kiểm tra là cách để đảm bảo đáp ứng các yêu cầu thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Nếu có ít hơn hoặc bằng bốn điểm dùng để cố định thì sử dụng từng điểm này làm điểm kiểm tra. Đối với các sản phẩm được bao gói, khi mà điểm dùng để cố định có thể được hiểu là bề mặt bao bì tiếp xúc với bàn rung, thì có thể sử dụng một điểm kiểm tra, với điều kiện là không có hiệu ứng do cộng hưởng của bàn rung hoặc của cơ cấu lắp đặt trong dải tần số qui định cho thử nghiệm. Nếu có cộng hưởng, có thể cần thiết phải khống chế nhiều điểm nhưng xem thêm chú thích 3. Nếu có nhiều hơn bốn điểm dùng để cố định thì bốn điểm dùng để cố định đại diện sẽ được xác định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan để sử dụng làm các điểm kiểm tra.

CHÚ THÍCH 3: Trong các trường hợp đặc biệt, ví dụ đối với các mẫu kích thước lớn hoặc phức tạp, điểm kiểm tra sẽ được qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan nếu không nằm sát với điểm dùng để cố định.

CHÚ THÍCH 4: Trong trường hợp một số lượng lớn các mẫu có kích thước nhỏ được lắp đặt trên cùng một cơ cấu cố định, hoặc trong trường hợp mẫu có kích thước nhỏ có một số điểm dùng để cố định thì một điểm kiểm tra duy nhất (tức là điểm chuẩn) có thể được chọn để suy ra tín hiệu khống chế. Khi đó, tín hiệu này liên quan đến cơ cấu cố định hơn là các điểm dùng để cố định của (các) mẫu. Điều này chỉ có giá trị khi tần số cộng hưởng thấp nhất của cơ cấu cố định đã mang tải cao hơn hẳn so với giới hạn trên của tần số thử nghiệm.

### **3.8**

#### **Điểm chuẩn (khống chế một điểm) (reference point) single-point control)**

Điểm, được chọn trong số các điểm kiểm tra, mà tín hiệu của nó được sử dụng để khống chế thử nghiệm nhằm đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

### **3.9**

#### **Điểm chuẩn giả định (khống chế nhiều điểm) (fictitious reference point (multipoint control))**

Điểm, đ-ợc suy ra từ nhiều điểm kiểm tra, theo cách thủ công hoặc tự động, rồi sử dụng kết quả để khống chế thử nghiệm nhằm đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

**3.10****Các điểm đáp ứng (response points)**

Các điểm cụ thể trên mẫu từ đó dữ liệu được thu thập cho chức năng khảo sát đáp ứng rung.

CHÚ THÍCH: Các điểm này không đồng nhất với các điểm kiểm tra hoặc các điểm chuẩn.

**3.11****Trục thử nghiệm ưu tiên lựa chọn (preferred testing axes)**

Ba trục trục giao tương ứng với các trục nhạy cảm nhất của mẫu.

**3.12****Tần số lấy mẫu (sampling frequency)**

Số các giá trị cường độ riêng biệt trong một giây được ghi lại hoặc biểu diễn theo biểu đồ gia tốc dưới dạng số.

**3.13****Cách thức khống chế đa điểm (multipoint control strategies)**

Phương pháp tính toán tín hiệu khống chế chuẩn khi sử dụng khống chế đa điểm.

CHÚ THÍCH: Các cơ chế khống chế miền tần số khác nhau được thảo luận trong 4.7.1.

**3.14****Lấy trung bình (averaging)**

Xử lý việc xác định mật độ phổ gia tốc khống chế từ trung bình toán học của các mật độ phổ gia tốc tại mỗi đường tần số của hơn một điểm kiểm tra.

**3.15****Cực trị (cực đại hoặc cực tiểu) (extremal – maximum or minimum)**

Xử lý việc xác định mật độ phổ gia tốc khống chế từ mật độ phổ gia tốc cực đại hoặc cực tiểu tại mỗi đường tần số của hơn một điểm kiểm tra.

**3.16****Hệ số đỉnh (crest factor)**

Tỉ lệ của giá trị đỉnh với giá trị hiệu dụng của biểu đồ thời gian.

[ISO 2041]

**3.17****Độ rộng băng -3 dB (- 3 dB bandwidth)**

Băng thông tần số giữa hai điểm trong một hàm đáp ứng tần số bằng 0,707 đáp ứng tối đa khi được liên kết với một đỉnh cộng hưởng đơn.



## TCVN 7699-2-64:2013

### 3.18

#### **Mật độ phổ gia tốc (acceleration spectral density)**

ASD

Giá trị quân phương của một phần tín hiệu gia tốc đi qua một bộ lọc băng hẹp quanh một tần số trung tâm, trên đơn vị băng thông, tiến tới giới hạn băng thông tiếp cận không với thời gian trung bình tiếp cận vô hạn.

### 3.19

#### **Mật độ phổ gia tốc khống chế (control acceleration spectral density)**

Mật độ phổ gia tốc đo ở điểm chuẩn hoặc các điểm chuẩn giả

### 3.20

#### **Vòng thống khống chế (control system loop)**

Tổng hợp các hành động dưới đây:

- số hóa dạng sóng tương tự của tín hiệu bắt nguồn từ điểm chuẩn hoặc điểm chuẩn giả;
- thực hiện việc xử lý cần thiết;
- tạo một dạng sóng điều khiển tương tự đã cập nhật tới bộ khuếch đại công suất hệ thống rung (xem Điều B.1).

### 3.21

#### **Sửa tín hiệu điều khiển (xem Hình 1) (drive signal clipping)**

Sự giới hạn hệ số mào lớn nhất của dải tần ảnh hưởng tín hiệu điều hướng

### 3.22

#### **Dải tần làm việc (xem Hình 1) (effective frequency range)**

Dải tần giữa 0,5 lần  $f_1$  và 2,0 lần  $f_2$ .

CHÚ THÍCH: Do sườn đầu và sườn cuối, dải tần hiệu dụng cao hơn dải tần thử nghiệm giữa  $f_1$  và  $f_2$ .

### 3.23

#### **Mật độ phổ gia tốc lỗi (error acceleration spectral density)**

Sai lệch giữa mật độ phổ gia tốc qui định và mật độ phổ gia tốc khống chế.

### 3.24

#### **Làm cân bằng (equalization)**

Sự tối thiểu hóa mật độ phổ gia tốc lỗi.

### 3.25

#### **Sườn cuối (xem Hình 1) (final slope)**

Phần của mật độ phổ qui định cao hơn  $f_2$ .

**3.26****Độ phân giải tần số** (frequency resolution) $B_e$ 

Độ rộng khoảng tần số trong mật độ phổ gia tốc tính bằng Hertz.

CHÚ THÍCH: Độ phân giải số bằng nghịch đảo của độ dài khối ghi (T) trong phân tích số; số các đường tần số bằng với số khoảng trong một dải tần đã biết.

**3.27****Mật độ phổ gia tốc được chỉ định** (indicated acceleration spectral density)

Đánh giá giá trị đọc mật độ phổ gia tốc thực từ biểu diễn thiết bị phân tích bị méo do sai số dụng cụ và sai số ngẫu nhiên.

**3.28****Sườn ban đầu** (xem Hình 1) (initial slope)Phần mật độ phổ gia tốc qui định dưới  $f_1$ .**3.29****Sai số dụng cụ** (instrument error)

Sai số liên quan đến mỗi đối tượng đầu vào tương tự với hệ thống khống chế và các đối tượng hệ thống khống chế.

**3.30****Sai số ngẫu nhiên** (random error)

Sai số thay đổi từ một đánh giá tới một đánh giá khác của mật độ phổ gia tốc do sự giới hạn thời gian trung bình và băng thông bộ lọc thực tế.

**3.31****Ghi** (record)

Thu thập các điểm dữ liệu cách đều nhau trong miền thời gian được sử dụng trong tính toán biến đổi Fourier nhanh.

**3.32****Khả năng tái lập** (reproducibility)

Gần với thỏa thuận giữa các kết quả của các phép đo cùng một giá trị của cùng số lượng, mà các phép đo riêng lẻ được thực hiện.

- bằng các phương pháp khác nhau,
- với các dụng cụ đo khác nhau,
- bởi những người quan sát khác nhau,
- trong các phòng thí nghiệm khác nhau,
- sau các khoảng thời gian dài được so sánh với khoảng thời gian của phép đo đơn lẻ,
- dưới các điều kiện sử dụng các dụng cụ thông thường khác nhau

## TCVN 7699-2-64:2013

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ "khả năng lặp lại" cũng áp dụng cho trường hợp mà chỉ có một số điều kiện trước đó được tính đến.

[IEC 60050-300, đã điều chỉnh]

### 3.33

**Giá trị hiệu dụng (xem Hình 2) (root-mean-square value)**

Giá trị hiệu dụng (giá trị r.m.s.) của một hàm giá trị đơn trong một khoảng thời gian giữa hai tần số là căn bậc hai của trung bình các giá trị bình phương của tất cả các hàm qua khoảng tần số tổng  $f_1$  và  $f_2$ .

### 3.34

**Độ lệch chuẩn,  $\sigma$  (xem Hình 2) (standard deviation)  $\sigma$**

Trong lý thuyết rung, giá trị trung bình của rung bằng không; do đó trong một thời gian ngẫu nhiên, độ lệch chuẩn bằng với giá trị hiệu dụng.

### 3.35

**Độ chính xác thống kê (statistical accuracy)**

Tỉ lệ của mật độ phổ gia tốc thực với mật độ phổ gia tốc đã chỉ định.

### 3.36

**Các cấp thống kê tự do (xem Hình 3) (statistical degrees of freedom (see also Figure 3))**

DOF

Cho việc đánh giá mật độ phổ gia tốc của dữ liệu ngẫu nhiên với kỹ thuật lấy trung bình thời gian, con số có ảnh hưởng của các cấp độ thống kê tự do được bắt nguồn từ độ phân giải tần số và thời gian trung bình có ảnh hưởng.

### 3.37

**Dải tần số thử nghiệm (test frequency range)**

Dải tần giữa  $f_1$  và  $f_2$  (xem Hình 1) trong đó ASD là không đổi hoặc có hình dạng như đã đưa ra trong qui định kỹ thuật liên quan.

### 3.38

**Mật độ phổ gia tốc thực (true acceleration spectral density)**

Mật độ phổ gia tốc của tín hiệu ngẫu nhiên đang hoạt động trên mẫu.

## 4 Yêu cầu đối với các thiết bị thử nghiệm

### 4.1 Yêu cầu chung

Các đặc tính cần thiết áp dụng cho toàn bộ hệ thống rung, bao gồm bộ khuếch đại công suất, bộ tạo rung, cơ cấu cố định mẫu thử, mẫu và hệ thống khống chế khi được mang tải để thử nghiệm.

Phương pháp thử nghiệm đã chuẩn hóa bao gồm chuỗi thử nghiệm dưới đây thường được áp dụng theo mỗi trục trong các trục vuông góc với nhau của mẫu thử nghiệm:

- 1) Một khảo sát đáp ứng rung ban đầu, với kích thích hình sin mức thấp, hoặc kích thích ngẫu nhiên mức thấp, (xem 8.2).
- 2) Kích thích ngẫu nhiên giống thử nghiệm tải cơ khí hoặc thử nghiệm ứng suất.
- 3) Một khảo sát đáp ứng rung cuối cùng để so sánh các kết quả với phép khảo sát ban đầu và để phát hiện các hỏng về cơ có khả năng do thay đổi hoạt động biến động (xem 8.2 và 8.5).

Ở đây hoạt động biến động được biết trước, và nó không được xem xét liên quan, hoặc dữ liệu đủ có thể được thu thập trong khi thử nghiệm ở mức đầy đủ, qui định kỹ thuật liên quan có thể không yêu cầu các khảo sát đáp ứng rung trước và sau.

#### 4.2 Chuyển động chính

Chuyển động chính của các điểm cố định mẫu phải được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan. Các điểm dùng để cố định phải có các chuyển động giống nhau đáng kể về pha và biên độ và phải tương đối thẳng theo hướng của kích thích. Nếu các chuyển động giống nhau đáng kể khó đạt được, không chế đa điểm phải được sử dụng.

CHÚ THÍCH: Đối với dải tần có cấu trúc rộng và cao, ví dụ 20Hz – 2000 Hz, các biến động của mẫu thử nghiệm gần như yêu cầu không chế đa điểm.

#### 4.3 Chuyển động ngang trục

Chuyển động trục ngang phải được kiểm tra, nếu yêu cầu bởi qui định kỹ thuật liên quan, trước khi thử nghiệm được áp dụng bằng việc thực hiện một khảo sát hình sin hoặc ngẫu nhiên ở một mức đã qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, hoặc trong khi thử nghiệm bằng việc sử dụng các kênh giám sát bổ sung trong hai trục vuông góc.

Giá trị ASD của mỗi tần số ở các điểm kiểm tra trong cả hai trục vuông góc với trục qui định phải không vượt quá các giá trị ASD qui định ở trên 500 Hz và ở dưới 500 Hz phải không vượt quá -3 dB của các giá trị ASD qui định. Giá trị hiệu dụng tổng của gia tốc trong cả hai trục vuông góc với trục qui định phải không vượt quá 50 % giá trị hiệu dụng đối với trục qui định. Ví dụ với một mẫu nhỏ, giá trị ASD của chuyển động trục ngang có thể cho phép có thể bị giới hạn do đó nó không vượt quá -3 dB chuyển động chính, nếu được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

Tại một số tần nào đó hoặc với các mẫu kích thước lớn hoặc khối lượng lớn, có thể khó đạt được các giá trị này. Thật vậy, trong các trường hợp đó qui định kỹ thuật liên quan yêu cầu các điều kiện khác nghiệt với một phạm vi biến động lớn, cũng có thể khó đạt được những điều này. Trong những trường hợp như vậy, qui định kỹ thuật liên quan phải nêu các yêu cầu nào dưới đây được áp dụng:

- a) bất cứ chuyển động trục ngang nào vượt quá giá trị đã đưa ra ở trên phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm;
- b) chuyển động trục ngang được biết không gây nguy hiểm cho mẫu không cần được giám sát.

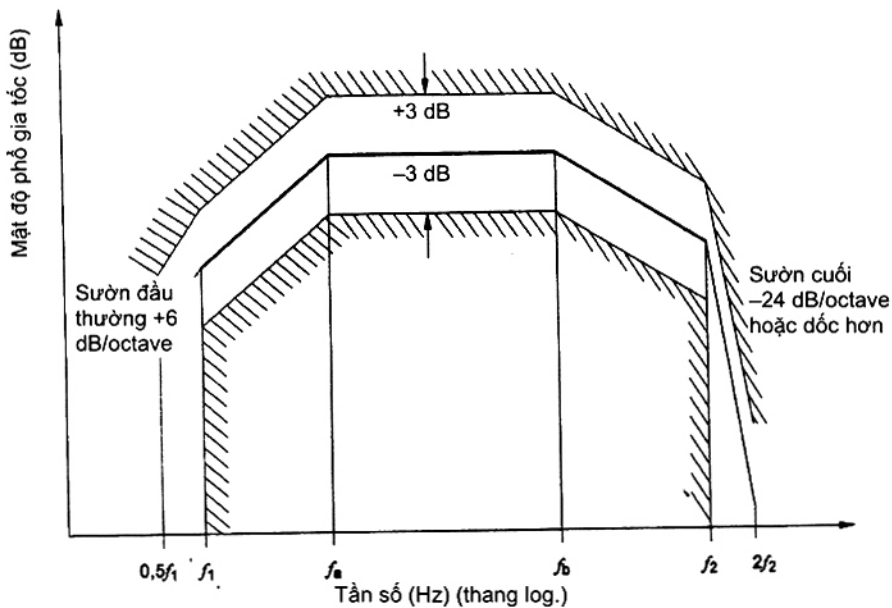
**4.4 Lắp đặt**

Mẫu phải được gắn kết theo TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47). Trong bất cứ trường hợp nào, đường cong lan truyền nào đã chọn từ TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47) phải được bình phương trước khi nhân với phổ ASD.

**4.5 Các hệ thống đo**

Các đặc tính của hệ thống đo phải làm sao cho nó có thể được xác định giá trị thực của rung như đã đo trong trục dự định ở điểm chuẩn có nằm trong dung sai cần thiết đối với thử nghiệm hay không.

Đáp ứng tần số của toàn hệ thống đo, bao gồm bộ chuyển đổi, bộ điều tín hiệu và thiết bị thu thập và xử lý dữ liệu, có ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác của các phép đo. Dải tần của hệ thống đo phải rộng quá ít nhất 0,5 lần tần số thấp nhất ( $f_1$ ) và 2,0 lần tần số cao nhất ( $f_2$ ) của dải tần thử nghiệm (xem Hình 1). Đáp ứng tần số của hệ thống đo phải bằng phẳng trong khoảng  $\pm 5\%$  của dải tần số thử nghiệm. Ngoài dải này bất cứ độ sai lệch nào cũng phải được nêu ra trong báo cáo thử nghiệm.



Hình 1 – Các băng dung sai đối với mật độ phổ gia tốc; sườn đầu và sườn cuối (xem B.2.3)

**4.6 Các dung sai rung**

**4.6.1 Giá trị ASD và giá trị hiệu dụng**

Mật độ phổ gia tốc chỉ ra trong trục qui định ở điểm chuẩn giữa  $f_1$  và  $f_2$  trong Hình 1 phải trong khoảng  $\pm 3$  dB, cho phép sai số dụng cụ và sai số ngẫu nhiên, được gọi là mật độ phổ gia tốc qui định.

Giá trị hiệu dụng của gia tốc, được tính hoặc đo được giữa  $f_1$  và  $f_2$ , phải không sai lệch hơn 10 % so với giá trị hiệu dụng kết hợp với mật độ phổ gia tốc đã qui định. Các giá trị này cho cả hai điểm tham chiếu chuẩn và điểm tham chiếu giả.

Tại một số tần nào đó, hoặc với các mẫu kích thước lớn hay có khối lượng lớn, có thể khó đạt được những giá trị này. Trong những trường hợp như vậy, qui định kỹ thuật liên quan phải cho phép dung sai lớn hơn.

Sườn ban đầu phải không nhỏ hơn + 6dB/octave và sườn cuối phải là -24 dB/octave hoặc dốc hơn (xem B.2.3).

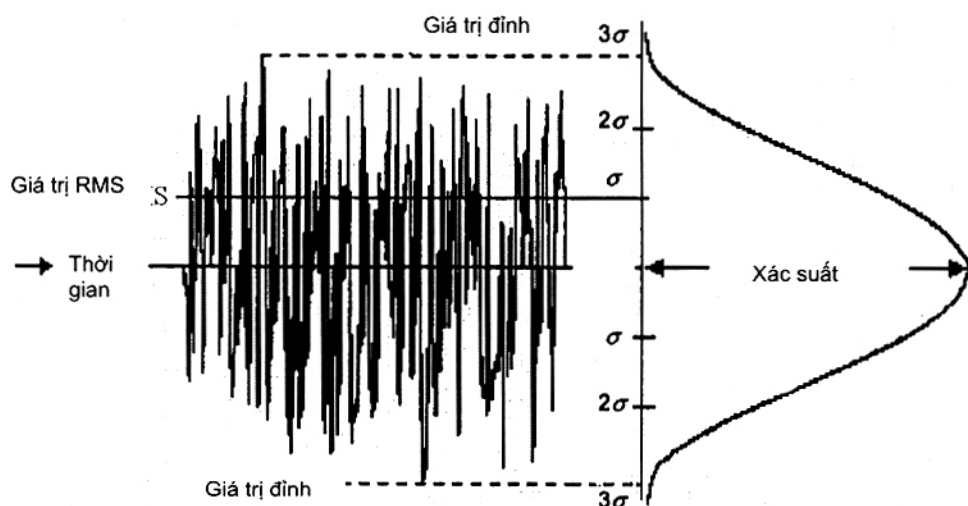
#### 4.6.2 Phân bố

Các giá trị gia tốc tức thời ở điểm chuẩn phải có phân bố xấp xỉ chuẩn (Gaussian) như trên Hình 2. Nếu được mong muốn một cách rõ ràng, một sự xác nhận phải được thực hiện trong khi hiệu chuẩn hệ thống chuẩn (xem B.2.2).

Việc cắt tín hiệu điều hướng có giá trị nhỏ nhất 2,5 (xem 3.16). Hệ số mào của tín hiệu gia tốc ở điểm chuẩn phải được kiểm tra để đảm bảo tín hiệu bao gồm các đỉnh ở tối thiểu 3 lần giá trị hiệu dụng đã qui định, trừ khi có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan.

Nếu một điểm chuẩn giả định được sử dụng cho việc khống chế, yêu cầu đối với hệ số mào áp dụng cho mỗi điểm chuẩn riêng lẻ được sử dụng tạo mật độ phổ gia tốc khống chế.

Hàm mật độ phổ xác suất phải được tính đối với điểm chuẩn với một khoảng thời gian 2 min trong khi thử nghiệm. Độ lệch chấp nhận được từ phân bố chuẩn, Hình 2, phải được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.



**Hình 2 – Biểu đồ thời gian của kích thích có tính ngẫu nhiên;  
hàm mật độ xác suất với phân bố Gaussian (chuẩn)  
(ví dụ với hệ số mào bằng 3, xem 3.14 và 4.6.2)**

4.6.3 Độ chính xác thống kê

Độ chính xác thống kê được xác định từ các cấp thống kê của  $N_d$  tự do và mức tự do (xem Hình 3). Các cấp thống kê của tự do được cho bởi:

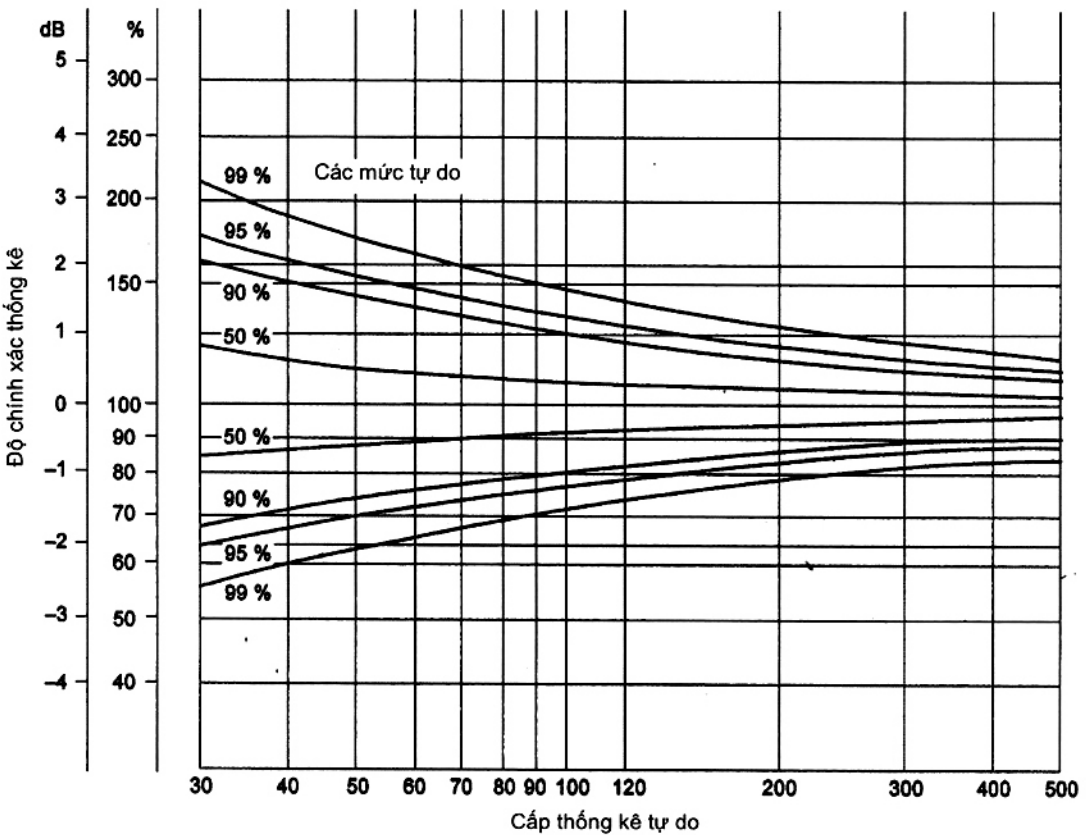
$$N_d = 2B_e \times T_a$$

Trong đó:

$B_e$  là độ phân giải tần số;

$T_a$  là thời gian lấy trung bình có ảnh hưởng

$N_d$  phải không nhỏ hơn 120 DOF, trừ khi có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan. Nếu qui định kỹ thuật liên quan cho biết các mức tự do để đạt được trong khi thử nghiệm, Hình 3 phải được sử dụng để tính toán độ chính xác thống kê.



Hình 3 – Độ chính xác thống kê của mật độ phổ gia tốc so với các cấp tự do với các mức tự do khác nhau (xem 4.6.3)

#### 4.6.4 Độ phân giải tần số

Độ phân giải tần số  $B_e$  ở đơn vị Hz cần thiết để tối thiểu hóa chênh lệch giữa mật độ phổ gia tốc thực và đã qui định phải được chọn bằng việc lấy dải tần bộ khống chế số chia cho số đường phổ ( $n$ ).

$$B_e = f_{high} / n$$

Trong đó:

$f_{high}$  là dải tần chọn từ các tùy chọn cho bởi hệ thống khống chế rung số ở đơn vị Hz và phải bằng hoặc lớn hơn  $2 f_2$ , tức là  $f_{high} \geq 2f_2$ , xem Hình 1;

$n$  là số đường phổ trải rộng đều trên dải tần tới  $f_{high}$ .

Số đường phổ,  $n$ , phải tối thiểu là 200. Độ phân giải tần số phải được đưa ra trong qui định kỹ thuật liên quan (xem Điều 11, mục d) và được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

$B_e$  phải được chọn sao cho, tối thiểu, một đường tần số trùng với tần số  $f_1$  trong Hình 1 và đường tần số đầu tiên là ở 0,5 của  $f_1$ ; cũng là hai đường tần xác định sườn đầu tiên. Nếu điều này cho hai giá trị khác nhau thì  $B_e$  nhỏ nhất phải được chọn.

CHÚ THÍCH: Có một sự thỏa hiệp giữa việc có một giá trị  $B_e$  tốt hơn, dẫn tới một thời gian khống chế lặp dài hơn và định nghĩa tốt hơn về phổ, hay việc có một giá trị  $B_e$  thô hơn, dẫn tới thời gian khống chế lặp ngắn hơn và định nghĩa xấu hơn về phổ.

### 4.7 Cách thức khống chế

#### 4.7.1 Khống chế một điểm/nhiều điểm

Khi có qui định hoặc cần thiết phải khống chế nhiều điểm, phải qui định cách thức khống chế.

Qui định kỹ thuật liên quan phải qui định sử dụng khống chế một điểm hay nhiều điểm. Nếu qui định khống chế nhiều điểm thì qui định kỹ thuật liên quan phải nêu rõ các giá trị trung bình của tín hiệu ở các điểm kiểm tra hay giá trị cực ngoài của các tín hiệu ở các điểm khống chế được chọn phải được khống chế tới mức qui định. Đối với khống chế nhiều điểm, qui định kỹ thuật liên quan phải chỉ rõ một phổ không được xử lý của mỗi trong số các kênh khống chế góp vào phổ khống chế phải được thêm vào trong báo cáo thử nghiệm hay không.

CHÚ THÍCH: Nếu không thể thực hiện khống chế một điểm, thì phải sử dụng khống chế nhiều điểm bằng việc khống chế giá trị trung bình hoặc giá trị cực trị của các tín hiệu tại các điểm kiểm tra. Trong cả hai trường hợp khống chế nhiều điểm này, điểm là điểm chuẩn giá định. Phương pháp đã sử dụng phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Có thể sử dụng các cách thức dưới đây.



## TCVN 7699-2-64:2013

### 4.7.1.1 Cách thức lấy trung bình

Trong phương pháp này, giá trị không chế được tính từ tín hiệu tại từng điểm kiểm tra. Giá trị không chế kết hợp có được bằng cách lấy trung bình toán học của giá trị ASD tại mỗi đường tần số từ các điểm kiểm tra. Sau đó, so sánh giá trị không chế lấy trung bình số học này với giá trị tín hiệu qui định của mỗi tần số.

### 4.7.1.2 Cách thức lấy trung bình có trọng số

Mỗi tần số ASD không chế  $a_c$  được tạo thành bằng cách lấy trung bình các ASD từ các điểm kiểm tra  $a_1$  đến  $a_n$  theo các trọng số của chúng  $w_1$  đến  $w_n$ :

$$a_c = (w_1 x a_1 + w_2 x a_2 + w_n x a_n) / (w_1 + w_2 + \dots + w_n)$$

Cách thức không chế này đưa ra khả năng là các tín hiệu của các điểm kiểm tra khác nhau sẽ góp phần khác nhau vào tín hiệu không chế.

### 4.7.1.3 Cách thức cực trị

Trong phương pháp này, giá trị ASD không chế kết hợp được tính từ giá trị ASD cực trị lớn nhất (MAX) hoặc giá trị ADS cực trị nhỏ nhất (MIN) của mỗi đường tần số đo được tại mỗi điểm kiểm tra. Cách này sẽ tạo ra giá trị không chế của mỗi tần số thể hiện đường bao ngoài của giá trị ASD như hàm của tần số từ mỗi điểm kiểm tra (MAX) hoặc giới hạn dưới của giá trị ASD như hàm của tần số từ mỗi điểm kiểm tra (MIN).

## 4.7.2 Không chế nhiều chuẩn

Nếu có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan thì có thể xác định phổ nhiều chuẩn đối với các điểm kiểm tra hoặc các điểm đo khác nhau hoặc các loại biến có không chế khác nhau, ví dụ, để thử nghiệm rung có hạn chế lực.

Khi qui định không chế nhiều chuẩn, cách thức không chế phải được qui định như sau:

- Giới hạn: Tất cả tín hiệu không chế phải nằm bên dưới phổ chuẩn thích hợp của chúng;
- Thay thế: Tất cả các tín hiệu không chế phải nằm bên trên phổ chuẩn thích hợp của chúng.

## 4.8 Khảo sát đáp ứng rung

Khảo sát đáp ứng rung là một phương pháp thuận tiện và nhạy đối với việc đánh giá các ảnh hưởng của việc thử nghiệm rung, xem IEC 60068-3-8. Mục tiêu, mục đích và các phương pháp của các khảo sát đáp ứng rung với các lợi thế được giải thích trong IEC 60068-3-8. Các yêu cầu đối với kích thích hình sin được cho trong thử nghiệm Fc (TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6)) và đối với kích thích ngẫu nhiên cho trong tiêu chuẩn này.

Trong trường hợp kích thích hình sin, phải nhớ rằng, trong trường hợp các cộng hưởng không tuyến tính, các tần số cộng hưởng sẽ thay đổi tùy thuộc vào hướng của biến đổi tần số trong khi quét. Đối với

kích thích ngẫu nhiên tính không tuyến tính có thể ảnh hưởng đến tình trạng cộng hưởng. Đối với kích thích hình sin và ngẫu nhiên, sự khuếch đại ở các cộng hưởng có thể phụ thuộc vào biên độ rung đầu vào.

Khi khảo sát đáp ứng rung của mẫu hoặc gói thiết bị “có kiểu chưa xác định”, có thể cần đo các tín hiệu khác nhau như lực truyền động hoặc vận tốc rung. Nếu có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, có thể phải tính phổ của trở kháng cơ của mẫu trước và sau thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Trở kháng cơ và thuật ngữ tương tự khác được định nghĩa ở ISO 2041.

## 5 Mức khắc nghiệt

Mức khắc nghiệt được xác định bằng cách kết hợp tất cả các tham số:

- dải tần số thử nghiệm;
- giá trị hiệu dụng của gia tốc;
- hình dạng của mật độ phổ gia tốc;
- khoảng thời gian thử nghiệm.

Từng tham số phải được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan. Chúng có thể:

- a) chọn từ các giá trị trong 5.1 đến 5.4;
- b) được chọn từ các ví dụ trong Phụ lục A đối với điều kiện môi trường khác nhau;
- c) được suy ra từ môi trường đã biết nếu điều này cho các giá trị khác nhau đáng kể; hoặc
- d) được suy ra từ các nguồn đã biết khác của dữ liệu liên quan (ví dụ IEC 60721-3).

### 5.1 Dải tần số thử nghiệm

Nếu tùy chọn a) được lựa chọn, thì  $f_1$  và  $f_2$  có thể chọn từ các giá trị Hz sau:

- a)  $f_1$ : 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100;
- b)  $f_2$ : 20; 50; 100; 200; 500; 1 000; 2 000; 5 000.

Các tần số  $f_1$  và  $f_2$  và mối liên hệ của chúng với mật độ phổ gia tốc được biểu diễn trong các ví dụ ở Phụ lục A.

### 5.2 Giá trị hiệu dụng của gia tốc

Nếu tùy chọn a) được lựa chọn, giá trị hiệu dụng của gia tốc (giá trị danh nghĩa trên Hình 1) giữa  $f_1$  và  $f_2$  có thể chọn từ các giá trị ở đơn vị  $m/s^2$  sau:

1; 1,4; 2; 2,8; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 35; 50; 70; 100; 140; 200; 280

CHÚ THÍCH: Giá trị  $g_n$  được qui định là  $10 m/s^2$  trong tiêu chuẩn này.

### **5.3 Hình dạng của đường cong mật độ phổ gia tốc**

Thử nghiệm này xác định một đường cong mật độ phổ gia tốc với các phần nằm ngang đang tăng, đang giảm và bằng phẳng (xem phổ A.1 – A.4). Đối với một thử nghiệm tiêu chuẩn một trong các phổ phải được chọn tùy theo môi trường động của đối tượng thử nghiệm. Các giá trị mật độ phổ gia tốc thích hợp phải được tính toán bởi hệ thống khống chế có tính đến giá trị hiệu dụng các tần số và hình dạng của phổ. Trong các trường hợp đặc biệt, có thể xác định đường cong mật độ phổ gia tốc được định hình riêng biệt. Trong những trường hợp này qui định kỹ thuật liên quan phải mô tả hình dáng như một hàm của tần số. Các mức khác nhau và các dải tần tương ứng của chúng, (các điểm phá vỡ) phải được chọn bất cứ khi nào có thể từ các giá trị đã cho trong 5.1 và 5.2 và phổ A.1 – A.4.

### **5.4 Thời gian thử nghiệm**

Thời gian thử nghiệm phải được đưa ra trong qui định kỹ thuật liên quan hoặc có thể lựa chọn từ dãy sau: 1; 2; 5; 10; 20; 30; 45; 60 min; 2; 5; 8; 12; 24 h, với dung sai + 5 %.

## **6 Ổn định trước**

Qui định kỹ thuật liên quan có thể có yêu cầu ổn định trước và khi đó phải qui định các điều kiện.

## **7 Phép đo ban đầu**

Mẫu thử nghiệm phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra về kích thước và kiểm tra chức năng theo qui định kỹ thuật liên quan.

## **8 Thử nghiệm**

### **8.1 Yêu cầu chung**

Việc thử nghiệm tuân theo trình tự đã qui định trong qui định kỹ thuật liên quan. Các bước khác như sau:

- khảo sát đáp ứng rung ban đầu, nếu qui định;
- kích thích mức thấp đối với cân bằng trước khi tiến hành thử nghiệm mức đầy đủ trong kiểu liên tục;
- thử nghiệm rung ngẫu nhiên;
- khảo sát đáp ứng rung kết thúc, nếu qui định.

Mẫu phải được kích thích ở mỗi trục trong số các trục thử nghiệm ưu tiên theo thứ tự, trừ khi có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan. Thứ tự thử nghiệm theo các trục này không quan trọng, trừ khi được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan. Nếu mẫu nhạy với trong trường các nguy cơ, ví dụ công tác nghiêng thủy ngân, rung chỉ có thể áp dụng ở vị trí làm việc bình thường của nó và phải được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan.

ASD không chế của mỗi tần số tại điểm chuẩn phải được lấy từ một điểm kiểm tra nếu không chế một điểm được sử dụng hoặc từ một số các điểm kiểm tra khi không chế đa điểm được sử dụng.

Trong trường hợp sau, qui định kỹ thuật liên quan phải nêu các điểm kiểm tra được sử dụng để không chế tới mức qui định đối với các cách thức không chế dưới đây (xem 4.7):

- giá trị trung bình của ASD của mỗi điểm kiểm tra (không chế trung bình);
- giá trị trung bình có trọng số của các ASD ở các điểm kiểm tra (không chế trung bình có trọng số); hoặc
- các giá trị cực đại và cực tiểu của mỗi tần số của tất cả các điểm kiểm tra (không chế cực trị).

Trong các trường hợp không chế đa điểm trên, phổ không chế trở thành một giá định mà không có tham chiếu tới một điểm kiểm tra đang tồn tại.

Thao tác đặc biệt là cần thiết khi mẫu thường được sử dụng với các bộ chống rung trong thử nghiệm mà không có các bộ cách ly đó. Xem TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47).

## 8.2 Khảo sát đáp ứng rung ban đầu

Nếu không được qui định đặc biệt trong qui định kỹ thuật liên quan, một khảo sát đáp ứng rung là không cần thiết. Tuy nhiên, qui định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu một khảo sát đáp ứng rung trong mỗi trục trước đó, hoặc cả trước và sau, việc thử nghiệm rung ngẫu nhiên.

Khi được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan, các đáp ứng động đối với tối thiểu một điểm trên mẫu trong dải tần đã biết phải được khảo sát. Số và vị trí của các điểm đáp ứng phải được xác định rõ ràng trong qui định kỹ thuật liên quan. Khảo sát đáp ứng rung có thể được thực hiện với rung hình sin hoặc ngẫu nhiên trong một dải tần thử nghiệm và với một mức thử nghiệm như đã qui định trong qui định kỹ thuật liên quan. Tham khảo TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6) đối với rung hình sin và xem chuẩn này đối với kích thích rung ngẫu nhiên. Xem thêm IEC 60068-3-8 để có thêm thông tin và các lợi ích và bất lợi của mỗi phương pháp.

Khảo sát đáp ứng phải được thực hiện với một mức thử nghiệm đã chọn sao cho đáp ứng của mẫu duy trì nhỏ hơn trong khi thử nghiệm ngẫu nhiên nhưng ở một mức đủ cao để phát hiện các tần số tới hạn.

Khi sử dụng kích thích hình sin, ít nhất một chu kỳ quét qua toàn bộ dải tần được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan phải được thực hiện với biên độ gia tốc  $\leq 10 \text{ m/s}^2$  hoặc một biên độ dịch chuyển  $\pm 1 \text{ mm}$ , theo cái nào bé hơn. Biên độ rung phải được điều chỉnh tới giá trị gia tốc hiệu dụng của thử nghiệm ngẫu nhiên, để ngăn một ứng suất cao trên mẫu hơn trong khi thử nghiệm rung ngẫu nhiên. Tốc độ quét 1 octave/min phải được áp dụng để xác định các tần số và các biên độ của sự cộng hưởng. Nếu có mối liên quan giữa việc kích thích cấu trúc với cộng hưởng hoàn toàn thì cho phép tốc độ quét nhanh hơn như một chỉ thị tần số và biên độ tương đối của cộng hưởng trong băng tần quan tâm. Các khảo sát ở những tốc độ quét chậm hơn hoặc việc quét qua lại xung quanh một cộng hưởng đã biết có thể cần thiết nhưng phải được giới hạn tới thời gian tối thiểu để thu được các kết quả yêu cầu. Phải tránh thời gian dừng quá lâu. Biên độ rung có thể được thay đổi theo yêu cầu.

## TCVN 7699-2-64:2013

Khảo sát đáp ứng rung với rung ngẫu nhiên phải được thực hiện với thời gian thử nghiệm đủ dài để tối thiểu hóa các sự biến đổi có tính ngẫu nhiên trong đáp ứng. Một thử nghiệm đáp ứng rung ngẫu nhiên phải được thực hiện sử dụng phổ giữa  $f_1$  và  $f_2$ . Ở tần số cộng hưởng thấp nhất phải có tối thiểu 5 đường phổ trong băng tần -3 dB của đỉnh cộng hưởng.

Khi sử dụng kích thích ngẫu nhiên, giá trị hiệu dụng của gia tốc phải không lớn hơn 25 % của giá trị qui định để sử dụng trong khi thử nghiệm rung ngẫu nhiên. Khoảng thời gian phải ngắn có thể, nhưng ít nhất đủ dài để thực hiện một phân tích với  $DOF = 120$  cấp độ tự do có thể (xem Hình 3). Nếu đáp ứng cộng hưởng được quan sát và được ghi nhận một cách định kỳ trong một thử nghiệm mức độ đầy đủ, các khảo sát cộng hưởng đặc biệt là không cần thiết.

Mẫu phải đang hoạt động trong suốt khảo sát này nếu được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan. Ở đây các đặc tính rung cơ học không thể được đánh giá bởi vì mẫu đang hoạt động, và khảo sát đáp ứng rung bổ sung với mẫu không hoạt động phải được thực hiện. Trong suốt giai đoạn này, mẫu phải được kiểm tra để xác định các tần số tới hạn mà sau đó được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

### 8.3 Kích thích mức thấp để cân bằng trước khi thử nghiệm

Trước khi thử nghiệm rung ngẫu nhiên ở mức đã qui định, một kích thích ngẫu nhiên sơ bộ ở các mức thấp hơn với mẫu thật có thể cần thiết để cân bằng tín hiệu và để phân tích sơ bộ. Ở giai đoạn này rất quan trọng là mức mật độ phổ gia tốc áp dụng được giữ tối thiểu.

Các khoảng thời gian được phép để kích thích ngẫu nhiên sơ bộ như sau:

- dưới -12 dB của mức giá trị hiệu dụng qui định: không giới hạn thời gian;
- từ 12 dB đến -6 dB của mức giá trị hiệu dụng qui định: không lớn hơn 1,5 lần khoảng thời gian thử nghiệm qui định;
- giữa -6 dB và 0 dB của mức giá trị hiệu dụng qui định: không lớn hơn 10 % của khoảng thời gian thử nghiệm qui định.

Khoảng thời gian kích thích ngẫu nhiên sơ bộ phải không bị trừ vào khoảng thời gian thử nghiệm qui định đối với thử nghiệm rung ngẫu nhiên.

### 8.4 Thử nghiệm ngẫu nhiên

#### 8.4.1 Qui định chung

Qui định kỹ thuật liên quan phải chọn dải tần thử nghiệm thích hợp ( $f_1$  đến  $f_2$ ), giá trị hiệu dụng tổng thể của gia tốc, hình dạng của đường cong mật độ phổ gia tốc và khoảng thời gian thử nghiệm. Khi được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan, nhiều phép đo mật độ phổ gia tốc và các giá trị hiệu dụng của gia tốc, tại các điểm kiểm tra, phải được làm ở các khoảng thời gian thích hợp để xác định rằng phổ đầu vào ngẫu nhiên là phổ dừng, và điều này phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

#### 8.4.2 Các phép đo trung gian và tính năng hoạt động

Khi được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan, mẫu phải đang hoạt động trong một khoảng thời gian qui định trong khi thử nghiệm, và tính năng của nó phải được kiểm tra (xem B.6).

#### 8.5 Khảo sát đáp ứng rung cuối cùng

Nếu qui định kỹ thuật liên quan yêu cầu một khảo sát đáp ứng ban đầu, nó có thể cũng yêu cầu một khảo sát đáp ứng rung bổ sung khi hoàn thành thử nghiệm ngẫu nhiên, để xác định các thay đổi hoặc các hư hỏng vừa xảy ra hay không từ khảo sát đáp ứng rung ban đầu. Khảo sát đáp ứng rung cuối cùng phải được thực hiện trong cùng phương tiện ở cùng các điểm đáp ứng và với cùng các tham số được sử dụng cho khảo sát đáp ứng rung ban đầu. Các hướng dẫn sử dụng các thay đổi trong đáp ứng rung, ví dụ thay đổi các tần số tới hạn, được đưa ra trong IEC 60068-3-8. Qui định kỹ thuật liên quan phải nêu rõ hành động nào phải thực hiện nếu các kết quả khác nhau thu được trong hai khảo sát.

### 9 Phục hồi

Đôi khi cần có một khoảng thời gian sau khi thử nghiệm và trước các phép đo cuối cùng để mẫu có thể đạt được các điều kiện giống với các điều kiện ở phép đo ban đầu, ví dụ nhiệt độ. Qui định kỹ thuật liên quan phải qui định các điều kiện để phục hồi.

### 10 Phép đo kết thúc và tính năng chức năng

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và kiểm tra chức năng hay bất kỳ yếu tố nào được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

Qui định kỹ thuật liên quan phải đưa ra các tiêu chí để dựa trên đó chấp nhận hoặc loại bỏ mẫu.

Đối với việc đánh giá các kết quả đáp ứng rung xem IEC 60068-3-8.

## 11 Thông tin cần nêu trong qui định kỹ thuật liên quan

Khi thử nghiệm này được nêu trong qui định kỹ thuật liên quan thì phải nêu các nội dung dưới đây nếu thuộc đối tượng áp dụng, chú ý đến các mục có đánh dấu hoa thị (\*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Điểm khống chế	3.4
b) Các điểm đo*	3.6
c) Chuyển động chính*	4.2
d) Các điểm dừng để cố định*	4.2
e) Chuyển động trục ngang	4.3
f) Lắp đặt mẫu*	4.4
g) Dung sai rung đối với thử nghiệm các mẫu có kích thước lớn hoặc khối lượng lớn	4.6
h) Hệ số đỉnh*/Phân bố/Cắt tín hiệu điều hướng	4. 6.2
i) Độ chính xác thống kê (số các DOF <sub>s</sub> )	4.6.3
j) Độ phân giải tần số*	4.6.4
k) Cơ chế khống chế	4.7
l) Dải tần số thử nghiệm*	5.1
m) Giá trị hiệu dụng của gia tốc*	5.2
n) Hình dạng của đường cong mật độ phổ*	5.3
o) Khoảng thời gian thử nghiệm *	5.4
p) Ổn định trước	6
q) Phép đo ban đầu*	7
r) Thử nghiệm ưu tiên và thứ tự thử nghiệm*	8.1
s) Tần số tới hạn	8.2
t) Khảo sát đáp ứng rung ban đầu và cuối cùng	8.2 và 8.5
u) Phép đo trung gian	8.4.2
v) Phục hồi	9
w) Phép đo kết thúc và tiêu chí chấp nhận hay loại bỏ mẫu	10
x) Độ không đảm bảo của hệ thống đo	B.1
y) Kiểm tra tính năng và chức năng	10

## 12 Thông tin cần nêu trong hồ sơ thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải chỉ ra các thông tin tối thiểu sau:

- |   |   |
|---|---|
| 1) Khách hàng   | (tên và địa chỉ)  |
| 2) Phòng thử nghiệm   | (tên và địa chỉ)  |
| 3) Nhận biết báo cáo thử nghiệm   | (ngày lập báo cáo, số nhận biết)  |
| 4) Ngày, tháng, năm thử nghiệm  |   |
| 5) Mục đích của thử nghiệm  | (nghiên cứu phát triển, chứng nhận, v.v...)   |
| 6) Tiêu chuẩn thử nghiệm, phiên bản   | (qui trình thử nghiệm liên quan)  |
| 7) Mô tả mẫu thử nghiệm   | (tình trạng ban đầu, số nhận biết, số lượng, ảnh chụp, bản vẽ v.v...)                                       |
| 8) Lắp đặt mẫu thử nghiệm   | (nhận biết vật cố định, bản vẽ, ảnh, v.v...)  |
| 9) Tính năng của thiết bị thử nghiệm  | (chuyển động ngang, v.v...)   |
| 10) Hệ thống đo, khu vực nhạy   | (mô tả, bản vẽ, ảnh v.v...)   |
| 11) Các tính chất không đảm bảo của hệ thống đo, nếu yêu cầu bởi qui định kỹ thuật liên quan  | Các tính chất không đảm bảo bao gồm, số liệu hiệu chuẩn, số liệu hiệu chuẩn lần cuối cùng và lần tiếp theo) |
| 12) Cách thức khống chế   | (khống chế một/nhiều điểm, khống chế nhiều điểm chuẩn)  |
| 13) Phép đo ban đầu, trung gian và kết thúc   |   |
| 14) Mức khắc nghiệt yêu cầu   | (từ qui định kỹ thuật liên quan)  |
| 15) Mức khắc nghiệt của thử nghiệm với dẫn chứng, nếu yêu cầu bởi qui định kỹ thuật liên quan | (các điểm đo, phổ từ thử nghiệm, thời gian đo, dải tần số, số DOF <sub>s</sub> , phân bố v.v...)            |
| 16) Kết quả thử nghiệm  | (tình trạng cuối cùng của mẫu thử nghiệm)   |
| 17) Quan sát trong quá trình tiến hành thử nghiệm và hành động cần thực hiện                  |   |
| 18) Tóm tắt thử nghiệm  |   |
| 19) Người phụ trách thử nghiệm  | (tên và chữ ký)   |
| 20) Nơi nhận  | (danh sách những nơi nhận báo cáo thử nghiệm)   |

CHÚ THÍCH 1: Nên viết lịch trình thử nghiệm. Bao gồm hướng dẫn thử nghiệm như thế nào, ví dụ như một danh sách các thử nghiệm theo trình tự thời gian cùng với các tham số thử nghiệm, các quan sát trong quá trình thử nghiệm các công việc cần làm và các tờ dữ liệu về các phép đo được thực hiện. Lịch trình thử nghiệm có thể đi kèm với báo cáo thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Xem thêm TCVN (ISO/IEC 17025).



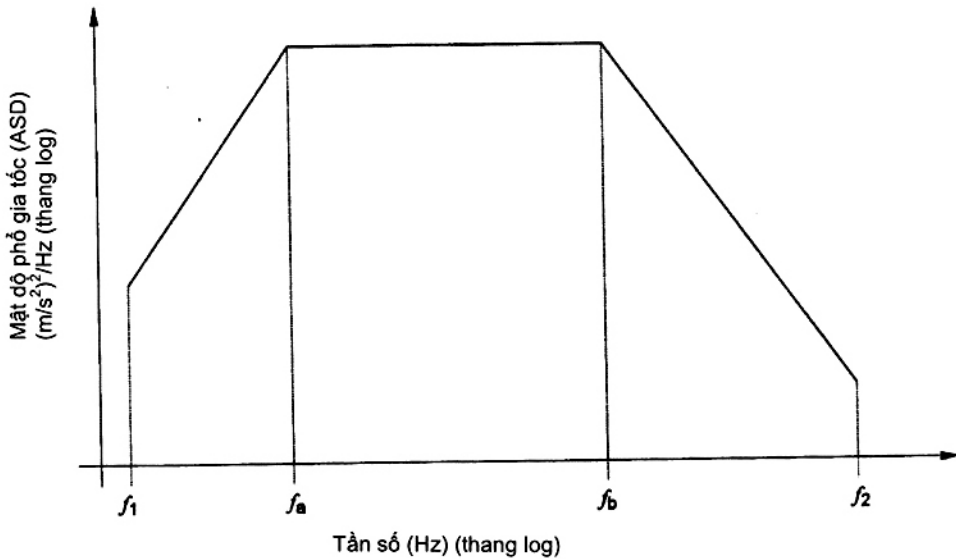
**Phụ lục A**  
(tham khảo)

**Phổ thử nghiệm tiêu chuẩn**

Đối với nhiều điều kiện môi trường, phổ đầu vào chuẩn được bắt nguồn từ các bản thông số kỹ thuật khác nhau như MIL-STD 810F, EN 61373, RTCA DO-160D cũng như các bản thông số nội bộ của các công ty điện tử và xe hơi. Các tham số thử nghiệm là mẫu cho các thử nghiệm với các điều kiện môi trường tiêu chuẩn dưới đây. Để xem chi tiết các thông số được khuyến nghị trong các bảng.

**Phổ A.1 Vận chuyển**

Xem chi tiết qui định được khuyến nghị ở Bảng A.1 và A.2 dưới đây.



**Hình A.1 – Các điểm gãy tần số/biên độ - vận chuyển**

**Bảng A.1 – Các loại phổ – Vận chuyển**

Loại	Mô tả	Thời gian đề xuất trên mỗi trục	Trục	Qui định/tham chiếu
No.		h	No.	
1	Vận chuyển xe tải trên các đường cao tốc U.S.; xe hàng			
1a	Phương thẳng đứng	1	1	MIL-STD 810F Bắt nguồn từ MIL-STD 810F
1b	Phương nằm ngang	1	2	
2	Vận chuyển; trên nước, trên mặt đất; các điều kiện khó. Xe kéo chạy trên đường có các toa móc treo	0,5	3	
3	Thiết bị viễn thông; sử dụng không cố định gồ gề hoặc di động;	0,5	3	ETSI 300 019-2-7
4	Thiết bị di động; hoạt động	0,5	3	

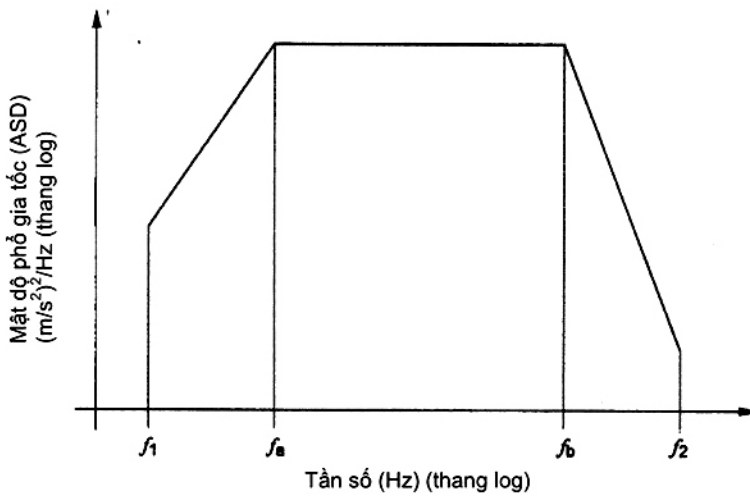
Bảng A.2 – Các điểm gây đối với phổ: Vận chuyển

Loại	$f_1$	$ASDf_1$	$f_a$	$f_b$	$ASDf_a, f_b$	$f_2$	$ASDf_2$	$a_{r.m.s.}$ giá trị
No.	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	$m/s^2$
1 a	$(10)^a$	1,44	5	40	1,44	500	0,0144	(10,2)
1 b	5	0,65	5	20	0,65	500	0,015	6,5
2	10	1,0	10	200	1,0	500	0,3	18,7
3	10	2,0	10	12	2,0	150	0,16	8,0
4	10	0,037	30	200	0,33	500	0,053	9,9

Các giá trị trong ngoặc đơn: xem chi tiết qui định kỹ thuật.

### Phổ A.2 Lắp đặt tĩnh tại

Xem chi tiết qui định được khuyến nghị ở Bảng A.3 và A.4 dưới đây.



Hình A.2 – Phổ lắp đặt tĩnh – các điểm gây tần số/biên độ

**Bảng A.3 – Các loại phổ: Lắp đặt tĩnh tại**

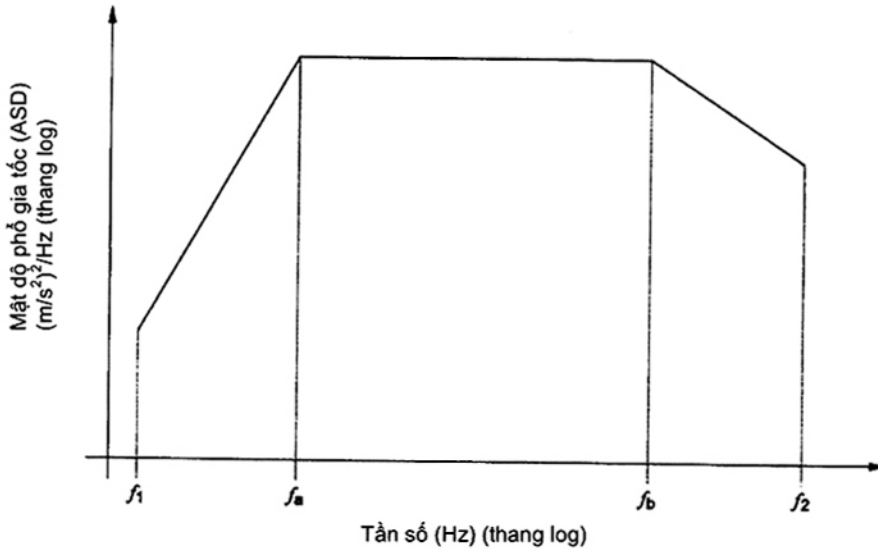
Loại	Mô tả	Thời gian đề xuất trên mỗi trục	Trục	Qui định/chuẩn
No.		h	No.	
1	Thiết bị viễn thông; sử dụng cố định tại các vị trí được bảo vệ khỏi thời tiết; các vị trí được kiểm soát nhiệt độ một phần; đang trong sử dụng.  CHÚ THÍCH: Thiết bị được sử dụng cố định như các máy chủ, PC, máy in, thiết bị đang vận hành với các linh kiện có độ nhạy cao; các tòa nhà đang làm việc với rung không đáng kể	0,5	3	ETSI EN 300 019-2-3, T 3.2
2	Thiết bị viễn thông; sử dụng cố định ở những nơi được bảo vệ khỏi thời tiết; các vị trí nhà ở; đang trong sử dụng  CHÚ THÍCH: Các tòa nhà với rung đáng kể nhưng không kích thích ra bên ngoài.	0,5	3	ETSI EN 300 019-2-3, T 3.5
3	Các tòa nhà với rung kích thích gây ra từ bên ngoài; không làm việc	1	3	

**Bảng A.4 – Các điểm gãy đối với phổ: Lắp đặt tĩnh**

Loại	$f_1$	$ASDf_1$	$f_a$	$f_b$	$ASDf_a, f_b$	$f_2$	$ASDf_2$	$a_{r.m.s.}$ giá trị
Số	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	$m/s^2$
1	5	0,001 3	10	50	0,02	100	0,001 3	1,1
2	5	0,002 5	10	50	0,04	100	0,002 5	1,5
3	5	0,022	30	200	0,20	500	0,005 2	7,0

**Phổ A.3 Thiết bị trong các phương tiện có bánh xe**

Xem chi tiết qui định kỹ thuật được khuyến nghị ở Bảng A.5 và A.6 dưới đây.



**Hình A.3 – Thiết bị trong các phương tiện có bánh xe – các điểm phá vỡ tần số/biên độ.**

**Bảng A.5 – Các loại phổ – Thiết bị trên xe có bánh**

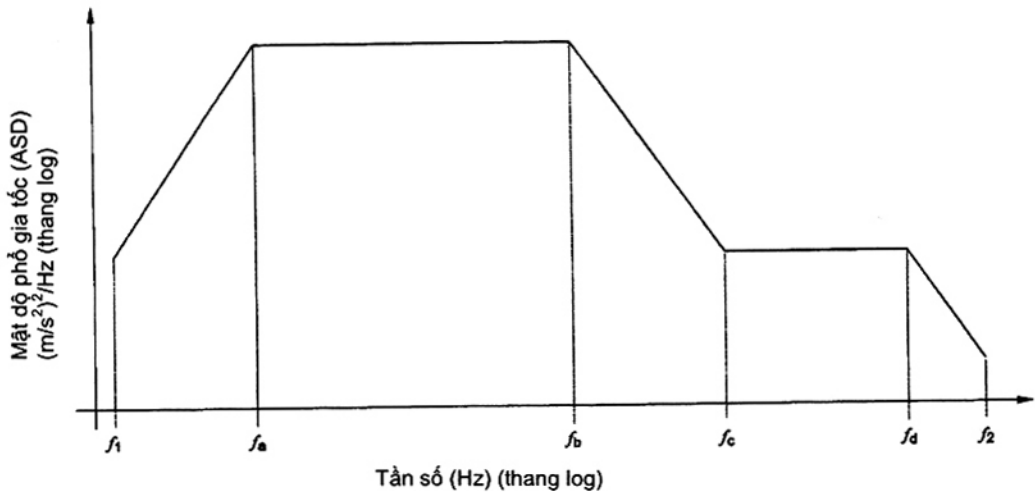
Loại	Mô tả	Thời gian đề xuất trên mỗi trục	Trục	Qui định/tham chiếu
Số		h	Số	
1	Xe ô tô; lắp đặt khung gầm.	8	3	
	Xe ô tô; lắp đặt theo vùng: ngăn khoang máy (ô); gắn liền với thân hoặc trên bộ tản nhiệt.	8	1	
2 a	Thẳng đứng			
2 b	Nằm ngang theo chiều dọc	8	1	
2 c	Nằm ngang theo chiều ngang	8	1	
	Toa xe; được gắn kết thân; khối lượng mẫu thử nghiệm < 500 kg.			IEC 61373, cat 1 B
3 a	Thẳng đứng	5	1	
3 b	Nằm ngang theo chiều dọc	5	1	
3 c	Nằm ngang theo chiều ngang	5	1	
	Toa xe lửa; gắn trên giá chuyển hướng; khối lượng của mẫu thử nghiệm < 100 kg.			IEC 61373, cat 2
4 a	Thẳng đứng	5	1	
4 b	Nằm ngang theo chiều dọc	5	1	
4 c	Nằm ngang theo chiều ngang	5	1	
	Toa xe lửa; gắn trên trục; khối lượng của mẫu thử nghiệm < 50 kg.			IEC 61373, cat 3
5 a	Thẳng đứng	5	1	
5 b	Nằm ngang theo chiều dọc	5	1	
5 c	Nằm ngang theo chiều ngang	5	1	

**Bảng A.6 – Các điểm gây đối với phở: Thiết bị trên xe có bánh**

Loại	$f_1$	$ASDf_1$	$f_a$	$f_b$	$ASDf_a, f_b$	$f_2$	$ASDf_2$	$a_{r,m.s.}$ giá trị
No.	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	$m/s^2$
1	10	10	10	50	10	1 000	0,1	33,8
2 a	5	0,4	11	15	4,0	200	0,1	11,0
2 b	5	0,15	12	18	0,9	200	0,07	6,7
2 c	5	0,15	10	15	1,9	200	0,15	10,0
3 a	5	1,86	5	20	1,86	150	0,034	7,8
3 b	5	0,9	5	20	0,9	150	0,016	5,4
3 c	5	0,37	5	20	0,37	150	0,0067	3,5
4 a	5	1,49	10	100	11,8	250	1,9	42,4
4 b	5	0,33	10	100	2,62	250	0,42	20,0
4 c	5	1,13	10	100	8,96	250	1,44	37,0
5 a	10	68,6	20	100	545	500	22	300
5 b	10	13,9	20	100	110	500	4,45	135
5 c	10	55,5	20	100	441	500	17,84	270

**Phở A.4 Thiết bị lắp đặt trong máy bay và máy bay lên thẳng**

Xem chi tiết qui định được khuyến nghị ở Bảng A.7 và A.8 dưới đây.

**Hình A.4 – Thiết bị được lắp đặt trong các máy bay và máy bay lên thẳng**

**Bảng A.7 – Các loại phổ: Thiết bị trong máy bay và máy bay lên thẳng**

Loại	Mô tả	Thời gian đề xuất trên mỗi trục	Trục	Qui định/tham chiếu
No.		h	No.	
	Động cơ cánh quạt cánh cố định hoặc động cơ phản lực cánh cố định (dưới tốc độ âm thanh hoặc siêu thanh)			RTCA DA-160D
1 a	Thân máy bay. CHÚ THÍCH: thân máy bay, trừ các phần cấu trúc; trực tiếp chịu động cơ; tiêu chuẩn.	1	3	
1 b	Thân máy bay. CHÚ THÍCH: thân máy bay, trừ các phần cấu trúc, trực tiếp chịu động cơ, vũng chắc	1	3	
1 c	Bảng điều khiển dụng cụ, giá đỡ thiết bị và bàn điều khiển.	1	3	
1 d	Cánh & hồ bánh xe, việc lắp các bộ phận để máy bay bay được ổn định.  CHÚ THÍCH: Các vỏ động cơ, cột tháp, cánh, việc lắp các bộ phận để máy bay bay được ổn định, khoang hạ cánh.	1	3	
2	Máy bay cánh quạt	1	3	
	Máy bay lên thẳng			
3 a	Ngoại trừ các yếu tố điều khiển	1	3	
3 b	Các yếu tố điều khiển	1	3	

**Bảng A.8 – Các điểm gãy đối với phổ: Lắp đặt trên các máy bay và máy bay lên thẳng**

Cat.	$f_1$	$ASDf_1$	$f_a$	$f_b$	$ASDf_a, f_b$	$f_c$	$f_d$	$ASDf_c, f_d$	$f_2$	$ASDf_2$	$a_{r.m.s.}$ giá trị
No.	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	Hz	$(m/s^2)^2/Hz$	$m/s^2$
1 a	10	1,2	10	40	1,2	52	500	0,13	2 000	0,13	41,4
1 b	10	2,4	10	40	2,4	52	500	0,25	2 000	0,25	58,3
1 c	10	1,2	10	40	1,2	100	500	0,0126	2 000	0,0126	14,9
1 d	10	4,0	10	100	4,0	200	500	0,5	2 000	0,5	79,7
2	10	2,4	10	40	2,4	52	500	0,25	2 000	0,25	58,3
3 a	5	0,2	70	300	2,0	500	500	0,2	500	0,2	26,0
3 b	10	0,012	150	2 000	2,58	2000	2 000	2,58	2 000	2,58	70,0

**Phụ lục B**  
(tham khảo)  
**Hướng dẫn**

**B.1 Giới thiệu chung**

Việc đạt được tính lặp lại không dễ. Bởi vì bản chất thống kê của tín hiệu ngẫu nhiên, đáp ứng phức tạp của mẫu và các sai số phát sinh từ quá trình phân tích, không thể dự đoán chắc chắn liệu mật độ phổ gia tốc thực của đầu vào ngẫu nhiên ở mẫu sẽ phù hợp với mật độ phổ gia tốc tại mẫu đã qui định trong một dải thiết lập trước các dung sai hay không. Khi đánh giá trực tuyến là không thể một phân tích phức tạp, tốn thời gian sau thử nghiệm là cần thiết.

Tính năng của hầu hết thiết bị khống chế rung số gần như được sử dụng cho thử nghiệm rung ngẫu nhiên có thể được dự kiến như nhau. Sử dụng một số tham số có thể lựa chọn của thiết bị khống chế rung, một sự tính toán sơ bộ có thể phải thực hiện để đánh giá độ chính xác thống kê liên kết với chênh lệch giữa mật độ phổ gia tốc thực và qui định. Điều này không được tính đến các nguồn không chắc chắn khác như được xác định trong ISO/IEC 17025 mà đề cập đến ENV 13005, Hướng dẫn biểu đạt tính không chắc chắn trong phép đo. Các tham số này, phụ thuộc vào mỗi tham số khác, do đó phải chọn sao cho tương đồng tối ưu nhất giữa hai mật độ phổ gia tốc đạt được.

Sự cân bằng mật độ phổ gia tốc qui định yêu cầu nhiều lần lặp lại của vòng lặp khống chế, khoảng thời gian phụ thuộc nhiều hệ số, như cấu trúc phần cứng, hàm truyền đạt hệ thống tổng, hình dạng của mật độ phổ gia tốc qui định, thuật toán khống chế và các tham số thử nghiệm, phải được điều chỉnh trước thử nghiệm. Các tham số thử nghiệm liên quan là: tần số phân tích lớn nhất, độ phân giải tần số và việc cắt tín hiệu điều hướng.

Thuật toán khống chế của rung ngẫu nhiên liên quan đến một thỏa hiệp giữa độ chính xác khống chế và thời gian vòng lặp khống chế, là yếu tố bị ảnh hưởng, ví dụ, bằng số ghi chép trên một vòng lặp. Độ chính xác khống chế cao yêu cầu nhiều hơn dữ liệu đầu vào và do đó các lần lặp dài hơn và đáp ứng chậm hơn với các thay đổi biến động trong mật độ phổ gia tốc thực. Độ phân giải tần số cũng có ảnh hưởng lớn đến các sai số và thời gian lặp. Thường một băng thông độ phân dải hẹp cho một độ chính xác khống chế cao hơn nhưng thời gian lặp khống chế dài hơn. Để tối thiểu độ sai lệch giữa mật độ phổ gia tốc thực và được qui định ở mẫu, sự tối ưu hóa các tham số thử nghiệm đã nêu là cần thiết.

Một khảo sát đáp ứng rung cho thông tin cần thiết về tương tác mẫu/bộ tạo rung. Ví dụ, khảo sát này có thể cho biết sự khuếch đại rung vật cố định thử nghiệm quá mức. Do đó khuyến nghị trước khi gắn kết mẫu trên vật cố định của nó một khảo sát đáp ứng động hoặc thử nghiệm phương thức phải được thực hiện trên vật cố định và các chỉnh sửa cần thiết được thực hiện để tránh việc đặt tải không thực tế vào trong mẫu.

## B.2 Các yêu cầu đối với thử nghiệm

### B.2.1 Khống chế một điểm và nhiều điểm

Các yêu cầu thử nghiệm được xác nhận bởi mật độ phổ gia tốc được tính từ tín hiệu ngẫu nhiên đo được ở điểm chuẩn.

Đối với các mẫu cứng hoặc kích thước nhỏ, ví dụ trong thử nghiệm bộ phận, hoặc nếu biết rằng ảnh hưởng biến động của mẫu là thấp và vật cố định thử nghiệm cứng trong dải tần thử nghiệm chỉ cần một điểm kiểm tra, mà sau đó trở thành điểm chuẩn.

Trong trường hợp các mẫu lớn hoặc phức tạp, ví dụ thiết bị với các điểm cố định có khoảng cách đều nhau, một trong các điểm kiểm tra, hoặc một số điểm khác được xác định đối với chuẩn. Với một điểm giả định, mật độ phổ gia tốc được tính từ các tín hiệu ngẫu nhiên đo ở các điểm kiểm tra. Đối với các mẫu lớn và/hoặc phức tạp được khuyến nghị sử dụng điểm giả định.

#### B.2.1.1 Khống chế một điểm

Các phép đo được thực hiện ở một điểm chuẩn và mật độ phổ gia tốc đã chỉ thị được so sánh trực tiếp với mật độ phổ gia tốc đã qui định.

#### B.2.1.2 Khống chế nhiều điểm

Khi khống chế nhiều điểm được qui định hoặc cần thiết, hai cơ chế khống chế miền tần số là khả dụng.

##### B.2.1.2.1 Cách thức lấy trung bình

Trong phương pháp này mật độ phổ gia tốc được tính từ tín hiệu của mỗi điểm kiểm tra. Một mật độ phổ gia tốc kết hợp được tìm thấy bằng việc lấy trung bình toán học mật độ phổ gia tốc tại các điểm kiểm tra.

Mật độ phổ gia tốc tính trung bình toán học sau đó được so sánh với mật độ phổ gia tốc qui định.

##### B.2.1.2.2 Cách thức lấy cực trị

Trong phương pháp này, một mật độ phổ gia tốc kết hợp được tính từ giá trị cực lớn nhất hoặc nhỏ nhất của mỗi đường tần số của mật độ phổ gia tốc đo được tại mỗi điểm kiểm tra. Phương pháp này cũng được gọi là cách thức "cực đại" hoặc "cực tiểu", bởi vì nó cho một mật độ phổ gia tốc biểu diễn hình dạng đường bao của mật độ phổ gia tốc tại mỗi điểm kiểm tra.

## B.2.2 Phân bố

### B.2.2.1 Phân bố của các giá trị tức thời

Phân bố của các giá trị tức thời của tín hiệu điều khiển ngẫu nhiên áp dụng trong khi thử nghiệm được biết như phân bố chuẩn hoặc phân bố Gauss, và được định nghĩa bởi công thức:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2(x/\sigma)^2} \quad (\text{B.1})$$



## TCVN 7699-2-64:2013

Trong đó:

$\rho(\chi)$  là mật độ xác suất;

$\sigma$  là giá trị hiệu dụng của tín hiệu điều khiển = độ sai lệch chuẩn;

$\chi$  là giá trị tín hiệu điều hướng ngẫu nhiên tức thời.

Giá trị trung bình của biểu đồ gia tốc tín hiệu điều hướng ngẫu nhiên được giả định bằng không.

Hàm mật độ xác suất chuẩn đối với ngẫu nhiên được thể hiện trong Hình 2.

### B.2.2.2 Hệ số đỉnh

Hệ số đỉnh đặc trưng phân bố cho tín hiệu kích thích (khống chế) bằng tỉ lệ của cực đại giá trị tức thời với giá trị hiệu dụng (xem Hình 2).

Hệ số đỉnh chỉ có thể áp dụng cho tín hiệu điều khiển đầu ra hệ thống khống chế rung số, từ do tính không tuyến tính trong hệ thống, đó là bộ khuếch đại công suất, bộ tạo rung, vật cố định thử nghiệm và mẫu, có thể điều chỉnh dạng sóng ngẫu nhiên ở điểm kiểm tra. Tính không tuyến tính này qua toàn bộ một băng tần rộng thường vượt quá bất cứ khống chế nào.

Hệ số đỉnh được yêu cầu bởi chuẩn này phải nhỏ hơn 2,5 (xem 4.6.2). Đối với các biên độ ngẫu nhiên phân bố thường, nếu hệ số đỉnh là 2,5 thì áp dụng toàn bộ giá trị điều hướng tức thời ở xấp xỉ 99 % cho bộ khuếch đại công suất.

### B.2.3 Sườn đầu và cuối

Tiêu chuẩn này đề nghị một mật độ phổ gia tốc có hình dạng nhọn hoặc bằng phẳng được xác định giữa  $f_1$  và  $f_2$  (xem phổ B.1 đến A.4). Tuy nhiên, một thử nghiệm thực tế có thể chỉ được thực hiện với một sườn đầu và cuối. Để giữ giá trị hiệu dụng của gia tốc gần nhất có thể với các giá trị qui định, các sườn phải dốc nhất có thể.

Thường sườn đầu không nhỏ hơn 6 dB/octave. Trong mọi trường hợp, mức mật độ phổ gia tốc ở  $f_1$  là cao, và cần giảm các biên độ dịch chuyển để tương thích với các khả năng rung, sau đó sườn đầu phải được tăng lên.

Thường thiết bị khống chế rung số có phạm vi biến động đối với mật độ phổ gia tốc vào cỡ 8 dB giữa hai đường tần số liền kề. Để đạt được một sườn dốc hơn, có thể phải áp dụng một độ phân giải tần số hẹp hơn  $B_o$  đã xác định ban đầu. Nếu điều này là không thể, hoặc sườn có thể đạt được lớn nhất không cho sự giảm độ dịch chuyển cần thiết, một giá trị dung sai mật độ phổ gia tốc âm có thể được chỉnh sửa trong dải tần thấp hơn.

Các vấn đề này không được áp dụng cho sườn cuối ở trên  $f_2$ . Sườn này phải bằng -24 dB/octave hoặc dốc hơn.

### B.3 Quy trình thử nghiệm

Khi thử nghiệm đơn giản để chứng minh khả năng mẫu chịu được và vận hành ở các mức kích thích thích hợp, thử nghiệm chỉ cần tiếp tục trong một khoảng thời gian đủ để chứng minh yêu cầu này qua một dải tần qui định. Trong các trường hợp khả năng một vật phẩm chịu các ảnh hưởng rung tích lũy phải được chứng minh, ví dụ sự giảm sức bền và làm biến dạng cơ học, mặc dù điều này có thể cần một khoảng thời gian nằm ngoài các giá trị đã qui định trong 5.4.

Đối với việc thử nghiệm một thiết bị được lắp đặt bình thường trên các bộ cách ly, các bộ cách ly thường phải khớp. Nếu không thể thực hiện thử nghiệm với các bộ cách ly thích hợp, ví dụ nếu thiết bị được lắp đặt với thiết bị khác trên một thiết bị lắp đặt chung, thiết bị phải được thử nghiệm mà không có chúng với một mức khắc nghiệt khác đã được qui định. Mức khắc nghiệt phải được xác định bằng việc tính đến khả năng truyền dẫn của hệ thống cách ly trong mỗi trục được dùng cho thử nghiệm. Khi các đặc tính của các bộ cách ly không được biết, tham khảo phải được tạo với B.4.1.

Qui định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu một thử nghiệm bổ sung trên mẫu với các bộ cách ly bên ngoài đã tháo khỏi hoặc đã được ngăn chặn để chứng minh mà kháng cấu trúc có thể chấp nhận tối thiểu vừa đạt được. Trong trường hợp này, mức khắc nghiệt được áp dụng phải được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

### B.4 Thiết bị thường sử dụng với các bộ cách ly rung

#### B.4.1 Các hệ số truyền dẫn đối với các bộ cách ly

IEC 60068-2-47 cung cấp một miêu tả đầy đủ về những hành vi cần làm trong các tình huống là việc thử nghiệm phải được thực hiện với các bộ cách ly nhưng chúng không có tác dụng đối với thử nghiệm.

#### B.4.2 Ảnh hưởng nhiệt độ

Điều quan trọng phải chú ý rằng nhiều bộ cách ly chứa vật liệu mà các đặc tính cơ học có thể nhạy với nhiệt độ. Nếu tần số cộng hưởng cơ bản của mẫu trên các bộ cách ly nằm trong dải tần thử nghiệm, cần thực hiện thận trọng trong việc xác định độ dài thời gian đối với bất cứ kích thích nào được áp dụng. Tuy nhiên, trong một số trường hợp để áp dụng kích thích đồng thời mà không cho phép phục hồi là không hợp lý. Nếu phân bố thời gian thực của kích thích của tần số cộng hưởng cơ bản này đã biết, cần một nỗ lực để mô phỏng nó. Nếu phân bố thời gian thực không được biết việc quá nhiệt quá mức có thể được tránh khỏi bằng việc giới hạn các chu kỳ kích thích trong một phương thức mà sẽ yêu cầu đánh giá kỹ thuật.

### B.5 Mức khắc nghiệt thử nghiệm

Dải tần và mật độ phổ gia tốc đã cho được chọn để bao trùm một phạm vi rộng các ứng dụng. Khi một vật phẩm được sử dụng chỉ trong một ứng dụng, tốt hơn là căn cứ vào các đặc tính rung của môi trường thực tế nếu đã biết.

## **TCVN 7699-2-64:2013**

Bất cứ nơi nào có thể, mức khắc nghiệt thử nghiệm được áp dụng vào mẫu phải liên quan tới môi trường mà mẫu phải chịu, trong khi vận chuyển hoặc vận hành chúng hoặc để quyết định các yêu cầu nếu đối tượng của thử nghiệm được đánh giá độ bền cơ học.

Khi xác định mức khắc nghiệt thử nghiệm, cần xem xét để có thể cho phép một biên độ đủ an toàn giữa mức khắc nghiệt thử nghiệm và các điều kiện của môi trường thực tế.

### **B.6 Tính năng thiết bị**

Khi thích hợp, các mẫu phải được vận hành qua thử nghiệm hoặc ở các pha thích hợp của thử nghiệm, trong một phương thức đại diện cho các điều kiện chức năng của chúng.

Đối với các mẫu mà trong đó rung có thể ảnh hưởng chức năng bất tất, ví dụ ảnh hưởng đến vận hành của một rô-le, chức năng như vậy phải được lặp lại để chứng minh rằng thử nghiệm thỏa mãn các tính năng đó.

Nếu thử nghiệm chỉ để chứng minh sức chịu đựng, tính năng chức năng của mẫu phải được đánh giá sau khi hoàn tất thử nghiệm rung.

### **B.7 Phép đo ban đầu và phép đo kết thúc**

Mục đích của các phép đo ban đầu và cuối cùng là để so sánh các tham số riêng để đánh giá ảnh hưởng của rung lên mẫu.

Các phép đo phải bao gồm, quan sát trực quan cũng như các yêu cầu về tính năng vận hành điện và cơ và đặc tính cấu trúc.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] IEC 61373:1999, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests* (Ứng dụng đường sắt – Thiết bị tay cầm lăn – Thử nghiệm rung và xóc).
- [2] ISO/IEC 17025:2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* (Yêu cầu chung đối với năng lực phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn)
- [3] ENV 13005:1999, *guide to the expression of uncertainty in measurement* (Hướng dẫn sự thể hiện của độ không đảm bảo trong phép đo)
- [4] ETSI EN 300 019-2-3: *Environmental Engineering (EE); Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment – Part 2-3: Specification of environmental tests; Stationary use at weather-protected locations* (Ứng dụng môi trường (EE); Điều kiện môi trường và thử nghiệm môi trường đối với thiết bị viễn thông – Phần 2-3: Qui định các thử nghiệm môi trường; sử dụng tĩnh tại ở khu vực thời tiết được bảo vệ).
- [5] ETSI EN 300 019-2-7: *Environmental Engineering (EE); Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment – Part 2-7: Specification of environmental tests; Portable and non-stationary use* (Ứng dụng môi trường (EE); Điều kiện môi trường và thử nghiệm môi trường đối với thiết bị viễn thông – Phần 2-7: Qui định thử nghiệm môi trường; sử dụng tĩnh tại và không tĩnh tại).
- [6] MILSTD810F:2000, *Test method standard for environmental engineering considerations and laboratory tests* (Tiêu chuẩn phương pháp thử nghiệm đối với sự xem xét ứng dụng môi trường thử nghiệm phòng thử nghiệm)
- [7] RTCA DO160D: 1997, *Environmental conditions and test procedures for airborne equipment* (Điều kiện môi trường và qui trình thử nghiệm đối với thiết bị trong không khí)
-