

TCVN 7699-2-6 : 2009

IEC 60068-2-6 : 2007

Xuất bản lần 1

**THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG –
Phần 2-6: CÁC THỬ NGHIỆM –
THỬ NGHIỆM Fc: RUNG (HÌNH SIN)**

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

HÀ NỘI – 2009

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
4 Các yêu cầu đối với thử nghiệm	11
5 Mức khắc nghiệt	16
6 Ổn định trước	21
7 Phép đo ban đầu	21
8 Thử nghiệm	21
9 Phép đo trung gian.....	23
10 Phục hồi	24
11 Phép đo kết thúc	24
12 Thông tin cần nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan	24
13 Thông tin cần nêu trong báo cáo thử nghiệm	25
Phụ lục A (tham khảo) – Hướng dẫn thử nghiệm Fc	27
Phụ lục B (tham khảo) – Ví dụ về mức khắc nghiệt được dự kiến ban đầu đối với linh kiện	43
Phụ lục C (tham khảo) – Ví dụ về mức khắc nghiệt được dự kiến ban đầu đối với thiết bị	45
Thư mục tài liệu tham khảo	47

Lời nói đầu

TCVN 7699-2-6 : 2009 thay thế TCVN 5278-90;

TCVN 7699-2-6 : 2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-6: 2007;

TCVN 7699-2-6 : 2009 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn 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.

Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này nằm trong bộ TCVN 7699 (IEC 60068) về thử nghiệm môi trường. Bộ tiêu chuẩn này gồm có các phần như dưới đây.

Phần 1 (TCVN 7699-1 (IEC 60068-1)) đề cập đến những vấn đề chung.

Phần 2 (IEC 60068-2) được xuất bản thành những tiêu chuẩn riêng, từng tiêu chuẩn này đề cập đến họ các thử nghiệm hoặc từng thử nghiệm cụ thể hoặc hướng dẫn áp dụng chúng.

Phần 3 (IEC 60068-3) được xuất bản thành những tiêu chuẩn riêng, từng tiêu chuẩn này đề cập đến thông tin cơ bản về họ thử nghiệm.

Phần 4 (IEC 60068-4) đưa ra các thông tin cho người soạn thảo các yêu cầu kỹ thuật, được xuất bản thành hai tiêu chuẩn riêng, tiêu chuẩn thứ hai ở dạng tờ rời, nêu tóm tắt các thử nghiệm hiện hành trong phần 2 (IEC 60068-2).

Bộ tiêu chuẩn IEC 60068 đã có 23 tiêu chuẩn được xây dựng thành tiêu chuẩn quốc gia:

- 1) TCVN 7699-1: 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 1: Qui định chung và hướng dẫn
- 2) TCVN 7699-2-1 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-1: Các thử nghiệm – Thử nghiệm A: Lạnh
- 3) **TCVN 7699-2-6 : 2009, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-6: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fc: Rung (hình sin)**
- 4) TCVN 7699-2-10 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-10: Các thử nghiệm – Thử nghiệm J và hướng dẫn: Sự phát triển của nấm mốc
- 5) TCVN 7699-2-11 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-11: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ka: Sương muối
- 6) TCVN 7699-2-13 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-13, Các thử nghiệm – Thử nghiệm M: áp suất không khí thấp
- 7) TCVN 7699-2-14 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-14, Các thử nghiệm – Thử nghiệm N: Thay đổi nhiệt độ
- 8) TCVN 7699-2-18 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-18, Các thử nghiệm – Thử nghiệm R và hướng dẫn: Nước
- 9) TCVN 7699-2-27 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-27, Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ea và hướng dẫn: Xóc
- 10) TCVN 7699-2-29 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-29: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Eb và hướng dẫn: Va đập

TCVN 7699-2-6 : 2009

- 11) TCVN 7699 -2-30: 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-30: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Db: Nóng ẩm, chu kỳ (12 h + chu kỳ 12 h)
- 12) TCVN 7699-2-32 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-32: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ed: Rơi tự do
- 13) TCVN 7699-2-33 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-33: Các thử nghiệm – Hướng dẫn thử nghiệm thay đổi nhiệt độ
- 14) TCVN 7699-2-38 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-38: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ/độ ẩm hỗn hợp
- 15) TCVN 7699-2-39 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-39: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm kết hợp tuần tự lạnh, áp suất không khí thấp và nóng ẩm
- 16) TCVN 7699-2-40 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-40: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm kết hợp lạnh với áp suất không khí thấp
- 17) TCVN 7699-2-44 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-44: Các thử nghiệm – Hướng dẫn thử nghiệm T: Hàn thiếc
- 18) TCVN 7699-2-45 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-45: Các thử nghiệm – Thử nghiệm XA và hướng dẫn: Ngâm trong dung môi làm sạch
- 19) TCVN 7699-2-47 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-47: Các thử nghiệm – Lắp đặt mẫu để thử nghiệm rung, va chạm và lực động tương tự
- 20) TCVN 7699-2-52 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-52: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Kb: Sương muối, chu kỳ (dung dịch natri clorua)
- 21) TCVN 7699-2-66 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-66: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Cx: Nóng ẩm, không đổi (hơi nước chưa bão hoà có điều áp)
- 22) TCVN 7699-2-68 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-68: Các thử nghiệm – Thử nghiệm L: Bụi và cát
- 23) TCVN 7699-2-78 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-78: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Cab: Nóng ẩm, không đổi

Thử nghiệm môi trường –

Phần 2-6: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fc: Rung (hình sin)

Environmental testing –

Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra phương pháp thử nghiệm để xây dựng một qui trình tiêu chuẩn nhằm xác định khả năng chịu được các mức khắc nghiệt qui định về rung hình sin của linh kiện, thiết bị và các mặt hàng khác, dưới đây gọi chung là mẫu. Nếu hạng mục cần thử nghiệm ở dạng không đóng gói, tức là không có bao bì, thì được gọi là mẫu thử nghiệm. Tuy nhiên, nếu hạng mục đó được bao gói thì khi đó bản thân hạng mục đó được gọi là sản phẩm và hạng mục đó cùng với bao gói đi kèm được gọi là mẫu thử nghiệm.

Mục đích của thử nghiệm này nhằm xác định điểm yếu về cơ và/hoặc sự suy giảm tính năng qui định của mẫu và sử dụng thông tin này kết hợp với yêu cầu kỹ thuật liên quan để quyết định khả năng chấp nhận mẫu. Trong một số trường hợp, phương pháp thử nghiệm này cũng có thể được sử dụng để chứng tỏ độ bền cơ của mẫu và/hoặc để xem xét đáp ứng động của mẫu. Phân loại các linh kiện cũng có thể được thực hiện trên cơ sở một nhóm được lựa chọn từ những mức khắc nghiệt nêu trong thử nghiệm.

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 7699-2-47 (IEC 60068-2-47), Thử nghiệm môi trường – Phần 2-47: Các thử nghiệm – Lắp đặt mẫu để thử nghiệm rung, va chạm và lực động tương tự

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)

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

TCVN ISO/IEC 17025 : 2006, Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

CHÚ THÍCH 1: Nhìn chung, các thuật ngữ được suy ra từ ISO 2041 và TCVN 7699-1 (IEC 60068-1). Tuy nhiên, thuật ngữ “chu kỳ quét” (3.4) và “dung sai tín hiệu” (3.5) có nghĩa riêng theo tiêu chuẩn này.

Chuyển động thực (actual motion)	3.7
Chuyển động chính (basic motion)	3.6
Tần số cộng hưởng định tâm (centred resonance frequency)	3.10
Điểm kiểm tra (check point)	3.2.1
Tần số tới hạn (critical frequencies)	3.9
Tắt dần (damping)	3.8
Điểm chuẩn giả định (fictitious reference point)	3.2.3
Điểm dùng để cố định (fixing point)	3.1
g_n	3.12
Điểm đo (measuring point)	3.2
Khống chế nhiều điểm (multipoint control)	3.3.2
Điểm chuẩn (reference point)	3.2.2
Quét có hạn chế tần số (restricted frequency sweeping)	3.11
Dung sai tín hiệu (signal tolerance)	3.5
Khống chế một điểm (single point control)	3.3.1
Chu kỳ quét (sweep cycle)	3.4

CHÚ THÍCH 2: Các thuật ngữ được định nghĩa dưới đây không thống nhất hoặc chưa được định nghĩa trong ISO 2041 hoặc trong TCVN 7699-1 (IEC 60068-1).

3.1**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.

CHÚ THÍCH 2: Khi mẫu là sản phẩm có bao gói thì điểm dùng để cố định có thể được hiểu là bề mặt của mẫu tiếp xúc với bàn rung.

3.2**Điểm đo (measuring point)**

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

CHÚ THÍCH 1: Có hai loại điểm đo chính sẽ được định nghĩa dưới đây.

CHÚ THÍCH 2: Có thể thực hiện phép đo tại các điểm trên mẫu để đánh giá đáp ứng của mẫu, nhưng các điểm này không được coi là điểm đo theo nghĩa của tiêu chuẩn này. Xem A.2.1 để có thêm thông tin.

3.2.1**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.

3.2.2**Điểm chuẩn (reference point)**

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.

3.2.3

Điểm chuẩn giả định (fictitious reference point)

Điểm, được 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.

3.3

Phương pháp khống chế (control method)

3.3.1

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 (xem 4.1.4.1).

3.3.2

Khống chế nhiều điểm (multipoint control)

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

CHÚ THÍCH: Các tín hiệu được 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 4.1.4.1).

3.4

Chu kỳ quét (sweep cycle)

Việc quét qua dải tần qui định một lần theo mỗi hướng, ví dụ 10 Hz đến 150 Hz về 10 Hz.

CHÚ THÍCH: Sổ tay tra cứu của nhà chế tạo dùng cho các hệ thống khống chế digital hình sin thường coi chu kỳ quét là f_1 đến f_2 mà không phải từ f_1 đến f_2 rồi về f_1 .

3.5

Dung sai tín hiệu (signal tolerance)

Dung sai tín hiệu $T = \left(\frac{NF}{F} - 1 \right) \times 100\%$

trong đó

NF là giá trị hiệu dụng của tín hiệu chưa qua lọc;

F là giá trị hiệu dụng của tín hiệu qua lọc.

CHÚ THÍCH: Tham số này áp dụng cho tín hiệu bất kỳ được sử dụng để khống chế thử nghiệm (A.2.2), ví dụ gia tốc, vận tốc hoặc độ dịch chuyển.

3.6**Chuyển động chính** (basic motion)

Chuyển động ở tần số rung dẫn động tại điểm chuẩn (xem thêm 4.1.1).

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

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

3.8**Tắt dần** (damping)

Thuật ngữ chung được gán cho nhiều cơ chế tiêu tán năng lượng trong hệ thống.

CHÚ THÍCH: Trong thực tế, tắt dần phụ thuộc vào nhiều tham số, ví dụ như hệ thống kết cấu, phương thức rung, sức căng, đặt lực, vận tốc, vật liệu, sự trượt khớp nối, v.v...

3.9**Tần số tới hạn** (critical frequency)

Tần số mà tại đó

- bộc lộ sự trục trặc và/hoặc suy giảm tính năng của mẫu do rung, và/hoặc
- xuất hiện cộng hưởng cơ và/hoặc các hiệu ứng đáp ứng khác, ví dụ, lắc.

3.10**Tần số cộng hưởng định tâm** (centred resonance frequency)

Tần số được tự động định tâm về tần số cộng hưởng thực tế được suy ra từ việc khảo sát đáp ứng rung.

3.11**Quét có hạn chế tần số** (restricted frequency sweeping)

Quét trên một dải tần bị hạn chế từ 0,8 đến 1,2 lần tần số tới hạn.

3.12 **g_n**

Gia tốc tiêu chuẩn do lực hút của trái đất, gia tốc này 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 m/s².

4 Các yêu cầu đối với thử nghiệm**4.1 Đặc trưng qui định**

TCVN 7699-2-6 : 2009

Các đặc trưng qui định 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.

4.1.1 Chuyển động chính

Chuyển động chính phải là hàm sin theo thời gian và phải sao cho các điểm dừng để cố định mẫu di chuyển về cơ bản là đồng pha và theo các đường thẳng song song, chịu các hạn chế qui định trong 4.1.2 và 4.1.3.

4.1.2 Chuyển động bất thường

4.1.2.1 Chuyển động ngang trục

Biên độ rung lớn nhất tại các điểm kiểm tra theo trục bất kỳ vuông góc với trục qui định không được vượt quá 50 % biên độ qui định ở các tần số đến 500 Hz hoặc 100 % đối với các tần số lớn hơn 500 Hz. Các phép đo chỉ cần bao trùm dải tần số qui định. Trong các trường hợp đặc biệt, ví dụ mẫu có kích thước nhỏ, biên độ của chuyển động ngang trục cho phép có thể bị giới hạn ở 25 %, nếu có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Trong một số trường hợp, ví dụ đối với các mẫu có kích thước lớn hoặc mẫu có khối lượng lớn hoặc ở một số tần số nhất định, có thể khó đạt được những con số đề cập ở trên. Trong các trường hợp như vậy, yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định áp dụng các yêu cầu nào dưới đây:

- a) chuyển động ngang trục bất kỳ vượt quá giá trị qui định ở trên phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm; hoặc
- b) chuyển động theo chiều ngang nào được biết là không nguy hiểm cho mẫu thì không cần phải theo dõi.

4.1.2.2 Chuyển động quay

Trong trường hợp các mẫu có kích thước lớn hoặc mẫu có khối lượng lớn, sự xuất hiện chuyển động quay bất thường của bàn rung có thể là lớn. Nếu vậy thì yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định mức cho phép. Mức đạt được phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm (xem thêm A.2.4).

4.1.3 Dung sai tín hiệu

Phải thực hiện các phép đo dung sai tín hiệu gia tốc nếu có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan. Các phép đo này phải được thực hiện tại điểm chuẩn và phải bao trùm các tần số đến 5 000 Hz hoặc năm lần tần số dẫn động, chọn giá trị nào thấp hơn. Tuy nhiên, tần số phân tích lớn nhất này có thể được mở rộng đến tần số thử nghiệm giới hạn trên khi quét, hoặc cao hơn nữa nếu có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan. Nếu không có qui định nào khác trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, dung sai tín hiệu không được vượt quá 5 % (xem 3.5).

Nếu có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, biên độ gia tốc của tín hiệu khống chế ở tần số dẫn động cơ bản phải được phục hồi về giá trị qui định bằng cách sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh (xem A.4.4).

Trong trường hợp mẫu có kích thước lớn hoặc phức tạp, khi không thể đáp ứng các giá trị dung sai tín hiệu qui định ở một số giá trị trong dải tần, và trên thực tế không thể sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh thì không nhất thiết phải phục hồi biên độ gia tốc nhưng dung sai tín hiệu phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm (xem A.2.2).

CHÚ THÍCH: Nếu không sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh và dung sai tín hiệu vượt quá 5 % thì khả năng tái lập có thể bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc chọn hệ thống khống chế digital hoặc hệ thống khống chế analog (xem A.4.5).

Yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ghi trong báo cáo thử nghiệm dung sai tín hiệu, cùng với dải tần bị ảnh hưởng, có hoặc không sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh (xem A.2.2).

4.1.4 Dung sai biên độ rung

Biên độ chuyển động chính theo trục yêu cầu tại điểm chuẩn và tại các điểm kiểm tra phải bằng giá trị qui định, trong phạm vi các dung sai dưới đây. Các dung sai này kể đến cả các sai số của thiết bị đo. Yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu nêu trong báo cáo thử nghiệm mức độ tin cậy được sử dụng khi đánh giá độ không đảm bảo đo.

Ở những tần số thấp hoặc với các mẫu có kích thước lớn hoặc khối lượng lớn, có thể khó đạt được các dung sai yêu cầu. Trong các trường hợp này, có thể phải qui định giá trị dung sai rộng hơn hoặc yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định sử dụng phương pháp đánh giá thay thế và được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

4.1.4.1 Điểm chuẩn

Dung sai của tín hiệu khống chế tại điểm chuẩn phải là $\pm 15\%$ (xem A.2.3).

4.1.4.2 Điểm kiểm tra

Dung sai của tín hiệu khống chế tại mỗi điểm kiểm tra phải là:

$\pm 25\%$ đối với các tần số đến 500 Hz;

$\pm 50\%$ đối với các tần số trên 500 Hz.

(Xem A.2.3).

4.1.5 Dung sai tần số

Áp dụng các dung sai tần số dưới đây.

4.1.5.1 Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét

$\pm 0,05$ Hz đối với các tần số đến 0,25 Hz;

$\pm 20\%$ đối với các tần số từ 0,25 Hz đến 5 Hz;

± 1 Hz đối với các tần số từ 5 Hz đến 50 Hz;

$\pm 2\%$ đối với các tần số trên 50 Hz.

4.1.5.2 Thử nghiệm chịu rung ở tần số cố định

a) Tần số cố định:

± 2 %.

b) Tần số gần như cố định

$\pm 0,05$ Hz đối với các tần số đến 0,25 Hz;

± 20 % đối với các tần số từ 0,25 Hz đến 5 Hz;

± 1 Hz đối với các tần số từ 5 Hz đến 50 Hz;

± 2 % đối với các tần số trên 50 Hz.

4.1.5.3 Phép đo tần số tới hạn

Khi phải so sánh các tần số tới hạn (xem 8.2) trước và sau khi chịu rung, tức là trong khi khảo sát về đáp ứng rung, áp dụng các dung sai sau:

$\pm 0,05$ Hz đối với các tần số đến 0,5 Hz;

± 10 % đối với các tần số từ 0,5 Hz đến 5 Hz;

$\pm 0,5$ Hz đối với các tần số từ 5 Hz đến 100 Hz;

$\pm 0,5$ % đối với các tần số trên 100 Hz.

4.1.6 Quét

Việc quét phải liên tục và tần số phải thay đổi theo hàm số mũ của thời gian (xem A.4.3). Tốc độ quét phải bằng một octave trên phút với dung sai ± 10 %. Giá trị này có thể thay đổi khi khảo sát đáp ứng rung (xem 8.2).

CHÚ THÍCH: Với hệ thống khống chế digital, không hoàn toàn chính xác khi đề cập đến việc quét “liên tục” nhưng trên thực tế sự khác nhau là không đáng kể.

4.2 Cách thức khống chế

4.2.1 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.

Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định sử dụng khống chế một điểm hay nhiều điểm. Nếu qui định khống chế nhiều điểm thì yêu cầu kỹ thuật liên quan phải nêu rõ khống chế ở mức qui định biên độ trung bình của các tín hiệu tại các điểm kiểm tra hoặc biên độ tín hiệu tại điểm được chọn (ví dụ điểm có biên độ lớn nhất), xem thêm A.2.3.

Nếu không thể thực hiện khống chế một điểm, như được qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, thì phải sử dụng khống chế nhiều điểm bằng cách 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 chuẩn là điểm chuẩn giả định. Phương pháp sử dụng phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Việc sử dụng khống chế nhiều điểm không đảm bảo đáp ứng các dung sai của từng điểm kiểm tra. Nhìn chung, việc sử dụng này chỉ làm giảm sự lệch khỏi các giá trị danh nghĩa so với khống chế một điểm, tại điểm chuẩn giả định.

Có thể sử dụng các cách thức dưới đây.

4.2.1.1 Cách thức lấy trung bình

Trong phương pháp này, biên độ khống chế được tính từ tín hiệu tại từng điểm kiểm tra. Biên độ khống chế kết hợp có được bằng cách lấy trung bình số học của các biên độ tín hiệu từ các điểm kiểm tra. Sau đó, so sánh biên độ khống chế lấy trung bình số học này với biên độ qui định.

4.2.1.2 Cách thức lấy trung bình có trọng số

Biên độ khống chế a_c được tạo thành bằng cách lấy trung bình các biên độ tín hiệu từ các điểm kiểm tra a_1 đến a_n theo các trọng số của chúng w_1 đến w_n :

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

Cách thức khống 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 khống chế.

4.2.1.3 Cách thức cực trị

Trong phương pháp này, biên độ khống chế kết hợp được tính từ biên độ cực trị lớn nhất (MAX) hoặc biên độ cực trị nhỏ nhất (MIN) của biên độ tín hiệu đo được tại mỗi điểm kiểm tra. Cách thức này sẽ tạo ra biên độ khống chế thể hiện đường bao ngoài của các biên độ tín hiệu từ mỗi điểm kiểm tra (MAX) hoặc giới hạn dưới của các biên độ tín hiệu từ mỗi điểm kiểm tra (MIN).

4.2.2 Khống chế nhiều chuẩn

Nếu có qui định trong yêu cầu 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 khống chế khác nhau, ví dụ, để thử nghiệm rung có hạn chế lực.

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

Giới hạn: Tất cả các tín hiệu khống chế phải nằm bên dưới giá trị chuẩn thích hợp của chúng;

Thay thế: Tất cả các tín hiệu khống chế phải nằm bên trên giá trị chuẩn thích hợp của chúng.

4.3 Lắp đặt

Nếu không có qui định nào khác trong yêu cầu kỹ thuật liên quan thì mẫu phải được lắp trên trang bị thử nghiệm phù hợp với các yêu cầu của TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47). Đối với các mẫu thường được lắp đặt trên bộ chống rung, xem chú thích trong 8.3.2 và xem A.3.1, A.3.2 và Điều A.5.

5 Mức khắc nghiệt

Mức khắc nghiệt về rung được xác định bằng cách kết hợp ba tham số : dải tần, biên độ rung và khoảng thời gian chịu rung (tính theo chu kỳ quét hoặc thời gian).

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

- a) được chọn từ các giá trị trong 5.1 đến 5.3;
- b) được chọn từ các ví dụ trong Phụ lục A hoặc Phụ lục C;
- c) được suy ra từ môi trường đã biết;
- d) được suy ra từ các nguồn dữ liệu liên quan đã biết, ví dụ, bộ IEC 60721-3.

Để linh hoạt ở mức độ nhất định trong các trường hợp khi đã biết môi trường thực, có thể sẽ là thích hợp nếu qui định gia tốc được định dạng theo đường cong tần số và, trong các trường hợp này, yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định hình dạng là hàm của tần số. Phải chọn các mức khác nhau và các dải tần tương ứng của chúng, tức là các điểm gãy, bất cứ khi nào có thể, từ các giá trị cho trong tiêu chuẩn này.

Ví dụ về mức khắc nghiệt đối với các linh kiện được cho trong Phụ lục B, và đối với các thiết bị được cho trong Phụ lục C (xem thêm A.4.1 và A.4.2).

5.1 Dải tần số

Nếu chấp nhận dải tần số thử nghiệm theo phương án a) thì tần số giới hạn dưới được chọn từ 5.1.1 còn tần số giới hạn trên được chọn từ 5.1.2.

5.1.1 Tần số giới hạn dưới f_1 Hz

0,1; 1; 5; 10; 55; 100

5.1.2 Tần số giới hạn trên f_2 Hz

10; 20; 35; 55; 100; 150; 200; 300; 500; 1 000; 2 000; 5 000

Ví dụ về các dải tần đối với các ứng dụng cụ thể được cho trong Bảng B.1, C.1 và C.2.

5.2 Biên độ rung

Biên độ dịch chuyển, vận tốc hoặc gia tốc hoặc kết hợp các đại lượng này, phải được nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

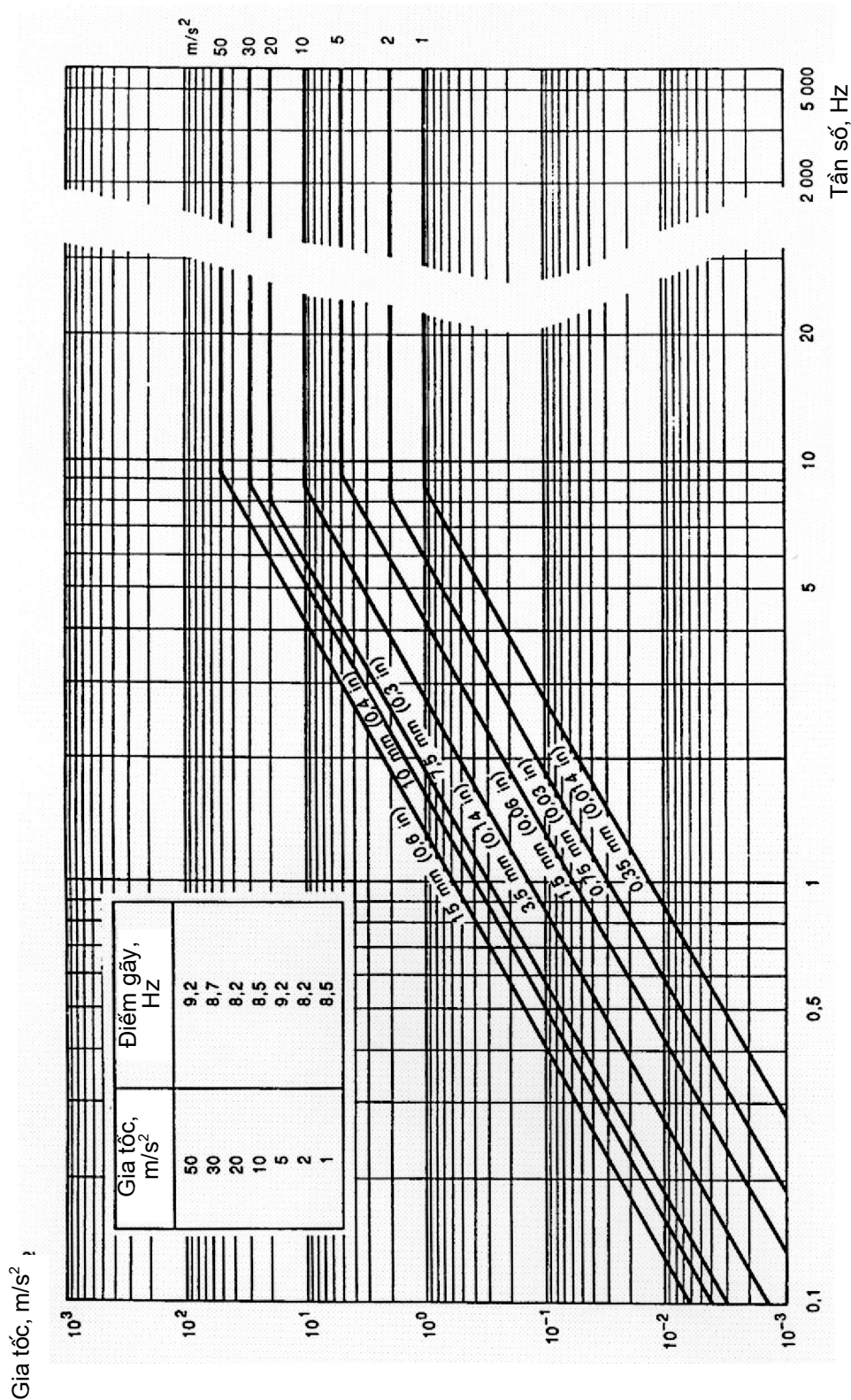
Thấp hơn một giá trị tần số nhất định được gọi là tần số ngưỡng, tất cả các biên độ được qui định là độ dịch chuyển không đổi, trong khi đó cao hơn tần số này, các biên độ được cho dưới dạng vận tốc không đổi hoặc gia tốc không đổi. Các giá trị ví dụ được cho trong Hình 1 và Hình 2 đối với hai tần số ngưỡng khác nhau.

Từng giá trị biên độ dịch chuyển được kết hợp với giá trị biên độ gia tốc tương ứng sao cho biên độ rung giống nhau tại tần số ngưỡng (xem A.4.1).

Về mặt kỹ thuật, khi không thích hợp để chấp nhận các tần số ngưỡng nêu trong điều này, yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể ghép biên độ dịch chuyển và biên độ gia tốc để có được giá trị tần số ngưỡng khác. Trong một số trường hợp, cũng có thể qui định nhiều hơn một tần số ngưỡng.

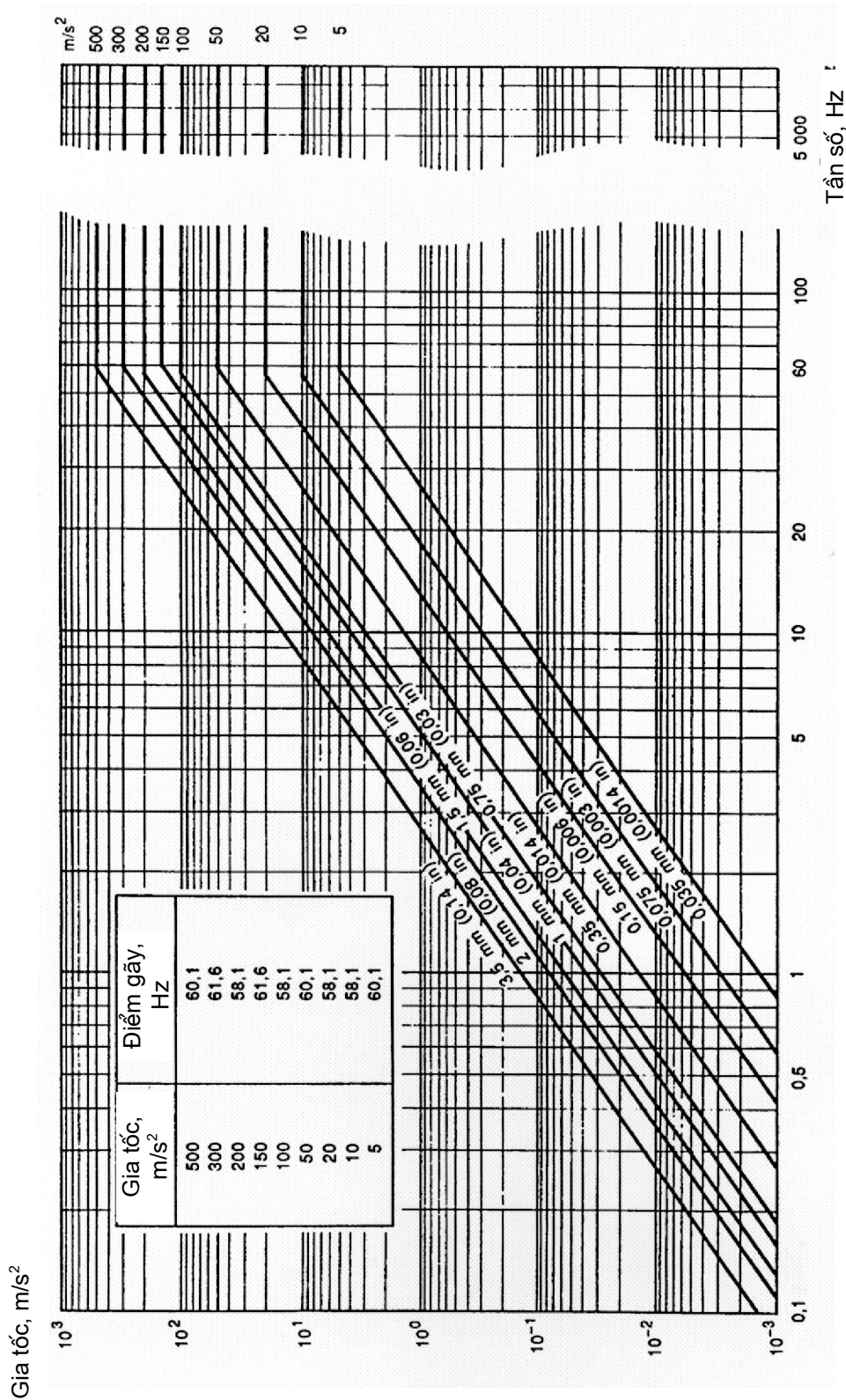
CHÚ THÍCH: Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa biên độ rung và tần số được cho trên Hình 1, 2 và 3, nhưng trước khi sử dụng các biểu đồ này trong vùng tần số thấp cần xem xét hướng dẫn trong A.4.1.

Đến tần số giới hạn trên là 10 Hz, thường thích hợp để qui định biên độ dịch chuyển trên toàn bộ dải tần. Do đó, trên Hình 3 chỉ qui định các biên độ dịch chuyển.



CHÚ THÍCH: Biểu đồ này không thể hiện các mức khắc nghiệt một cách chính xác bằng đồ họa.

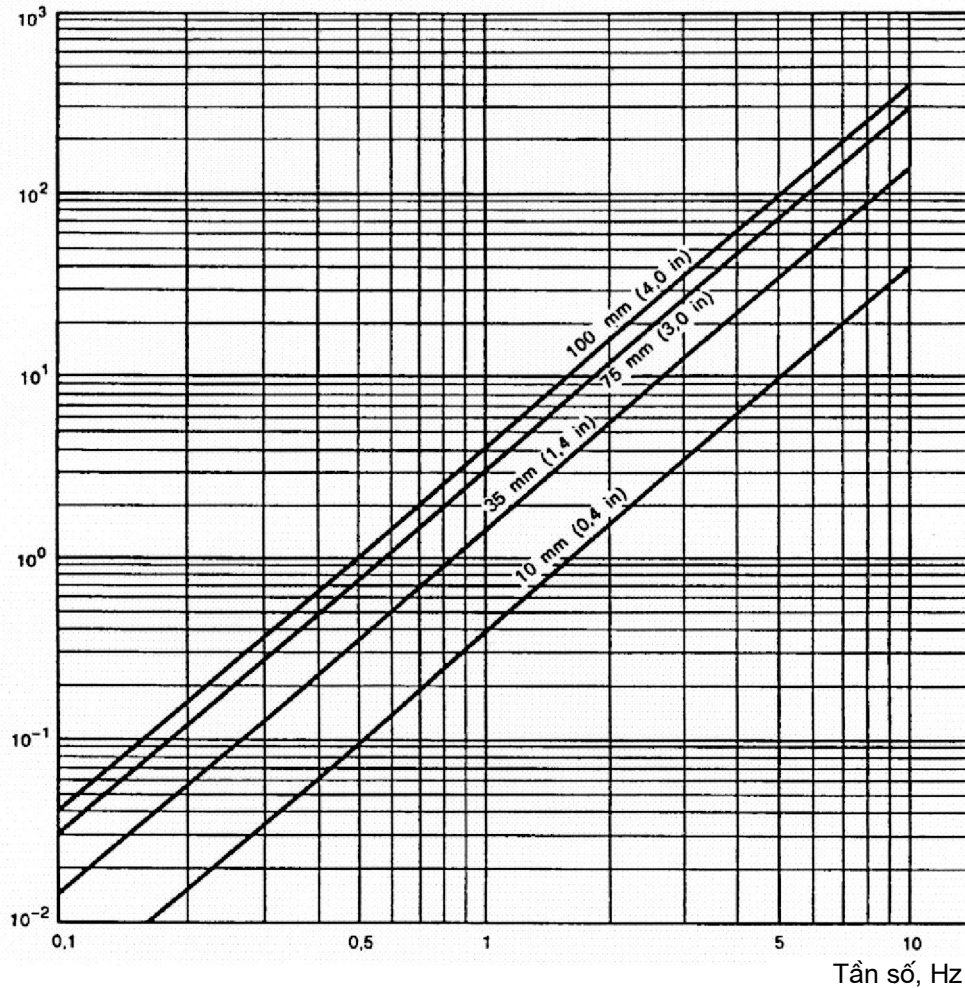
Hình 1 – Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa biên độ rung và tần số rung với tần số ngưỡng thấp hơn (8 Hz đến 10 Hz)



Hình 2 – Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa biên độ rung và tần số rung với tần số ngưỡng cao hơn (58 Hz đến 62 Hz)

CHÚ THÍCH: Biểu đồ này không thể hiện các mức khắc nghiệt một cách chính xác bằng đồ họa.

Gia tốc, m/s^2



CHÚ THÍCH: Biểu đồ này không thể hiện mức khắc nghiệt một cách chính xác bằng đồ họa.

Hình 3 – Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa biên độ dịch chuyển rung và tần số rung (chỉ áp dụng cho dải tần số có tần số giới hạn trên là 10 Hz)

5.3 Khoảng thời gian chịu rung

Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải chọn (các) khoảng thời gian từ các giá trị khuyến cáo dưới đây. Nếu khoảng thời gian qui định này dẫn đến thời gian chịu rung là 10 h hoặc nhiều hơn trên trục hoặc tần số thì khoảng thời gian này có thể được chia thành các giai đoạn thử nghiệm riêng rẽ, với điều kiện là ứng suất lên mẫu không vì thế mà giảm đi (xem Điều A.1 và A.6.2).

5.3.1 Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét

Khoảng thời gian chịu rung trên mỗi trục phải được đưa ra dưới dạng số chu kỳ quét (xem 3.4) trong yêu cầu kỹ thuật liên quan hoặc có thể được chọn từ các giá trị dưới đây:

1, 2, 5, 10, 20, 50, 100

Khi có yêu cầu số chu kỳ quét cao hơn thì cần áp dụng dãy số tương tự (xem A.4.3).

5.3.2 Thử nghiệm chịu rung ở các tần số cố định

5.3.2.1 Thử nghiệm chịu rung ở các tần số tới hạn

Khoảng thời gian chịu rung theo mỗi trục thích hợp tại mỗi tần số tìm được trong quá trình khảo sát đáp ứng rung (xem 8.2) phải được cho trong yêu cầu kỹ thuật liên quan hoặc có thể được chọn từ các giá trị cho dưới đây với dung sai ${}_{0}^{+5} \%$ (xem Điều A.1 và A.6.2):

10 min; 30 min; 90 min; 10 h.

Đối với các tần số gần như cố định, xem Điều A.1.

5.3.2.2 Thử nghiệm chịu rung ở các tần số xác định trước

Thời gian được nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan phải tính đến tổng thời gian mà mẫu dự kiến phải chịu rung có tần số xác định trước trong tuổi thọ vận hành của mẫu. Phải áp dụng giới hạn trên là 10^7 chu kỳ ứng suất cho từng phối hợp tần số và trục đã nêu (xem Điều A.1 và A.6.2).

6 Ổn định trước

Yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể đòi hỏi việc ổn định trước và khi đó phải qui định các điều kiện (xem TCVN 7699-1 (IEC 60068-1)).

7 Phép đo ban đầu

Mẫu phải được kiểm tra bằng cách xem xét, kiểm tra kích thước và kiểm tra hoạt động qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan (xem Điều A.9).

8 Thử nghiệm

8.1 Qui định chung

Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải nêu số lượng trục mà mẫu phải được rung theo và các vị trí tương đối của chúng. Nếu không nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, mẫu phải được rung lần lượt theo ba trục vuông góc với nhau và cần chọn sao cho có nhiều khả năng bộc lộ sự cố nhất.

Tín hiệu khống chế tại điểm chuẩn phải được suy ra từ các tín hiệu ở các điểm kiểm tra và phải được sử dụng cho khống chế một điểm hoặc nhiều điểm (xem A.4.5).

Qui trình thử nghiệm cần áp dụng phải được chọn, theo yêu cầu kỹ thuật liên quan, từ các giai đoạn cho dưới đây. Hướng dẫn được nêu trong Phụ lục A. Nhìn chung, các giai đoạn thử nghiệm phải được thực hiện theo trình tự trên cùng một trục và sau đó được lặp lại trên các trục khác (xem Điều A.3).

Cần có hành động đặc biệt khi mẫu, thường được dự kiến sử dụng với bộ chống rung, nhưng lại cần được thử nghiệm không có bộ chống rung đó (xem Điều A.5). Cũng cần có hành động đặc biệt khi sản

phẩm, thường được dự kiến vận chuyển có bao gói, cần phải thử nghiệm không có bao gói (xem TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47)).

Khi có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, việc khống chế biên độ rung qui định phải được bổ sung thêm giới hạn lớn nhất của lực truyền động đặt lên hệ thống rung. Phương pháp giới hạn lực phải được nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan (xem Điều A.7).

8.2 Khảo sát đáp ứng rung

Khi có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, phải khảo sát đáp ứng của mẫu trong dải tần xác định để nghiên cứu phản ứng của mẫu khi chịu rung. Thông thường, khảo sát đáp ứng rung phải được thực hiện trên một chu kỳ quét trong các điều kiện giống với các điều kiện về chịu rung (xem 8.3), nhưng biên độ rung có thể được giảm bớt và tốc độ quét giảm xuống thấp hơn giá trị qui định, nếu bằng cách đó, có thể xác định chính xác hơn đường đặc tính của đáp ứng rung. Phải tránh thời gian dừng quá lâu và gây ứng suất quá lớn lên mẫu (xem A.3.1). Để khảo sát đáp ứng rung của các sản phẩm có bao gói, trong trường hợp không thể bố trí dụng cụ đo cho các sản phẩm bên trong bao gói thì có thể sử dụng phép đo lực kích thích của mẫu để phát hiện các tần số cộng hưởng của sản phẩm nằm trong bao bì. Đây không phải là việc chấp nhận một qui trình tầm thường và phải cân nhắc thích hợp giữa việc thực hiện các phép đo này và việc không có thông tin gì về các tần số cộng hưởng của mẫu có bao gói.

Để khảo sát đáp ứng rung của mẫu hoặc bao bì “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 yêu cầu kỹ thuật liên quan thì có thể phải tính phổ của trở kháng cơ của mẫu trước và sau thử nghiệm.

Mẫu phải hoạt động trong quá trình khảo sát đáp ứng rung này nếu có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan. Khi không thể đánh giá các đặc tính rung về cơ bởi vì mẫu đang hoạt động thì phải thực hiện thêm các khảo sát đáp ứng rung khi mẫu không hoạt động.

Trong quá trình khảo sát đáp ứng rung, phải xem xét mẫu và các dữ liệu về đáp ứng rung để xác định các tần số tới hạn. Các tần số, các biên độ áp dụng này và phản ứng của mẫu phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm (xem Điều A.1). Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải nêu hành động nào cần thực hiện.

Khi sử dụng khống chế digital, cần thận trọng khi xác định các tần số tới hạn từ đồ thị của đường cong đáp tuyến, do có hạn chế về số lượng điểm dữ liệu trong mỗi lần quét được chọn, hoặc khả năng phân giải của màn hình hiển thị hệ thống khống chế (xem A.3.1).

Trong một số trường hợp nhất định, yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể đòi hỏi khảo sát đáp ứng rung bổ sung khi kết thúc qui trình chịu rung để có thể so sánh được các tần số tới hạn trước và sau. Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải nêu những công việc cần thực hiện nếu có bất cứ sự thay đổi nào về tần số. Nhất thiết là cả hai lần khảo sát đáp ứng rung đều phải được thực hiện theo cùng một cách và ở các biên độ rung giống nhau (xem 4.1.5.3 và A.3.1).

8.3 Qui trình chịu rung

Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định sử dụng qui trình chịu rung nào dưới đây.

8.3.1 Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét

Ưu tiên qui trình chịu rung này.

Phải quét tần số trên toàn bộ dải tần ở tốc độ quét, biên độ và khoảng thời gian được chọn theo yêu cầu kỹ thuật liên quan (xem 5.3.1). Nếu cần, dải tần có thể được chia nhỏ, với điều kiện là ứng suất trong mẫu không vì thế mà giảm bớt.

8.3.2 Thử nghiệm chịu rung ở các tần số cố định

Rung phải được thực hiện theo một trong hai cách sau:

a) ở các tần số suy ra từ khảo sát đáp ứng rung cho trong 8.2, sử dụng một trong hai phương pháp sau:

1) tần số cố định,

– tần số cộng hưởng định tâm.

Tần số áp dụng phải luôn được duy trì ở giá trị tần số tới hạn thực.

2) tần số gần như cố định,

– quét có hạn chế tần số.

Nếu không có bằng chứng rõ ràng về tần số tới hạn thực, ví dụ nếu có lắc, hoặc khi cần thử nghiệm đồng thời một lượng lớn mẫu, có thể quét trên dải tần số được giới hạn từ 0,8 đến 1,2 lần tần số tới hạn để đảm bảo kích thích ảnh hưởng đầy đủ. Điều này cũng có thể áp dụng trong trường hợp cộng hưởng là không tuyến tính (xem Điều A.1).

b) ở các tần số xác định trước nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Thử nghiệm phải được áp dụng ở biên độ và khoảng thời gian nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan (xem A.3.2).

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp sản phẩm được lắp trên bộ chống rung hoặc trong bao bì thì yêu cầu kỹ thuật liên quan phải nêu có chọn hay không chọn các tần số cộng hưởng của sản phẩm trên bộ chống rung của chúng hoặc trong vật liệu làm bao bì đối với thử nghiệm chịu rung này (xem Điều A.5).

9 Phép đo trung gian

Khi có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, phải cho mẫu hoạt động và kiểm tra tính năng trong quá trình thử nghiệm theo tỷ lệ qui định trong tổng thời gian (xem A.3.2 và Điều A.8).

10 Phục hồi

Khi có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, 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. Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định chính xác các điều kiện để phục hồi.

11 Phép đo kết thúc

Mẫu phải được kiểm tra bằng cách xem xét, kiểm tra kích thước và kiểm tra hoạt động qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Yêu cầu kỹ thuật liên quan phải đưa ra các tiêu chí để dựa trên đó chấp nhận hoặc loại bỏ mẫu (xem Điều A.9).

12 Thông tin cần nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan

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

	Điều
a) Chọn các điểm kiểm tra	3.2.3
b) Chọn các điểm khống chế *	3.3.2
c) Chuyển động ngang trực	4.1.2.1
d) Chuyển động quay	4.1.2.2
e) Dung sai tín hiệu	4.1.3
f) Dung sai biên độ rung	4.1.4
g) Mức độ tin cậy	4.1.4
h) Khống chế một điểm hoặc nhiều điểm*	4.1.4.1
i) Lắp đặt	4.3
j) Mức khắc nghiệt, môi trường thực, nếu đã biết	5
k) Dải tần số *	5.1
l) Biên độ rung *	5.2
m) Tần số ngưỡng đặc biệt	5.2
n) Khoảng thời gian chịu rung *	5.3 và 8.3

o) Ổn định trước	6
p) Phép đo ban đầu *	7
q) Các trục rung *	8
r) Giới hạn lực	8
s) Các giai đoạn thử nghiệm cần thực hiện và trình tự thử nghiệm *	8, 8.2 và 8.3
t) Cho mẫu hoạt động và kiểm tra hoạt động *	8.2 và 9
u) Công việc cần làm sau khi khảo sát đáp ứng rung *	8.2
v) Công việc cần làm nếu phát hiện thấy có thay đổi tần số đáp ứng khi tiến hành khảo sát đáp ứng cuối cùng *	8.2
w) Các tần số xác định trước	8.3.2
x) Thử nghiệm ở các tần số cộng hưởng của mẫu trên bộ chống rung	8.3.2
y) Phục hồi	10
z) Phép đo kết thúc *	11
aa) Tiêu chí chấp nhận hoặc loại bỏ *	11

13 Thông tin cần nêu trong báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm tối thiểu phải nêu các thông tin 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	Kiểu thử nghiệm	Rung hình sin
6	Mục đích thử nghiệm	(thử nghiệm nghiên cứu phát triển, thử nghiệm chất lượng, v.v...)
7	Tiêu chuẩn thử nghiệm, phiên bản	(qui trình thử nghiệm liên quan)
8	Bản mô tả mẫu thử nghiệm	(số nhận biết, bản vẽ, ảnh chụp, số lượng, v.v...)
9	Lắp đặt mẫu thử nghiệm	(nhận biết cơ cấu cố định, bản vẽ, ảnh chụp, v.v...)
10	Bản mô tả trang bị thử nghiệm	(chuyển động ngang, v.v...)
11	Hệ thống đo và khống chế, vị trí cảm biến	(mô tả, bản vẽ, ảnh chụp, v.v...)
12	Bộ lọc được sử dụng cho tất cả các tín hiệu	(kiểu và độ rộng băng tần)
13	Độ không đảm bảo của hệ thống đo	(số liệu hiệu chuẩn, ngày tháng hiệu chuẩn lần cuối cùng và lần sắp tới)

TCVN 7699-2-6 : 2009

- | | | |
|----|--|--|
| 14 | Cách thức khống chế | (cách thức khống chế nhiều điểm, nhiều điểm chuẩn hoặc MIN hoặc MAX) |
| 15 | Phép đo ban đầu, phép đo trung gian và phép đo kết thúc | |
| 16 | Mức khắc nghiệt yêu cầu | (từ yêu cầu kỹ thuật cho thử nghiệm) |
| 17 | Mức khắc nghiệt của thử nghiệm | (các điểm đo, phổ thử nghiệm) |
| 18 | Kết quả thử nghiệm | (nhận xét về đáp ứng của mẫu thử nghiệm) |
| 19 | Quan sát trong quá trình thử nghiệm và những công việc cần làm | |
| 20 | Tóm tắt thử nghiệm | |
| 21 | Người phụ trách thử nghiệm | (tên và chữ ký) |
| 22 | Nơi nhận | (danh sách những nơi nhận báo cáo thử nghiệm) |

CHÚ THÍCH 1: Nên viết lịch trình thử nghiệm để thử nghiệm, ở đó thử nghiệm được viết thành văn bản, 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 các yêu cầu liệt kê trong 5.10 của TCVN ISO/IEC 17025.

Phụ lục A

(tham khảo)

Hướng dẫn thử nghiệm Fc

A.1 Giới thiệu

Thử nghiệm này đưa ra phương pháp mà nhờ đó có thể tái lập trong phòng thí nghiệm các ảnh hưởng tương đương với các ảnh hưởng có nhiều khả năng sẽ gặp phải trong thực tế. Mục đích chính không nhất thiết là tái lập môi trường thực.

Tiêu chuẩn hóa các tham số cho trước và chọn các dung sai thích hợp để đạt được các kết quả tương tự khi thử nghiệm được tiến hành ở các vị trí khác nhau bởi những người thực hiện khác nhau và sử dụng các kỹ thuật khống chế analog hoặc digital. Việc tiêu chuẩn hóa các giá trị cũng cho phép phân nhóm các linh kiện thành các loại tương ứng với khả năng của chúng chịu được các mức khắc nghiệt rung nhất định cho trong tiêu chuẩn này.

Trong thử nghiệm rung, phương pháp thường dùng trong yêu cầu kỹ thuật trước đây là tìm các cộng hưởng và sau đó thực hiện thử nghiệm chịu rung mà ở đó mẫu được rung ở tần số cộng hưởng trong thời gian qui định. Tuy nhiên, khó có thể phân biệt, bằng định nghĩa thông thường, giữa cộng hưởng có nhiều khả năng gây hỏng khi vận hành và cộng hưởng ít có khả năng gây hỏng hóc, ngay cả khi mẫu bị rung trong thời gian dài.

Ngoài ra, các qui trình thử nghiệm này thường không khả thi khi áp dụng cho đa số các mẫu hiện đại. Quan sát trực tiếp hầu như không thể thực hiện được khi đánh giá đặc tính rung của hạng mục được bọc kín bất kỳ, hoặc các cụm lắp ráp hiện đại kích cỡ nhỏ. Kỹ thuật của bộ chuyển đổi rung thường không thể áp dụng khi không thay đổi phân bố khối lượng-độ cứng của cụm lắp ráp. Trong trường hợp sử dụng bộ biến đổi thì thành công phụ thuộc hoàn toàn vào kỹ năng và kinh nghiệm của kỹ thuật viên thử nghiệm trong việc chọn các điểm thích hợp trên cụm lắp ráp để thực hiện phép đo.

Qui trình được ưu tiên ở đây, tức là thử nghiệm chịu rung bằng cách quét, sẽ giảm thiểu được các khó khăn này và tránh sự cần thiết phải xác định cộng hưởng có ý nghĩa và cộng hưởng gây hỏng. Khuyến cáo của phương pháp này chịu ảnh hưởng của nhu cầu qui định các phương pháp thử nghiệm được xác định rõ ràng bởi vì hiện trạng hiện hành của thử nghiệm môi trường cho phép, và giảm xuống mức thấp nhất sự phụ thuộc vào kỹ năng của kỹ thuật viên thử nghiệm. Thử nghiệm khả năng chịu rung bằng cách quét được cho bằng số chu kỳ quét được suy ra từ số chu kỳ chịu ứng suất liên quan.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp, qui trình này có thể dẫn tới bất tiện là diễn ra trong thời gian dài nếu khoảng thời gian chịu rung dự kiến đủ dài để đảm bảo tuổi thọ mỗi tương đương với thời gian vận hành yêu cầu, hoặc tuổi thọ mỗi không bị hạn chế trong các điều kiện rung tương đương với tuổi thọ

trong vận hành. Do đó, các phương pháp khác đã được đưa ra, kể cả việc chịu rung ở các tần số cố định, được xác định trước hoặc tìm được trong khi khảo sát đáp ứng rung. Dự kiến rằng chịu rung ở tần số cố định có thể áp dụng được nếu, trong quá trình khảo sát đáp ứng rung, số lượng các tần số này theo từng trục nhận thấy là nhỏ và thông thường không vượt quá bốn. Nếu số lượng này lớn hơn bốn thì thử nghiệm chịu rung bằng cách quét có thể thích hợp hơn.

Trong trường hợp tần số gần như cố định, khoảng thời gian chịu rung cần dựa trên các giá trị qui định đối với tần số tới hạn. Tuy nhiên, cần cộng thêm phần thời gian này vào giá trị chọn trước, tùy thuộc vào dải tần số tới hạn của mẫu (xem 5.3.2.1).

Có thể thích hợp nếu như thực hiện cả thử nghiệm khả năng chịu rung bằng cách quét và chịu rung ở tần số cố định. Cần lưu ý rằng chịu rung ở các tần số cố định vẫn đòi hỏi mức độ phán đoán nhất định của kỹ thuật viên thử nghiệm khi áp dụng.

Ngoài ra, đối với tần số được xác định trước, thời gian chịu rung cần được cho trước trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Chịu rung ở tần số cố định được cho dưới dạng thời gian trong trường hợp các tần số tới hạn. Thời gian này thường dựa trên số chu kỳ ứng suất dự kiến. Do sự đa dạng của vật liệu, hiển nhiên là trên thực tế không thể đưa ra một con số cụ thể cho số chu kỳ ứng suất. Tuy nhiên, có thể xem rằng 10^7 là giới hạn trên đủ khả thi đối với thử nghiệm rung thông dụng và không cần lấy cao hơn giá trị này (xem 5.3.2.1 và 5.3.2.2).

Trong một số trường hợp, khi có mức rung nền lớn mà bản chất có thể là ngẫu nhiên hoặc phức tạp, thử nghiệm hình sin có thể không thích hợp. Do đó, người sử dụng cần xác định xem chỉ thử nghiệm hình sin có thích hợp đối với ứng dụng cụ thể đó hay không.

Nếu đã biết môi trường thực về cơ bản là rung ngẫu nhiên thì cần sử dụng rung ngẫu nhiên đối với giai đoạn chịu rung bất cứ khi nào có thể. Điều này đặc biệt được áp dụng trong trường hợp thiết bị. Đối với một số mẫu loại linh kiện có cấu trúc đơn giản, thử nghiệm hình sin thường là đủ. Các thử nghiệm rung ngẫu nhiên được đề cập trong IEC 60068-2-64 dùng cho khối chế digital.

A.2 Đo và khống chế

A.2.1 Điểm đo

Hai loại điểm đo chính được định nghĩa trong Điều 3. Tuy nhiên, đôi khi có thể cần phải đo các đáp ứng cục bộ trong phạm vi mẫu để xác định rằng rung tại các điểm này ít có khả năng gây hỏng. Trong các trường hợp nhất định ví dụ như trong giai đoạn thiết kế, thậm chí có thể cần kết hợp các tín hiệu từ các điểm đo này vào khâu khống chế để tránh sự suy giảm bất lợi của mẫu. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng kỹ thuật này không được khuyến cáo trong tiêu chuẩn này vì không thể tiêu chuẩn hóa được (xem 3.2).

A.2.2 Sai số gây ra do dung sai tín hiệu

Khi dung sai tín hiệu nhỏ hơn 5 % thì trên thực tế không có sai khác giữa chuyển động thực và chuyển động chính.

Khi sử dụng mẫu có kích cỡ nhỏ hoặc khối lượng nhỏ với bàn rung kích thước lớn thì nhìn chung không gặp trở ngại về dung sai tín hiệu. Thực vậy, trong trường hợp thực hiện các phép đo dung sai tín hiệu hệ thống, khi hệ thống rung mới được lắp đặt thì thừa nhận có thể áp dụng phép đo ban đầu. Tuy vậy, phòng thí nghiệm cần nhận biết các vấn đề tiềm ẩn với các mẫu có kích thước lớn.

Trong các trường hợp khi dung sai tín hiệu là lớn, hệ thống đo sẽ chỉ thị mức rung không đúng vì mức rung này chứa cả tần số yêu cầu và nhiều tần số không mong muốn khác. Điều này sẽ gây ra biên độ ở tần số yêu cầu thấp hơn qui định. Nếu thấp hơn giá trị dung sai tín hiệu qui định trong 4.1.3 thì sai số này có thể chấp nhận được; tuy nhiên, nếu lớn hơn giá trị này thì có thể phải phục hồi mức của tần số cơ bản về biên độ yêu cầu. Có một số cách để làm điều này, nhưng khuyến cáo rằng cần sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh. Nếu mức của tần số cơ bản đã phục hồi, mẫu sẽ phải chịu ứng suất dự kiến ở tần số yêu cầu.

Trong các điều kiện này, có thể các tần số không mong muốn cũng sẽ tăng và do đó sẽ gây ra một số ứng suất bổ sung. Nếu điều này gây ra các ứng suất cao không thực tế thì có thể sẽ là thích hợp hơn nếu bỏ qua yêu cầu mức dung sai tín hiệu qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan (xem 4.1.3).

Đối với hệ thống digital, thông tin bổ sung về tín hiệu khống chế không lọc bằng rộng có thể có được bằng cách đưa tín hiệu qua bộ phân tích phổ. Khi đó phân tích có thể thực hiện trên dải tần qui định và sẽ thể hiện tần số cơ bản, thành phần hài và thành phần tạp khác gây ra, ví dụ do lắc hoặc va đập.

CHÚ THÍCH: Quan hệ giữa méo D và dung sai tín hiệu T được cho bởi:

$$\frac{D}{100} = \sqrt{\left(\frac{T}{100}\right)^2 + \frac{2 \times T}{100}}$$

trong đó D và T được thể hiện dưới dạng các giá trị phần trăm.

(Khi dung sai tín hiệu T = 5 được thay vào công thức trên thì sẽ cho kết quả độ méo D = 32)

A.2.3 Xác định tín hiệu khống chế

Có sẵn nhiều phương pháp để xác định tín hiệu khống chế.

Nếu có qui định lấy trung bình các tín hiệu khống chế nhiều điểm, tức là tín hiệu được suy ra từ trung bình số học, thì có một phương pháp ở đó tín hiệu trung bình có được bằng cách xử lý điện áp một chiều tỷ lệ với các mức gia tốc đỉnh tại mỗi điểm kiểm tra.

Nếu sử dụng ghép kênh phân chia theo thời gian (xem thuật ngữ 721-04-11 : 1991 trong IEC 60050(721)) để thiết lập quét định kỳ từng điểm kiểm tra thì tần số quét này không được lớn hơn tần số dẫn động để đảm bảo tính đến ít nhất một chu kỳ của từng tín hiệu. Ví dụ, nếu sử dụng bốn bộ chuyển đổi, ở tần số 100 Hz thì thời gian quét đối với từng điểm kiểm tra không được nhỏ hơn 0,01 s. Tuy nhiên, có thể có

các vấn đề khi sử dụng hệ thống như vậy cùng với bộ lọc hiệu chỉnh và, trong trường hợp này, cần rất cẩn thận.

Khi thử nghiệm cần khống chế ở biên độ dịch chuyển không đổi, hệ thống lấy mẫu dữ liệu có thể gây ra một số vấn đề, vì tín hiệu gia tốc, được tích phân hai lần, sẽ không tỷ lệ với biên độ dịch chuyển do sự khác pha giữa các tín hiệu lấy mẫu gây ra dung sai tín hiệu (xem 3.3.2).

Quan trọng là hệ thống rung hoàn chỉnh có mức tạp dư thấp sao cho phần lớn dung sai đề cập đều có sẵn trong thử nghiệm (xem 4.1.4.1). $0,6 \text{ m/s}^2$ là giá trị ngưỡng tạp điển hình chấp nhận được đối với hệ thống rung.

A.2.4 Chuyển động quay (xem 4.1.2.2)

Các mẫu có kích cỡ hoặc khối lượng lớn có thể tác động trở lại với kích thích hình sin bằng các mô men lật, gây ra do lệch tâm của lực quán tính của khối cứng vững liên quan đến trục đẩy của bàn rung, hoặc do sự phân bố các lực quán tính theo hình dạng tương ứng với các tần số riêng. Các mô men lật này có thể gây ra các chuyển động quay xung quanh trục nằm trong mặt phẳng bất kỳ vuông góc với hướng của chuyển động chính và, do đó, sẽ gây ra một số ứng suất bổ sung trong mẫu. Điều này có thể làm xuất hiện các ứng suất cao không thực tế. Vì vậy có thể cần giảm chuyển động quay hoặc ít nhất phải biết được độ lớn của chúng. Các tần số riêng và hình dạng tương ứng của mẫu thường chưa biết khi chưa thử nghiệm và khó có thể đưa ra được những giả thiết chung về các tham số này.

Có thể có được một số tiêu chí gần đúng có ích bằng cách xem xét khối lượng mẫu (m), khối lượng của các bộ phận chuyển động của bàn rung kể cả cơ cấu cố định (m_t), khoảng cách (d) giữa trọng tâm của mẫu đến trục đẩy của bàn rung và chiều cao (h) của trọng tâm của mẫu so với trục đẩy nằm ngang của bàn rung.

Đối với các mẫu về lý thuyết là cứng vững, khi có gia tốc kích thích lớn nhất A , mô men lật dự kiến lớn nhất (M_o) có thể được tính như sau:

- khối cứng vững có độ lệch tâm: $M_o = m \times d \times A$
- khối cứng vững có trọng tâm ở trên cao khi được kích thích theo phương ngang:

$$M_o = m \times h \times A$$

Đối với các mẫu có cộng hưởng trong dải tần qui định, các công thức trên vẫn có hiệu lực nhưng m là khối lượng cộng hưởng và A là gia tốc đáp ứng dự kiến lớn nhất. Trong các trường hợp trên, quan trọng là sử dụng các đơn vị thống nhất.

Trang bị thử nghiệm điện động cũng như trang bị thử nghiệm thủy lực đều có giới hạn về mô men lật lớn nhất. Trong trường hợp trang bị thử nghiệm có một bộ tạo rung, đối với cả hai loại trên, thì nhà chế tạo trang bị thử nghiệm phải qui định mô men lật lớn nhất cho phép để tránh làm hỏng bộ tạo rung.

Trong trường hợp trang bị thử nghiệm có nhiều bộ tạo rung thì bàn rung là đối trọng tốt nhất với với các mô men lật mà khi vượt quá giá trị này thì bàn rung sẽ chịu nhiều chuyển động xoay (tròng trành hoặc quay).

Có thể áp dụng các tiêu chí dưới đây.

Nếu tỷ số m/m_t nhỏ hơn 0,2 thì không cần kiểm tra, nếu lớn hơn thì có thể thực hiện các kiểm tra dưới đây.

Đối với trang bị thử nghiệm chỉ có một chuyển động rung (có hoặc không có bàn trượt) và đối với trang bị có dẫn hướng kiểu cơ khí, đối trọng của mô men lật là các thanh hoặc ổ đỡ đàn hồi. Do đó chỉ cần đo chuyển động quay khi mô men lật của mẫu lớn hơn 50 % mô men lật lớn nhất cho phép của trang bị thử nghiệm.

Khi có nhiều bộ tạo rung và đối với trang bị thử nghiệm có nhiều bậc tự do, đối trọng của mô men lật là các bộ tạo rung được điều chỉnh bởi hệ thống khống chế. Do đó chỉ cần đo chuyển động quay khi mô men lật của mẫu lớn hơn mô men lật lớn nhất của trang bị thử nghiệm.

A.3 Qui trình thử nghiệm

A.3.1 Khảo sát đáp ứng rung (xem 8.2)

Khảo sát đáp ứng rung được dùng cho nhiều mục đích, đặc biệt khi đã biết rằng mẫu sẽ bị rung đáng kể có bản chất chu kỳ, ví dụ như trên tàu thủy, máy bay và các máy móc quay. Khảo sát đáp ứng rung cũng được dùng khi việc khảo sát đặc tính động của mẫu là quan trọng và khi cần đánh giá độ mỏi.

Cần cân nhắc kỹ về biên độ được sử dụng trong quá trình khảo sát đáp ứng rung, đặc biệt là liên quan đến độ tuyến tính của đặc tính động của mẫu và bởi vì làm việc sai và lác chỉ có thể xảy ra ở mức thử nghiệm.

Việc khảo sát đáp ứng rung áp dụng trước và sau thử nghiệm chịu rung có thể được sử dụng để nhận biết các thay đổi tần số mà tại đó xuất hiện cộng hưởng hoặc một số đáp ứng khác. Thay đổi tần số có thể chỉ ra sự xuất hiện mỏi hoặc một số các suy giảm khác và cần được đánh giá vì sự thay đổi tần số này có thể làm cho mẫu không còn phù hợp với môi trường vận hành và môi trường vận chuyển dự kiến của mẫu nữa.

Khi có qui định khảo sát đáp ứng rung, yêu cầu kỹ thuật liên quan cần nêu rõ, nếu thích hợp, các công việc cần làm trong và sau thử nghiệm, ví dụ :

- các giá trị đặc biệt bất kỳ về khuếch đại động mà, nếu bị vượt quá có thể yêu cầu thử nghiệm chịu rung bằng cách quét;
- thay đổi tần số;
- mức đáp ứng không chấp nhận được;
- tạp về điện.

Quan trọng là các sắp xếp bất kỳ được thực hiện để phát hiện ảnh hưởng lên các bộ phận bên trong khi khảo sát đáp ứng rung về cơ bản không được làm thay đổi đặc tính động của mẫu. Cũng cần lưu ý rằng, trong trường hợp cộng hưởng không tuyến tính, mẫu có thể có đáp ứng khác nhau tùy thuộc vào hướng

thay đổi tần số trong quá trình quét. Các tần số tới hạn cần được xác định trên phần hướng lên và phần hướng xuống của chu kỳ quét vì mẫu có thể được ổn định về kết cấu trong phần hướng lên của quá trình quét.

Điểm bắt đầu của quá trình quét có thể ở f_2 thay vì f_1 , nếu có nghi ngờ là có lò xo cứng hoặc mềm không tuyến tính. Việc xác định tần số tới hạn sẽ khác nhau giữa các phần hướng lên và phần hướng xuống của quá trình quét.

Khi sử dụng khối chế digital, quan trọng là chọn một số lượng đủ lớn các điểm dữ liệu giữa f_1 và f_2 để mô tả thích hợp từng đỉnh cộng hưởng và, do đó, từng tần số tới hạn của mẫu. Các điểm dữ liệu không đủ có thể dẫn đến việc xác định các tần số tới hạn không chính xác, đặc biệt là trong dải tần thấp với các mẫu có tỷ số tắt dần thấp. Thông thường dữ liệu được coi là đủ khi có ít nhất ba (năm, nếu có thể) điểm dữ liệu trong độ rộng băng tần -3 dB của cộng hưởng kết hợp. Tuy nhiên, việc khảo sát đáp ứng rung sẽ cần phải thực hiện lại nếu không có đủ dữ liệu và có biểu hiện rõ ràng rằng có tồn tại cộng hưởng. Trong các trường hợp này, cũng có thể cần quét trên dải tần có giới hạn.

Khi xác định các tần số tới hạn, có thể có sai số thêm nữa từ việc lựa chọn phương pháp thể hiện các dữ liệu bằng đồ họa vì một số hệ thống có thể bị hạn chế về khả năng hiển thị chính xác tất cả các dữ liệu. Do đó có thể cần mở rộng đồ thị xung quanh từng tần số tới hạn để khắc phục vấn đề này.

Khi có yêu cầu khảo sát đáp ứng rung trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, việc có sẵn các bộ chống rung là yếu tố quan trọng cơ bản. Nếu có sẵn các bộ chống rung, xem xét đầu tiên thường được thực hiện với các bộ chống rung được tháo ra hoặc được làm mất hiệu lực để xác định các tần số tới hạn của mẫu.

Sau đó, xem xét thứ hai là khảo sát đáp ứng rung được lặp lại với các bộ chống rung được lắp vào và để tự do sao cho có thể xác định các ảnh hưởng mà chúng có thể gây ra trên mẫu.

Có thể thực hiện xem xét lần hai trong đó lặp lại khảo sát đáp ứng rung với bộ chống rung được lắp vào và để hoạt động tự do để xác định được ảnh hưởng lên mẫu của chúng.

Ở xem xét thứ nhất, vì bộ chống rung được tháo ra hoặc không có hiệu lực nên các đặc tính truyền của chúng cần được xác định từ Hình A.1 và sử dụng các biên độ rung khác nhau để tính đến các đặc tính này.

Nếu không có sẵn bộ chống rung thì xem A.5.1.

A.3.2 Chịu rung (xem 8.3)

Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét thường là phương pháp thích hợp nhất để mô phỏng ảnh hưởng của các ứng suất mà mẫu phải trải qua trong sử dụng (xem 8.3.1).

Chịu rung ở các tần số cố định thích hợp với dải hạn chế các điều kiện vận hành của mẫu mà vị trí vận hành không bị ảnh hưởng bởi máy móc hoặc hệ thống lắp đặt bị hạn chế ở một hoặc vài loại xe cộ hoặc máy bay. Trong các trường hợp này, các tần số chiếm ưu thế thường đã biết hoặc có thể dự đoán. Phương pháp này cũng có thể thích hợp đối với sự xếp chồng nhanh các chu kỳ ứng suất để chứng tỏ các hiệu ứng mỏi, ví dụ phát sinh do kích thích trong môi trường vận chuyển di động (xem 8.3.2).

Trong một số trường hợp, xem xét các khía cạnh mỗi ở một số tần số rời rạc cũng như thiết lập khả năng chịu rung của mẫu có thể cũng quan trọng.

Trong các trường hợp này, nên thực hiện chịu rung ở các tần số cố định sau đó là thử nghiệm chịu rung bằng cách quét. Khi đó, thử nghiệm này sẽ cung cấp các thông tin yêu cầu trong thời gian ngắn nhất có thể.

Đối với các linh kiện có kích thước nhỏ, khi biết rằng sẽ không có cộng hưởng ở các tần số dưới 55 Hz hoặc 100 Hz thì chỉ cần thực hiện chịu rung ở các tần số này.

Đối với thử nghiệm chịu rung của thiết bị thường được lắp trên các bộ chống rung, các bộ chống rung này luôn được lắp vào. Nếu điều này là không thể thực hiện được với bộ chống rung thích hợp, ví dụ nếu thiết bị được lắp cùng với thiết bị khác trên một cơ cấu lắp đặt chung, thì thiết bị có thể thực hiện mà không có bộ chống rung này ở mức khắc nghiệt khác được nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan. Cần xác định độ lớn bằng cách tính đến khả năng truyền của hệ thống chống rung theo từng trục sử dụng cho thử nghiệm. Khi chưa biết đặc tính của các bộ chống rung, xem A.5.1.

Yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu thử nghiệm bổ sung trên mẫu với bộ chống rung bên ngoài được tháo ra hoặc được làm mất hiệu lực để chứng tỏ đạt được khả năng chịu về kết cấu tối thiểu chấp nhận được. Trong trường hợp này, mức khắc nghiệt cần áp dụng sẽ được nêu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Trong trường hợp sản phẩm thường được thử nghiệm trong bao bì của chúng để tái lập phân vận chuyển trong tuổi thọ nhưng khi không có sẵn bao bì thì xem TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47).

A.4 Mức khắc nghiệt của thử nghiệm (xem Điều 5)

A.4.1 Chọn mức khắc nghiệt của thử nghiệm

Tần số và biên độ cho trước cần được chọn để bao trùm các đáp ứng tần số tương ứng với các ứng dụng đa dạng khác nhau. Khi thiết bị chỉ sử dụng trong một ứng dụng, mức khắc nghiệt nên dựa vào đặc tính rung của môi trường thực tế, nếu đã biết. Khi các điều kiện rung của môi trường thực tế là chưa biết đối với thiết bị thì mức khắc nghiệt thích hợp của thử nghiệm cần được chọn từ Phụ lục C, ở đó đưa ra ví dụ về các mức khắc nghiệt của thử nghiệm liên quan đến các ứng dụng khác nhau.

Để xác định mức khắc nghiệt của thử nghiệm, người soạn thảo yêu cầu kỹ thuật cần xét đến thông tin cho trong IEC 60721-3 (xem Điều 5).

Vì giá trị của biên độ dịch chuyển có liên quan đến giá trị tương ứng của biên độ gia tốc theo cách sao cho biên độ rung là giống nhau tại tần số ngưỡng nên dải tần số có thể được quét liên tục, thay đổi từ độ dịch chuyển không đổi đến gia tốc không đổi và ngược lại, ở tần số ngưỡng. Cho trước các tần số ngưỡng từ 8 Hz đến 10 Hz và từ 58 Hz đến 62 Hz.

Có thể cần sử dụng các tần số ngưỡng khác giá trị tiêu chuẩn khi mô phỏng môi trường thực tế, nếu đã biết. Nếu điều này gây ra tần số ngưỡng lớn, có thể cần quan tâm đến công suất của bộ tạo rung. Quan

trọng là biên độ dịch chuyển được chọn không tương ứng với biên độ gia tốc trong vùng có tần số thấp so với mức tạp dư của hệ thống rung. Nếu cần, vấn đề này có thể khắc phục bằng cách sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh hoặc, nếu tất cả thử nghiệm được thực hiện hoàn toàn ở các tần số thấp thì sử dụng bộ chuyển đổi dịch chuyển vào khâu khống chế (xem 5.2).

A.4.2 Chọn mức khắc nghiệt thử nghiệm cho linh kiện

Việc chọn mức khắc nghiệt thử nghiệm cho thử nghiệm là phức tạp vì thực tế là, trong nhiều trường hợp, chưa biết là linh kiện sẽ được lắp đặt trong thiết bị nào và có phải chịu ứng suất hay không. Ngay cả khi biết rằng linh kiện được sử dụng trong các hạng mục cụ thể của thiết bị thì cũng cần lưu ý là môi trường rung mà linh kiện phải chịu có thể khác với môi trường mà thiết bị phải chịu do đặc tính động của kết cấu, thiết bị, cụm lắp ráp, v.v... Do đó cần chú ý khi chọn mức khắc nghiệt thử nghiệm cho linh kiện liên quan đến mức khắc nghiệt của thiết bị và có thể cần một số biện pháp phòng an toàn để dự trù ảnh hưởng của các đáp ứng này.

Khi các linh kiện được lắp trong thiết bị theo cách được thiết kế để bảo vệ khỏi rung, mức khắc nghiệt bằng hoặc thấp hơn mức thử nghiệm thiết bị có thể thích hợp.

Một phương pháp thay thế để chọn mức khắc nghiệt thử nghiệm của linh kiện là thử nghiệm và xếp loại linh kiện theo các mức khắc nghiệt đã nêu sao cho người thiết kế thiết bị có thể chọn linh kiện thích hợp cho ứng dụng của mình.

Cần tham khảo Phụ lục B, ở đó có đưa ra ví dụ về các mức khắc nghiệt liên quan đến các ứng dụng khác nhau.

A.4.3 Quét

Trong quá trình quét, tần số cần được thay đổi dưới dạng hàm số mũ theo thời gian sao cho:

$$\frac{f}{f_1} = e^{kt}$$

trong đó

- f là tần số;
- f_1 là giới hạn dưới của tần số quét;
- k hệ số phụ thuộc vào tốc độ quét;
- t là thời gian.

Đối với thử nghiệm này, tốc độ quét là một octave trên phút (xem 4.1.6) và do đó $k = \log_e 2 = 0,693$, nếu thời gian được tính bằng phút.

Số lượng octave đối với chu kỳ quét được cho bởi:

$$X = 2 \log_2 \left(\frac{f_2}{f_1} \right) = \frac{2}{\log_{10} 2} \log_{10} \left(\frac{f_2}{f_1} \right) = 6,644 \log_{10} \left(\frac{f_2}{f_1} \right)$$

trong đó

X là số lượng octave;

f_1 là giới hạn dưới của tần số quét;

f_2 là giới hạn trên của tần số quét.

Giá trị có được khi sử dụng công thức trên được cho trong Bảng A.1 và bảng này cũng thể hiện các giá trị thời gian làm tròn liên quan đến số chu kỳ quét khuyến cáo và dải tần số (xem 5.3.1).

Đối với hệ thống digital, dạng sóng đầu ra hình sin có thể được tạo ra từ bộ tổng hợp analog bên ngoài hoặc từ cấu trúc dữ liệu digital bên trong chứa một phần tín hiệu hình sin.

Trường hợp thứ nhất tạo ra sóng hình sin liên tục thuần túy; điều này cho thấy không có sự khác nhau giữa các hệ thống analog và digital.

Trong trường hợp thứ hai, cấu trúc điều khiển analog tạo ra bởi bộ chuyển đổi A/D là không trơn nhẵn mà gồm một số bước nhỏ. Cần một bộ lọc làm trơn tác động lên tín hiệu để làm trơn các bước này và tạo ra một hình dạng về cơ bản là hình sin thuần túy. Quan trọng là phải đảm bảo các cấu trúc điều khiển được liên kết với nhau để tạo ra một sóng hình sin trơn nhẵn.

Bảng A.1 – Số chu kỳ quét và thời gian chịu rung kết hợp trên mỗi trục

Dải tần số Hz			Số chu kỳ quét						
			1	2	5	10	20	50	100
1	đến	35	10 min	21 min	50 min	1 h 45 min	3 h 30 min	9 h	<u>17 h</u>
1	đến	100	13 min	27 min	1 h 05 min	2 h 15 min	4 h 30 min	11 h	22 h
5	đến	100	9 min	17 min	45 min	<u>1 h 30 min</u>	3 h	7 h	14 h
5	đến	200	11 min	20 min	55 min	<u>1 h 30 min</u>	3 h	7 h	14 h
5	đến	500	13 min	25 min	1 h 0 min	2 h	3 h 45 min	9 h	19 h
5	đến	2 000	17 min	33 min	1 h 15 min	<u>2 h 30 min</u>	5 h	13 h	25 h
10	đến	55	5 min	10 min	25 min	<u>45 min</u>	<u>1 h 45 min</u>	4 h	<u>8 h</u>
10	đến	150	8 min	16 min	40 min	<u>1 h 15 min</u>	<u>2 h 30 min</u>	<u>7 h</u>	<u>13 h</u>
10	đến	500	11 min	23 min	55 min	<u>2 h</u>	3 h 45 min	9 h	19 h
10	đến	2 000	15 min	31 min	1 h 15 min	<u>2 h 30 min</u>	5 h	13 h	25 h
10	đến	5 000	18 min	36 min	1 h 30 min	3 h	6 h	15 h	30 h
55	đến	500	6 min	13 min	30 min	<u>1 h</u>	2 h	5 h	11 h
55	đến	2 000	10 min	21 min	50 min	<u>1 h 45 min</u>	3 h 30 min	9 h	17 h
55	đến	5 000	13 min	26 min	1 h 05 min	2 h 15 min	4 h 15 min	11 h	22 h
100	đến	2 000	9 min	17 min	45 min	<u>1 h 30 min</u>	3 h	7 h	14 h

CHÚ THÍCH 1: Thời gian chịu rung cho trong bảng được tính ứng với tốc độ quét là một octave trên phút và được làm tròn lên hoặc làm tròn xuống. Sai số gây ra do làm tròn trong mọi trường hợp không lớn hơn 10 %.

CHÚ THÍCH 2: Các số có gạch chân được suy ra từ Phụ lục B và Phụ lục C.

TCVN 7699-2-6 : 2009

Có thể ước lượng số chu kỳ ứng suất (N), số octave (X) và thời gian quét (T) trong một chu kỳ quét ($f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_1$) như sau:

$$N = \frac{(f_2 - f_1) \times 60 \times 2}{\log_e 2 \times SR} \text{ (chu kỳ ứng suất)}$$

$$X = \frac{\log_e \left(\frac{f_2}{f_1} \right) \times 2}{\log_e 2} \text{ (octave)}$$

$$T = \frac{X}{SR} = \frac{\log_e \left(\frac{f_2}{f_1} \right) \times 2}{\log_e 2 \times SR} \text{ (min)}$$

trong đó

f_2 là giới hạn trên của tần số quét;

f_1 là giới hạn dưới của tần số quét;

SR là tốc độ quét tính bằng octave/min.

Phương pháp ước lượng số chu kỳ ứng suất này cũng có hiệu lực đối với Bảng B.1 và Bảng C.1 và Bảng C.2.

A.4.4 Bộ lọc hiệu chỉnh

A.4.4.1 Bộ lọc analog

Bộ lọc analog có thể là bộ lọc có độ rộng băng tần không đổi (CB) hoặc bộ lọc có độ rộng băng tần không đổi thể hiện dưới dạng phần trăm (CPB). Trong từng trường hợp, thời gian đáp tuyến (T_r) được cho bởi công thức:

$$T_r = \frac{1}{BW}$$

trong đó

T_r tính bằng giây;

BW là độ rộng băng tần tính bằng héc (Hz).

Ví dụ :

đối với kiểu bộ lọc CB được đặt đến độ rộng băng tần là 10 Hz :

$$T_r = \frac{1}{10} = 100 \text{ ms và là hằng số trên toàn bộ dải điều chỉnh;}$$

đối với kiểu bộ lọc CPB được đặt, ví dụ, ở 10 % tại tần số điều chỉnh f

$$BW = 0,1 f;$$

$$T_r = \frac{1}{BW} = 10 \text{ chu kỳ ở tần số điều chỉnh.}$$

Khi sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh vào khâu khống chế, thời gian đáp ứng là rất quan trọng. Thời gian đáp ứng dài có thể làm chậm đáp ứng khống chế tổng thể và có thể gây ra mất ổn định hoặc thậm chí không khống chế được. Ngoài ra, thời gian đáp ứng có thể hạn chế tốc độ quét trong các thử nghiệm quét hình sin, đặc biệt là ở các tần số thấp đối với loại CPB trong đó T_r có thể bằng hàng chục giây (xem 4.1.3).

Với lý do này, nhiều bộ lọc hiệu chỉnh có thể thỏa hiệp bằng cách có nhiều giá trị đặt CB, tự động đóng cắt băng tần số điều chỉnh, hoặc có đáp ứng CB ở các tần số thấp đến một số tần số đặt và đáp ứng CPB ở các tần số cao hơn.

Theo nguyên lý chung, bộ lọc hiệu chỉnh cần đáp ứng nhanh hơn ít nhất năm lần so với tốc độ nén của bộ khống chế để ngăn sự tương tác lẫn nhau và mất ổn định khống chế. Độ rộng băng tần của bộ lọc luôn cần nhỏ hơn tần số hiệu chỉnh làm việc.

Xem bảng A.2 và Bảng A.3 về thời gian đáp ứng.

Bảng A.2 – Thời gian đáp ứng CB

Độ rộng băng tần Hz	Thời gian s
0,1	10
0,5	2
1	1
5	0,2
10	0,1

Bảng A.3 – Thời gian đáp ứng CPB

Tần số Hz	Độ rộng băng tần %		
	1	5	10
	Thời gian s	Thời gian s	Thời gian s
5	20	4	2
10	10	2	1
50	2	0,4	0,2
100	1	0,2	0,1
500	0,2	0,04	0,02
1 000	0,1	0,02	0,01
2 000	0,05	0,01	0,005

A.4.4.2 Bộ lọc digital

Hệ thống digital sử dụng thuật toán số để tái lập sự tương đương với bộ lọc hiệu chỉnh analog. Kết quả cuối cùng không khác nhau khi suy ra tín hiệu cơ bản nhưng, trong trường hợp khống chế digital, có thể phải tăng thời gian đáp ứng. Điều này có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của khống chế ở những tần số cao hơn.

A.4.5 Phép đo tín hiệu khống chế

Hệ thống digital sử dụng bộ lọc chống sai số khi lấy mẫu trước khi số hóa dữ liệu. Bộ lọc này thực hiện từng bước tăng dần dọc theo dải tần khi thực hiện quét tần số và có tác dụng loại bỏ các thành phần tần số cao. Từ đó, tín hiệu qua hệ thống digital có thể có giá trị hiệu dụng thấp hơn, mà có thể làm cho hệ thống digital khống chế thử nghiệm ở mức cao hơn khi so sánh với hệ thống khống chế analog tương đương. Sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh với cả hệ thống khống chế analog và digital sẽ khắc phục được vấn đề này.

A.5 Thiết bị thường sử dụng với bộ chống rung

A.5.1 Hệ số truyền đối với bộ chống rung

Khi mẫu thường được lắp đặt trên bộ chống rung, nhưng không có sẵn bộ chống rung này và đặc tính của nó cũng chưa biết và, thêm vào đó, yêu cầu kỹ thuật liên quan chưa cho phép đối với trường hợp này thì cần sửa đổi mức qui định theo cách cung cấp đầu vào rung khả thi hơn cho mẫu. Khuyến cáo rằng, mức sửa đổi này có được bằng cách sử dụng các giá trị được suy ra từ đường cong cho trong Hình A.1 được mô tả dưới đây:

- a) đường cong A liên quan đến kiểu bộ chống rung đã mang tải có độ đàn hồi cao, có tần số riêng, khi giả thiết là có một bậc tự do, không vượt quá 10 Hz;
- b) đường cong B liên quan đến kiểu bộ chống rung đã mang tải có độ đàn hồi trung bình, có tần số riêng, khi được đánh giá như trên, nằm trong phạm vi từ 10 Hz đến 20 Hz;
- c) đường cong C liên quan đến kiểu bộ chống rung đã mang tải có độ đàn hồi thấp, có tần số riêng, khi được đánh giá như trên, nằm trong phạm vi từ 20 Hz đến 35 Hz;

Đường cong B được suy ra từ các phép đo rung được thực hiện trên thiết bị hàng không điển hình lắp với cơ cấu lắp đặt bằng kim loại có độ nhụt cao có tần số riêng xấp xỉ 15 Hz và có một bậc tự do.

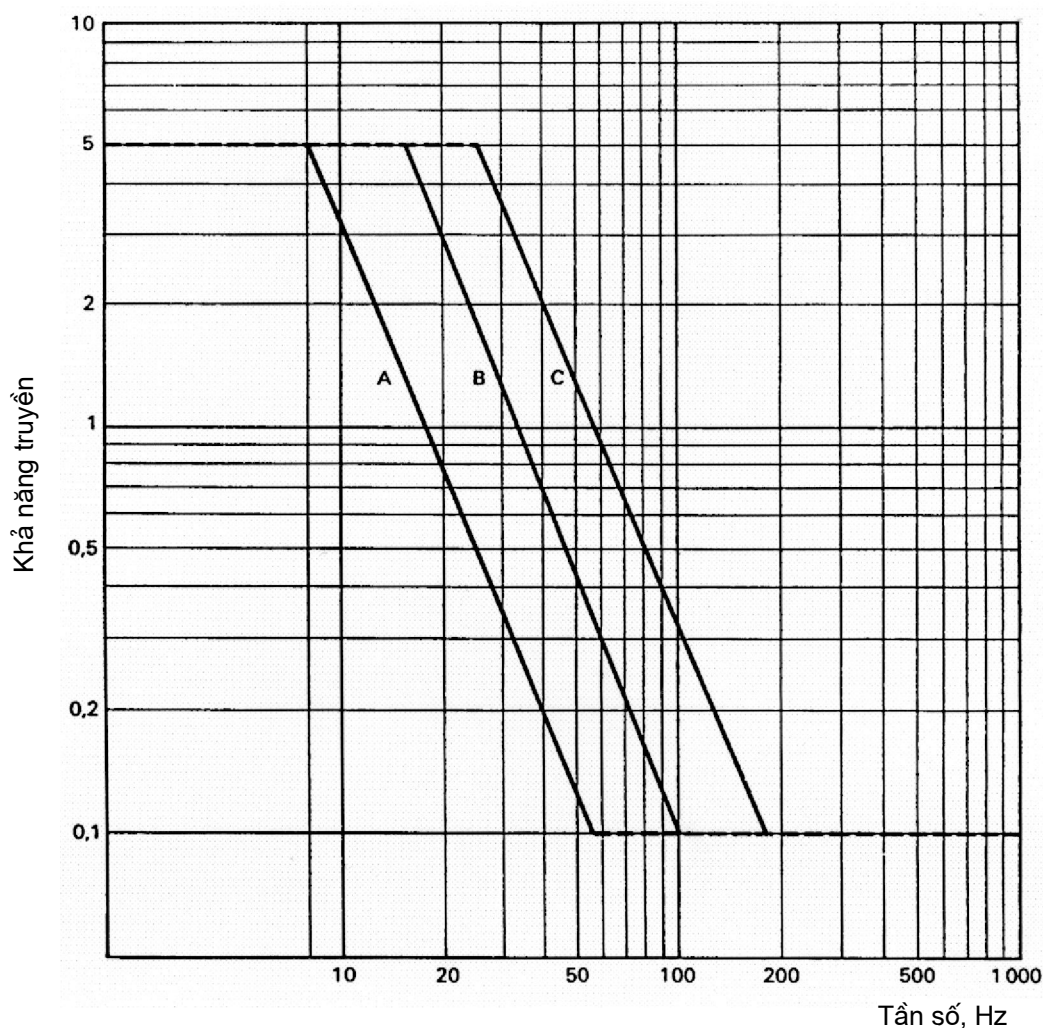
Đường cong A và C thể hiện rất ít dữ liệu đối với bộ chống rung. Các đường cong này được ngoại suy từ đường cong B, coi là có tần số riêng lần lượt là 8 Hz và 25 Hz.

Đường cong khả năng truyền được ước lượng để bao trùm các đặc tính truyền có nhiều khả năng xuất hiện trong hệ thống lắp đặt theo phương thức ghép nối. Do đó, việc sử dụng các đường cong này cần

xem xét đến các mức rung xuất hiện ở biên của mẫu từ các ảnh hưởng kết hợp của chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.

Đường cong khả năng truyền thích hợp nhất cần được chọn từ Hình A.1 và các mức rung qui định cần được nhân với giá trị suy ra từ đường cong này trên dải tần yêu cầu. Tích của các giá trị này có thể dẫn đến các mức thử nghiệm mà mức này có thể không tái tạo được trong phòng thí nghiệm. Trong trường hợp này, kỹ thuật viên thử nghiệm cần điều chỉnh các mức sao cho mức lớn nhất luôn có thể đạt được trong toàn bộ dải tần. Quan trọng là các giá trị được sử dụng trong thực tế phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Rung trong giai đoạn vận chuyển thông thường sẽ là điều kiện khắc nghiệt nhất mà sản phẩm phải chịu, đặc biệt khi sản phẩm được dự kiến sử dụng trong môi trường ôn hòa; ví dụ trong phòng máy tính. Thử nghiệm các sản phẩm này thường được thực hiện trong bao bì vận chuyển, nếu có sẵn. Tuy nhiên, sẽ có trường hợp khi không có sẵn bao bì mà vẫn cần thử nghiệm. Trường hợp này được đề cập chi tiết trong TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47).



Hình A.1 – Hệ số truyền phổ biến đối với các bộ chống rung

A.5.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ

Điều quan trọng là phải lưu ý rằng nhiều bộ chống rung chứa các vật liệu phụ thuộc vào nhiệt độ. Điều này cũng xảy ra đối với vật liệu của bao bì.

Nếu tần số cộng hưởng chính của sản phẩm đặt trên bộ chống rung hoặc trong bao bì nằm trong dải tần số thử nghiệm thì cần lưu ý khi quyết định thời gian chịu rung bất kỳ.

Trong một số trường hợp, việc đặt kích thích liên tục mà không cho phép phục hồi có thể không hợp lý. Nếu đã biết phân bố thời gian thực tế của kích thích của tần số cộng hưởng cơ bản này thì cần cố gắng mô phỏng chúng. Nếu chưa biết phân bố thời gian thực thì cần tránh quá nhiệt quá mức bằng cách hạn chế các giai đoạn kích thích theo cách đòi hỏi phải có quyết định của kỹ thuật viên, có tính đến 5.3.

A.6 Khoảng thời gian

A.6.1 Khái niệm cơ bản (xem 5.3.1)

Nhiều yêu cầu kỹ thuật hiện có mô tả giai đoạn thử nghiệm chịu rung bằng cách quét của thử nghiệm rung dưới dạng khoảng thời gian. Điều này khó có thể có được mối tương quan giữa đáp ứng của một mẫu cộng hưởng với mẫu khác nếu các dải tần số không giống nhau, vì số lần xuất hiện cộng hưởng là khác nhau. Ví dụ, thường coi rằng, đối với giá trị gia tốc và thời gian chịu rung cho trước, thử nghiệm với dải tần rộng sẽ khắc nghiệt hơn với dải tần hẹp; trên thực tế lại ngược lại. Khái niệm về số chu kỳ quét đóng vai trò tham số chịu rung sẽ khắc phục được vấn đề này vì khi đó các cộng hưởng xuất hiện là bằng nhau mà không cần quan tâm đến dải tần là bao nhiêu.

A.6.2 Thử nghiệm

Khi thử nghiệm đơn giản để chứng tỏ mẫu không bị hỏng và/hoặc làm việc được ở các độ lớn thích hợp, thì thử nghiệm chỉ cần tiếp tục trong khoảng thời gian đủ để chứng tỏ yêu cầu này trên dải tần qui định. Trong trường hợp cần chứng tỏ khả năng của mẫu chịu được các ảnh hưởng rung tích lũy ví dụ như mỗi hoặc biến dạng cơ thì thử nghiệm cần được thực hiện trong khoảng thời gian đủ để tích lũy được đủ số chu kỳ ứng suất cần thiết. Để chứng tỏ tuổi thọ mỗi không hạn chế, thông thường xét tổng số 10^7 chu kỳ ứng suất được coi là đủ.

A.7 Đáp ứng động

Các nguyên nhân gây hỏng chủ yếu là ứng suất động sinh ra trong mẫu thử nghiệm. Ví dụ kinh điển là ứng suất sinh ra trong hệ thống lò xo/vật nặng đơn giản, khi hệ thống được gắn với cơ cấu rung mà có quán tính lớn so với quán tính của vật nặng. Ở tần số cộng hưởng, lò xo/vật nặng đáp ứng với việc tăng biên độ chuyển động, kể cả việc tăng ứng suất trong lò xo. Thực hiện thử nghiệm chịu rung ở tần số cộng hưởng này đòi hỏi nhiều quyết định của kỹ thuật viên. Khó khăn nằm chủ yếu trong việc xác định xem cộng hưởng nào là đáng kể. Thêm nữa có thể duy trì tần số dẫn động khi cộng hưởng.

Ở các tần số đặc biệt cao hơn, các cộng hưởng có thể không xuất hiện rõ ràng, tuy nhiên các mức ứng suất cao có thể xuất hiện cục bộ. Trong khi một số yêu cầu kỹ thuật đang cố định ra mức khắc nghiệt của cộng hưởng bằng giá trị tùy ý đối với bội số phóng đại động thì phương pháp này lại không được chấp nhận trong thử nghiệm này.

Các qui trình được cho ở đây hàm ý rằng biên độ rung (độ dịch chuyển hoặc gia tốc) phải được giữ ở giá trị qui định độc lập với đặc tính động của mẫu. Điều này phù hợp với trình độ phát triển của thử nghiệm rung của loại thông dụng phù hợp để tiêu chuẩn hóa.

Khi mẫu được kích thích ở tần số cộng hưởng, khối lượng biểu kiến có thể cao hơn so với khối lượng của kết cấu lắp đặt khi làm việc của mẫu. Trong trường hợp này, phản ứng của mẫu có thể là đáng kể. Lực dẫn động và trở kháng cơ của kết cấu thường chưa biết và các giả thiết chung liên quan đến các tham số này thường rất khó đưa ra.

Điều khiển bằng lực được dự đoán là phương pháp để giảm vấn đề nêu trên nhưng không đưa vào thử nghiệm này, vì hiện nay không thể đưa ra thông tin về các qui trình, phép đo và dung sai. Khi yêu cầu kỹ thuật liên quan có yêu cầu thử nghiệm này thì có thể sử dụng bộ chuyển đổi lực hoặc dựa vào phép đo dòng điện điều khiển. Qui trình đo dòng điện điều khiển có những hạn chế nhất định vì dòng điện có thể không tỷ lệ với lực trên các phần của dải tần số qui định cho thử nghiệm. Tuy nhiên, với quyết định đúng của kỹ thuật viên, có thể dùng phương pháp sử dụng phép đo dòng điện, đặc biệt là nếu liên quan đến dải tần số giới hạn.

Do đó, mặc dù thử nghiệm có khống chế lực có vẻ được ưa chuộng nhưng phải chú ý khi sử dụng. Gần đây trong một số trường hợp, ví dụ đối với các linh kiện, thử nghiệm khống chế biên độ hầu như luôn thích hợp hơn (xem Điều 8).

A.8 Đánh giá tính năng

Khi thích hợp, các mẫu cần vận hành trong suốt thời gian thử nghiệm hoặc ở những giai đoạn thích hợp của thử nghiệm, theo cách đại diện của các điều kiện về vận hành của chúng. Ở những khoảng thời gian thích hợp trong giai đoạn chịu rung, và cho đến khi kết thúc giai đoạn đó, nên kiểm tra chức năng của mẫu.

Đối với các mẫu mà trong đó rung có thể ảnh hưởng đến chức năng đóng và cắt (ví dụ can thiệp đến tác động của rơle), cần lặp lại chức năng này để chứng tỏ tính năng thỏa đáng về khía cạnh này, trên toàn bộ dải tần của thử nghiệm hoặc ở những tần số có nhiều khả năng gây ảnh hưởng.

Nếu thử nghiệm chỉ nhằm chứng tỏ không hỏng hóc thì tính năng về chức năng của mẫu cần được đánh giá sau khi kết thúc giai đoạn chịu rung (xem 8.3 và Điều 11).

A.9 Phép đo ban đầu và phép đo kết thúc

Mục đích của phép đo ban đầu và phép đo kết thúc nhằm so sánh các tham số cụ thể để đánh giá ảnh hưởng của rung lên mẫu.

Các phép đo có thể gồm, cũng như các yêu cầu kiểm tra bằng mắt, đặc tính điện và đặc tính cơ, đặc tính vận hành và kết cấu (xem Điều 7 và Điều 11).

Phụ lục B

(tham khảo)

Ví dụ về mức khắc nghiệt được dự kiến ban đầu đối với linh kiện

Số lượng mức khắc nghiệt có thể có theo Điều 5 là rất lớn. Để đơn giản hóa việc áp dụng tiêu chuẩn này, ví dụ về các mức khắc nghiệt được dự kiến ban đầu đối với linh kiện được chọn từ các tham số khuyến cáo để chịu rung nêu trong Điều 5 của thử nghiệm này và được cho trong Bảng B.1. Điều kiện thử nghiệm như được qui định trong tiêu chuẩn này.

Bảng B.1 – Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét – Các ví dụ với tần số ngưỡng lớn hơn

Biên độ ¹⁾ Dải tần số, Hz	Số chu kỳ quét theo từng trục			Ví dụ ứng dụng
	0,35 mm hoặc 50 m/s ²	0,75 mm hoặc 100 m/s ²	1,5 mm hoặc 200 m/s ²	
10 đến 55	10	10		Nhà máy công nghiệp lớn, máy móc có chuyển động quay nặng nề, nhà máy cán thép, tàu buôn lớn và tàu hải quân
10 đến 500	10	10		Vận chuyển trên mặt đất mục đích thông dụng, tàu biển chạy nhanh và kích thước nhỏ (hải quân hoặc dân sự) và máy bay mục đích thông dụng
10 đến 2 000		10	10	Bộ phóng tàu vũ trụ (200 m/s ²). Linh kiện được lắp đặt trên máy móc trong máy bay
55 đến 500	10	10		Ứng dụng đối với các tần số từ 10 Hz đến 500 Hz nhưng có thể áp dụng cho các linh kiện nhỏ, có cấu trúc cứng vững mà không có đáp ứng cộng hưởng ở các tần số thấp hơn 55 Hz
55 đến 2 000		10	10	Ứng dụng đối với các tần số từ 10 Hz đến 2 000 Hz nhưng có thể áp dụng cho các linh kiện nhỏ, có cấu trúc cứng vững mà không có đáp ứng cộng hưởng ở các tần số thấp hơn 55 Hz
100 đến 2 000		10	10	Ứng dụng đối với các tần số từ 10 Hz đến 2 000 Hz nhưng có thể áp dụng cho các linh kiện rất nhỏ, có cấu trúc cứng vững ví dụ các tranzito, diot, điện trở, tụ điện và mạch tích hợp
CHÚ THÍCH: Khi có nhiều hơn một biên độ đối với dải tần đã nêu thì chỉ sử dụng một biên độ.				
¹⁾ Biên độ dịch chuyển thấp hơn tần số ngưỡng và biên độ gia tốc cao hơn tần số ngưỡng. Các tần số ngưỡng nằm trong khoảng từ 58 Hz đến 62 Hz (xem 5.2).				

Đối với phương pháp ước lượng số chu kỳ ứng suất, xem A.4.3.

Thử nghiệm chịu rung ở các tần số cố định

Thời gian chịu rung điển hình ở từng tần số tới hạn theo từng trục là 10 min, 30 min, 90 min và 10 h.

Đối với hầu hết các tần số cố định, xem Điều A.1.

Đối với các tần số xác định trước, thời gian chịu rung cần được chọn sao cho giới hạn trên của chu kỳ ứng suất là 10^7 được áp dụng cho từng tổ hợp đã nêu của tần số và trục. Khi đã biết các điều kiện môi trường, khoảng thời gian cần áp dụng ở các tần số cố định cần dựa trên số chu kỳ ứng suất xuất hiện trong sử dụng bình thường.

Phụ lục C

(tham khảo)

Ví dụ về mức khắc nghiệt được dự kiến ban đầu đối với thiết bị

C.1 Qui định chung

Khi đã biết mức khắc nghiệt rung thực tế, cần sử dụng mức đó (xem A.4.1). Khi chưa biết mức khắc nghiệt, có thể chọn tùy ý nhưng cần dựa vào, ngay khi có thể, các mức khắc nghiệt được tổng quát hóa tương tự đối với các ứng dụng cho trong phụ lục này.

Một số kết hợp về dải tần, biên độ rung và thời gian chịu rung được cho làm ví dụ về mức khắc nghiệt ban đầu được dự kiến để thử nghiệm thiết bị và các hạng mục khác (xem Bảng C.1 và Bảng C.2). Các mức khắc nghiệt này được chọn từ các tham số khuyến cáo chịu rung nêu trong Điều 5 của tiêu chuẩn này và chúng được coi là bao hàm hết các ứng dụng chung nhất của thử nghiệm rung. Không cần cố gắng tạo ra một danh sách đầy đủ và các yêu cầu chưa được bao hàm hết trong phụ lục này cần được chọn từ các mức khắc nghiệt khuyến cáo của tiêu chuẩn này và cần được qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Trong một số ứng dụng cụ thể, có thể không khả thi khi sử dụng thử nghiệm chịu rung bằng cách quét và có thể cần thực hiện các thử nghiệm tại các tần số tới hạn. Các thử nghiệm này cần được qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan, phù hợp với các điều tương ứng của tiêu chuẩn này, và sử dụng phụ này làm hướng dẫn.

Bảng C.1 không chứa các ví dụ đối với dải tần thấp hơn 10 Hz và do đó không có các tần số ngưỡng trong phạm vi từ 8 Hz đến 10 Hz. Tuy nhiên, nhiều ví dụ cho trong bảng có thể bắt đầu từ tần số 5 Hz hoặc thậm chí 1 Hz tùy thuộc vào từng ứng dụng, và nếu có yêu cầu trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Bảng C.1 – Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét – Ví dụ với tần số ngưỡng thấp hơn

Biên độ m/s^2 Dải tần số, Hz	Số chu kỳ quét theo từng trục			Ví dụ ứng dụng
	5	10	20	
10 đến 150	50	–	–	Thiết bị tĩnh tại ví dụ như các máy tính cỡ lớn và nhà máy cán thép, phơi nhiễm thời gian dài
10 đến 150	20	–	–	Thiết bị tĩnh tại ví dụ như các máy phát cỡ lớn và điều hòa nhiệt độ, phơi nhiễm trung bình
10 đến 150	–	20	20	Thiết bị được dự kiến lắp đặt trong hoặc vận chuyển bằng tàu biển, tàu hỏa và phương tiện giao thông đường bộ
CHÚ THÍCH: Khi có nhiều hơn một biên độ đối với dải tần đã nêu thì chỉ sử dụng một biên độ.				

Đối với phương pháp ước lượng số chu kỳ ứng suất, xem A.4.3.

C.2 Thử nghiệm chịu rung ở các tần số cố định

Thời gian chịu rung điển hình ở từng tần số tới hạn theo từng trục là 10 min, 30 min, 90 min và 10 h.

Đối với hầu hết các tần số cố định, xem Điều A.1.

Đối với các tần số xác định trước, thời gian chịu rung cần được chọn sao cho giới hạn trên của chu kỳ ứng suất là 10^7 được áp dụng cho từng tổ hợp đã nêu của tần số và trục. Khi đã biết các điều kiện môi trường, khoảng thời gian cần áp dụng ở các tần số cố định cần dựa trên số chu kỳ ứng suất xuất hiện trong sử dụng bình thường.

Bảng C.2 – Thử nghiệm chịu rung bằng cách quét – Các ví dụ với tần số ngưỡng lớn hơn

Biên độ ¹⁾ Dải tần số, Hz	Số chu kỳ quét theo từng trục				Ví dụ ứng dụng
	0,15 mm hoặc 20 m/s ²	0,35 mm hoặc 50 m/s ²	0,75 mm hoặc 100 m/s ²	1,5 mm hoặc 200 m/s ²	
1 đến 35 ²⁾	–	100	100	–	Thiết bị được lắp đặt gần kê máy có chuyển động quay nặng nề
10 đến 55 ²⁾	10 20 100	– 20 –	– – –	– – –	Thiết bị được dự kiến dùng trong các nhà máy công nghiệp lớn và mục đích công nghiệp chung
10 đến 150	10 20 100	– 20 –	– – –	– – –	Thiết bị được dự kiến dùng trong nhà máy công nghiệp lớn và mục đích công nghiệp chung, nơi mà linh kiện chịu rung đáng kể trên 55 Hz
10 đến 500	10	10	–	–	Thiết bị được sử dụng trên máy bay, các giá trị cao hơn áp dụng cho thiết bị nằm cạnh nhưng không nằm trong ngăn máy
10 đến 2 000	–	10	10	– 10	Thiết bị được sử dụng trên máy bay vận tốc lớn, các giá trị cao hơn áp dụng cho thiết bị nằm cạnh nhưng không nằm trong ngăn máy Các ngăn máy của máy bay
CHÚ THÍCH: Khi có nhiều hơn một biên độ đối với dải tần đã nêu thì chỉ sử dụng một biên độ.					
¹⁾ Biên độ dịch chuyển thấp hơn tần số ngưỡng và biên độ gia tốc cao hơn tần số ngưỡng. Các tần số ngưỡng nằm trong khoảng từ 58 Hz đến 62 Hz (xem 5.2).					
²⁾ Thử nghiệm biên độ dịch chuyển không đổi.					

Đối với phương pháp ước lượng số chu kỳ ứng suất, xem A.4.3.

Thư mục tài liệu tham khảo

IEC 60050(721) : 1991, International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 721: Telegraphy, facsimile and data communication (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 721: Điện báo, fax và truyền đạt dữ liệu)

IEC 60068-2-64 : 1993, Environmental testing – Part 2-64: Test methods – Test Fh: Vibration broadband random (digital control) and guidance (Thử nghiệm môi trường – Phần 2-64: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fh: Rung ngẫu nhiên băng tần rộng (điều khiển số) và hướng dẫn)
