

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7699-2-80:2013

IEC 60068-2-80:2005

Xuất bản lần 1

**THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG –
PHẦN 2-80: CÁC THỬ NGHIỆM –
THỬ NGHIỆM Fi:RUNG – CHẾ ĐỘ HỖN HỢP**

Environmental testing –

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

Mixed mode

HÀ NỘI – 2013

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	6
4 Yêu cầu đối với các thử nghiệm.....	13
5 Yêu cầu đối với thử nghiệm chế độ hỗn hợp	15
6 Mức khắc nghiệt	21
7 Ôn định trước	24
8 Phép đo ban đầu	24
9 Thử nghiệm	24
10 Phép đo trung gian.....	27
11 Phục hồi	27
12 Phép đo kết thúc.....	27
13 Thông tin cần nêu trong qui định kỹ thuật liên quan	28
14 Thông tin cần nêu trong báo cáo thử nghiệm.....	29
Phụ lục A (tham khảo) – Thông tin chung chế độ hỗn hợp.....	30
Phụ lục B (tham khảo) – Hướng dẫn	36
Thư mục tài liệu tham khảo.....	43

Lời nói đầu

TCVN 7699-2-80:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-80:2005;

TCVN 7699-2-80:2013 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 2-80: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fi: Rung –

Chế độ hỗn hợp

Environmental testing –

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

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng chung cho thử nghiệm các mẫu khi yêu cầu mô phỏng sự kích thích rung có bản chất phức tạp hay hỗn hợp.

Mục đích của thử nghiệm là chứng minh mẫu đủ khả năng chống chịu kích thích kiểu hỗn hợp đã qui định mà không có sự suy giảm tính năng chức năng và/hoặc cấu trúc không thể chấp nhận của nó. Nó đặc biệt hữu ích đối với việc điều chỉnh các môi trường chế độ hỗn hợp mà dữ liệu đo được có sẵn cho môi trường sống thực.

Thử nghiệm cũng giúp bộc lộ các ảnh hưởng tích lũy của ứng suất được tạo ra bởi rung ngẫu nhiên, được trộn với rung hình sin và/hoặc ngẫu nhiên, điểm yếu cơ học sinh ra suy giảm các tính năng qui định, và sử dụng thông tin này, sự kết hợp với quy định kỹ thuật liên quan, để đánh giá khả năng chấp nhận của mẫu. Trong một số trường hợp, tiêu chuẩn này cũng có thể được sử dụng để chứng minh độ bền cơ của mẫu.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho các mẫu có thể phải chịu rung ngẫu nhiên và/hoặc kết hợp thực hiện ngẫu nhiên và sinh ra do sự vận chuyển hoặc các môi trường thực, ví dụ trong máy bay, các phương tiện hàng không và đối với các đối tượng trong container vận chuyển của chúng mà sau đó có thể được xem như thành phần của mẫu.

Mặc dù ban đầu được dành cho các mẫu kỹ thuật điện, tiêu chuẩn này không bị hạn chế đối với các mẫu như vậy và có thể được dùng trong các lĩnh vực mong muốn khác.

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 7699-2-80:2013

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):2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Electrical and electronic measurements and measuring instruments (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Đo lường điện và điện tử và các dụng cụ đo lường)*

Part 311: *General terms relating to measurements (Phần 311: Thuật ngữ chung liên quan đến các phép đo)*

Part 312: *General terms relating to electrical measurements (Phần 312: Thuật ngữ chung liên quan đến các phép đo điện)*

Part 313: *Types of electrical measuring instruments (Phần 313: Các loại dụng cụ đo điện)*

Part 314: *Specific terms according to the type of instrument (Phần 314: Thuật ngữ qui định theo loại 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 sản 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)*¹

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

IEC 60068-3-8:2003, *Environmental testing – Part 3-8: Supporting documentation and guidance – Selecting among vibration tests (Thử nghiệm môi trường – Phần 3-8: Tài liệu hỗ trợ và hướng dẫn – Lựa chọn giữa các thử nghiệm rung)*

IEC 60068-5-2:1990, *Environmental testing – Part 5-2: guide to drafting of test methods – Terms and definitions (Thử nghiệm môi trường – Phần 5-2: Hướng dẫn biên soạn các phương pháp thử nghiệm – Các thuật ngữ và định nghĩa)*

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

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong ISO 2041, IEC 60050(300), TCVN 7699-1 (IEC 60068-1), TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6), IEC 60068-2-64 và IEC 60068-5-2. Để thuận tiện cho người đọc, định nghĩa từ một trong các nguồn dưới đây, dẫn xuất và thay đổi trong các nguồn đó cũng được chỉ ra.

Các thuật ngữ và định nghĩa sau đây cũng được áp dụng.

¹ 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.

² Hệ thống Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam đã có TCVN 7699-2-64:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-64:1993.

3.1 Chuyển động ngang trục (cross axis motion)

Chuyển động không theo hướng của kích thích bên ngoài, thường được xác định trong hai trục trục giao.

3.2

Chuyển động thực (actual motion)

Chuyển động được thể hiện 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

Điểm khống chế (control point)

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. 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 3.9.

3.5

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/s^2 .

3.6

Điểm đo (measuring point)

Điểm cụ thể mà tại đó dữ liệu được thu thập khi thực hiện thử nghiệm. Có ba loại điểm đo chính sẽ được định nghĩa dưới đây.

TCVN 7699-2-80:2013

3.6.1

Điểm kiểm tra (check point)

Điểm nằm trên cơ cấu cố định, trên bàn rung hoặc trên mẫu càng gắn 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. 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 không 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.

3.6.2

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.

3.6.3

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.

3.6.4

Điểm đáp ứng (response point)

Các điểm đặc biệt trên mẫu mà dữ liệu được thu thập cho mục đích khảo sát đáp ứng rung.

CHÚ THÍCH: Các điểm này không phải các điểm kiểm tra hay điểm chuẩn.

3.7

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

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

3.8

Tần số lấy mẫu (sampling frequency)

Số giá trị biên độ rời rạc trong một giây để ghi lại hoặc biểu diễn theo thời gian dưới dạng số.

3.9**Cách thức khống chế nhiều điểm (multipoint control strategies)**

Phương pháp tính toán tín hiệu khống chế chuẩn khi sử dụng khống chế nhiều điểm. Các cách thức khống chế miền tần số sau đây là khả dụng, xem 3.4.2.

3.9.1**Lấy trung bình (averaging)**

Qui trình xác định giá trị khống chế bằng trung bình toán học của giá trị tín hiệu, xem 3.31, mỗi tần số tại hơn một điểm kiểm tra.

3.9.2**Cực trị (extremal)**

Qui trình xác định giá trị khống chế theo giá trị tín hiệu lớn nhất hoặc nhỏ nhất, xem 3.31, mỗi tần số từ mỗi điểm kiểm tra.

3.10**MAX/SUM**

Các mức khắc nghiệt ngẫu nhiên trên ngẫu nhiên để xác định giá trị ASD (xem 3.14) của các băng tần hẹp.

CHÚ THÍCH: MAX có nghĩa tối đa của các giá trị ASD băng tần hẹp hoặc nền, SUM nghĩa là cộng thêm hai giá trị ASD.

3.11**Hệ số đỉnh (crest factor)**

Tỷ lệ của giá trị đỉnh với giá trị hiệu dụng của dạng sóng kiểu hỗn hợp đầy đủ.

[ISO 2041]

3.12**Cách thức vị trí phụ (super positional strategy)**

Cách thức xác định phương pháp tính toán mật độ phổ gia tốc chuẩn tại mỗi đường tần số từ các âm sóng sin và ASD ngẫu nhiên.

3.13**Băng tần rộng -3dB (-3 dB bandwidth)****B**

Băng tần rộng giữa hai điểm trong một hàm có đáp ứng tần số bằng 0,708 đáp ứng lớn nhất khi được liên kết với một đỉnh cộng hưởng đơn.

TCVN 7699-2-80:2013

3.14

Mật độ phổ gia tốc (acceleration spectral density)

ASD

Giá trị trung bình bình phương của phần tín hiệu gia tốc đi qua một bộ lọc thông hẹp của tần số trung tâm, trên đơn vị băng tần rộng, đến mức mà các phương pháp băng tần rộng zero và các phương pháp trung bình thời gian vô hạn.

3.15

Sai số dịch chuyển (bias error)

Đối với tín hiệu ngẫu nhiên, lỗi có hệ thống trong đánh giá mật độ phổ gia tốc do độ phân giải tần số có hạn trong thực tế. Đối với tín hiệu hình sin, sai số có hệ thống trong đánh giá biên độ của thành phần hình sin trong tín hiệu chế độ hỗn hợp do việc lấy trung bình của thời gian.

3.16

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

Mật độ phổ gia tốc đo được ở điểm chuẩn hoặc điểm giá định.

3.17

Vòng hệ thống khống chế (control system loop)

Tổng hợp các hành động dưới đây:

- số hóa dạng sóng kiểu hỗn hợp tương tự của tín hiệu lấy từ điểm chuẩn;
- thực hiện xử lý cần thiết;
- tạo một dạng sóng truyền kiểu trộn tương tự đã cập nhật tới bộ khuếch đại công suất hệ thống rung (xem Điều B.1).

3.18

Sửa tín hiệu truyền (drive signal clipping)

Sự giới hạn giá trị lớn nhất của tín hiệu truyền, được thể hiện như hệ số đỉnh.

3.19

Dải tần số làm việc (xem thêm Hình 1) (effective frequency range)

Dải từ tần số thực bên dưới f_1 tới tần số thực bên trên f_2 tại các sườn đầu và sườn cuối.

3.20

Mật độ phổ gia tốc sai số (error acceleration spectral density)

Chênh lệch giữa mật độ phổ gia tốc đã xác định và mật độ phổ gia tốc khống chế.

3.21**Sự cân bằng** (equalization)

Sự tối thiểu hóa mật độ phổ gia tốc lỗi

3.22**Sườn cuối** (xem thêm Hình 1) (final slope)Phần của mật độ phổ gia tốc xác định trên f_2 **3.23****Độ phân giải tần số** (frequency resolution)

Độ rộng của các khoảng tần số trong mật độ phổ gia tốc tính bằng hertz

CHÚ THÍCH: Nó bằng với đối ứng của độ dài mỗi mẫu vào mà các bản ghi được phân chia để tính toán mật độ phổ gia tốc đã chỉ trong phân tích số. Số đường tần số là bằng với số khoảng thời gian trong một dải tần đã biết.

3.24**Mật độ phổ gia tốc quy định** (xem thêm Hình 1) (indicated acceleration spectral density)

Đánh giá mật độ phổ gia tốc thực được từ bộ phân tích biểu diễn hồng do sai số dụng cụ, sai số ngẫu nhiên và sai số chệch.

3.25**Dốc ban đầu** (xem thêm Hình 1) (initial slope)Phần mật độ phổ gia tốc đã xác định dưới f_1 .**3.26****Sai số dụng cụ** (instrument error)

Sai số liên quan tới đối tượng tương tự của đầu vào hệ thống khống chế và các đối tượng tương tự của hệ thống khống chế.

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

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

3.28**Ghi** (record)

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

TCVN 7699-2-80:2013

3.29

Tính tái lập (reproducibility)

Sự phù hợp chặt chẽ giữa các kết quả của các phép đo cùng giá trị của cùng số lượng mà các phép đo riêng rẽ được thực hiện.

- bằng các phương pháp khác nhau,
- với các dụng cụ đo khác nhau,
- bằng người quan sát khác nhau,
- trong các phòng thí nghiệm khác nhau,
- sau các khoảng thời gian được so sánh với khoảng thời gian của một phép đo kiểm đơn,
- dưới các điều kiện sử dụng thông thường khác nhau của các dụng cụ đã dùng.

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ "tính tái lập" cũng áp dụng cho trường hợp mà chỉ một số trong các điều kiện trên được tính đến.

[IEC 60050(300)]

3.30

Giá trị hiệu dụng (root-mean-square value)

Giá trị trung bình bình phương (giá trị hiệu dụng) của một phổ bằng phẳng trên một khoảng giữa f_1 và f_2 (xem Hình 1), là căn bậc hai của các giá trị trung bình bình phương của hàm trên khoảng.

CHÚ THÍCH: Trong phương pháp thử nghiệm này, các giá trị hiệu dụng của gia tốc, vận tốc và dịch chuyển có thể được tính toán với các hàm ngẫu nhiên hoặc với phương pháp hỗn hợp sin trên ngẫu nhiên (SoR) và ngẫu nhiên trên ngẫu nhiên (RoR), xem B.2.4.

3.31

Giá trị tín hiệu (signal value)

Đối với thành phần ngẫu nhiên của tín hiệu kiểu hỗn hợp, nó đề cập đến giá trị mật độ phổ gia tốc và đối với thành phần hình sin của tín hiệu kiểu hỗn hợp, nó đề cập đến giá trị biên độ.

3.32

Độ lệch chuẩn (standard deviation)

σ

Theo lý thuyết độ lệch, giá trị trung bình của dao động là bằng zero. Do đó đối với một biểu đồ gia tốc ngẫu nhiên, độ lệch chuẩn bằng với giá trị hiệu dụng.

3.33

Độ chính xác thống kê (statistical accuracy)

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

CHÚ THÍCH: Chỉ đề cập đến phần ngẫu nhiên của tín hiệu chế độ hỗn hợp.

3.34

Các bậc tự do theo thống kê (statistical degrees of freedom)

Đề đánh giá mật độ phổ gia tốc của dữ liệu ngẫu nhiên với kỹ thuật trung bình thời gian, số lượng hiệu quả của các bậc tự do theo thống kê được xuất phát từ độ phân giải tần số và thời gian trung bình hiệu quả.

3.35

Chu kỳ quét (sweep cycle)

Việc quét dải tần qui định một lần theo mỗi hướng, ví dụ 5 Hz đến 500 Hz đến 5Hz.

CHÚ THÍCH: Trái với "chu kỳ quét", một lần quét biểu thị chỉ một hướng quét, lên hoặc xuống.

[TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6)]

3.36

Tốc độ quét (sweep rate)

Tốc độ thay đổi tần số hình sin, tính bằng octave/phút hoặc Hz/s.

3.37

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

Mật độ phổ gia tốc của dạng sóng ngẫu nhiên đang tác động trên mẫu.

4 Yêu cầu đối với các thử nghiệm

4.1 Yêu cầu chung

Các đặc tính áp dụng cho hệ thống thử nghiệm rung đầy đủ, mà với một hệ thống thử nghiệm điện động lực và thủy lực tự động bao gồm bộ khuếch đại công suất, bộ tạo rung và hệ thống khống chế và cố định thử nghiệm tải.

Các chuyển động trục cơ bản và trục ngang được mô tả dưới đây phải được kiểm tra cả trước khi bắt đầu thử nghiệm hoặc trong khi thử nghiệm bằng việc sử dụng một kênh giám sát đầu vào bổ sung của thiết bị khống chế. Quy định kỹ thuật liên quan phải nêu các mức thử nghiệm khảo sát và các quy trình phải sử dụng.

Phương pháp thử nghiệm chuẩn hóa bao gồm chuỗi thử nghiệm dưới đây và được áp dụng trong mỗi trục vuông góc của mẫu thử nghiệm:

- a) Một khảo sát đáp ứng rung ban đầu, với một kích thích ngẫu nhiên hoặc hình sin mức thấp, xem 5.4 và 9.2.
- b) Kích thích chế độ hỗn hợp như thử nghiệm tải hoặc thử nghiệm ứng suất.
- c) Một khảo sát đáp ứng rung sau cùng (xem 9.5) để so sánh các kết quả với một đáp ứng ban đầu và để phát hiện khả năng các lỗi hỏng cơ do thay đổi hành vi động học.

TCVN 7699-2-80:2013

Tuy nhiên, quy định kỹ thuật liên quan có thể loại bỏ yêu cầu đối với một khảo sát đáp ứng, hoặc phần nào, nếu hành vi động học của mẫu thử nghiệm đã biết hoặc không quan tâm.

4.2 Hệ thống khống chế

Các gói khống chế phần mềm đặc biệt là cần thiết đối với hệ thống khống chế mà có khả năng phân tích và khống chế các thử nghiệm cần kích thích/quy định kết hợp ngẫu nhiên trên ngẫu nhiên hoặc hàm sin trên ngẫu nhiên.

4.3 Chuyển động cơ bản

Chuyển động cơ bản các điểm cố định của mẫu, phải được mô tả bởi quy định kỹ thuật liên quan và có các chuyển động cơ bản giống nhau, phải thẳng. Nếu các chuyển động cơ bản giống nhau khó đạt được, phải sử dụng khống chế nhiều điểm.

Các đặc tính của chuyển động cơ bản sẽ thường là phân bố Gauss đối với dạng sóng ngẫu nhiên và hình sin đối với các thành phần có tính chu kỳ.

4.4 Chuyển động ngang trục

Chuyển động ngang trục phải được kiểm tra trước khi thử nghiệm được áp dụng bằng việc tiến hành một khảo sát hình sin hoặc ngẫu nhiên ở mức đã mô tả bởi quy định kỹ thuật liên quan hoặc trong khi thử nghiệm bằng việc sử dụng một kênh giám sát bổ sung.

Giá trị tín hiệu của mỗi tần số tại các điểm kiểm tra theo trục bất kỳ vuông góc với trục qui định không được vượt quá giá trị tín hiệu qui định trên 500 Hz và dưới 500 Hz đối với giá trị tín hiệu qui định của -3 dB. Giá trị tín hiệu tổng theo trục bất kỳ vuông góc với trục qui định không được vượt quá 50 % giá trị tín hiệu qui định đối với trục qui định. Ví dụ đối với mẫu nhỏ, giá trị tín hiệu của chuyển động ngang trục có thể giới hạn không vượt quá -3 dB của chuyển động chính, nếu có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

Ở một số tần số nhất định hoặc với mẫu có kích thước lớn hoặc mẫu có khối lượng lớn, có thể khó đạt được như ở trên. Cũng vậy trong trường hợp mà qui định liên quan yêu cầu mức khắc nghiệt có phạm vi hoạt động lớn cũng khó có thể đạt được như ở trên. Trong các trường hợp như vậy, qui định kỹ thuật liên quan phải qui định áp dụng các yêu cầu dưới đây:

- a) chuyển động ngang trục bất kỳ vượt quá giá trị qui định ở trên phải được theo dõi và nêu trong báo cáo thử nghiệm;
- b) chuyển động ngang trục không cần phải theo dõi.

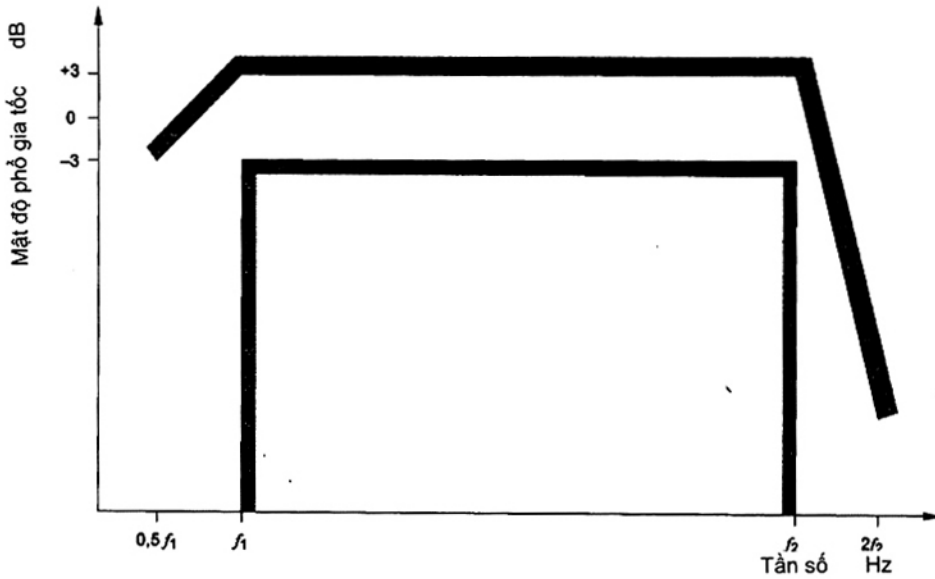
4.5 Lắp đặt

Mẫu phải được lắp đặt theo IEC 60068-2-47. Trong bất cứ trường hợp nào, đường cong chuyển giao chọn từ IEC 60068-2-47 phải tạo thành góc vuông trước khi nhân với phổ ASD hoặc được nhân trực tiếp với các biên độ hình sin.

4.6 Hệ thống đo

Đặc tính của hệ thống đo phải sao cho có thể xác định giá trị đúng của dao động như đo được theo trực dự kiến tại điểm chuẩn nằm trong phạm vi dung sai yêu cầu đối với thử nghiệm.

Đáp tuyến tần số của toàn bộ hệ thống đo kể cả bộ chuyển đổi, bộ sơ chế tín hiệu, thu thập dữ liệu và bộ xử lý, có thể ảnh hưởng đáng kể lên độ chính xác của thiết bị đo. Dải tần của hệ thống đo phải mở rộng từ 0,5 lần tần số sóng nhỏ nhất (f_1) đến 2,0 lần tần số sóng lớn nhất (f_2) của dải tần số thử nghiệm xem Hình 1. Đáp tuyến tần số của hệ thống đo phải nằm trong khoảng $\pm 5\%$ dải tần này.



Hình 1 – Các đường biên đối với mật độ phổ gia tốc
(xem 5.1.1)

5 Yêu cầu đối với thử nghiệm chế độ hỗn hợp

Tiêu chuẩn này cung cấp các phương pháp thử nghiệm để áp dụng rung ngẫu nhiên trong sự kết hợp với rung ngẫu nhiên băng tần hẹp, rung hình sin hoặc cả hai. Các thành phần ngẫu nhiên băng tần hẹp và hình sin phải được quét qua một dải tần số xác định quy định kỹ thuật liên quan. Việc thử nghiệm kiểu hỗn hợp phải được tính đến.

Quy định kỹ thuật liên quan phải mô tả liệu các biên dạng ngẫu nhiên băng hẹp ở các mức phổ tối đa (MAX) hay được gộp vào biên dạng phổ nền (SUM).

Phổ gia tốc có thể mô tả

- một phổ gia tốc thuộc vị trí cực của các âm ngẫu nhiên băng rộng, ngẫu nhiên băng hẹp và hình sin đối với các hệ thống không chế mà sóng sin được tạo ở các đường phổ Fourier.

hoặc

b) một phổ gia tốc thuộc vị trí cực của các âm ngẫu nhiên băng rộng và ngẫu nhiên băng hẹp với hình sin độc lập, cho các hệ thống không chế mà sóng sin được tạo liên tục trong miền tần số.

5.1 Các dung sai rung – ngẫu nhiên

5.1.1 Điểm kiểm tra và điểm chuẩn

Mật độ phổ gia tốc xác định trong trục yêu cầu ở điểm chuẩn và các điểm kiểm tra giữa f_1 và f_2 trong Hình 1 phải nằm trong dải ± 3 dB theo sai số dụng cụ, đã được đề cập tới mật độ phổ gia tốc xác định. Sai số ngẫu nhiên và sai số đan xen không bao gồm trong các dung sai. Sai số ngẫu nhiên có thể tính toán được.

Giá trị hiệu dụng của gia tốc, được tính hoặc được đo, giữa f_1 và f_2 phải nằm trong dải $\pm 10\%$ của giá trị hiệu dụng liên kết với mật độ phổ gia tốc quy định. Các giá trị này có giá trị với cả điểm tham khảo và điểm tham khảo giả định.

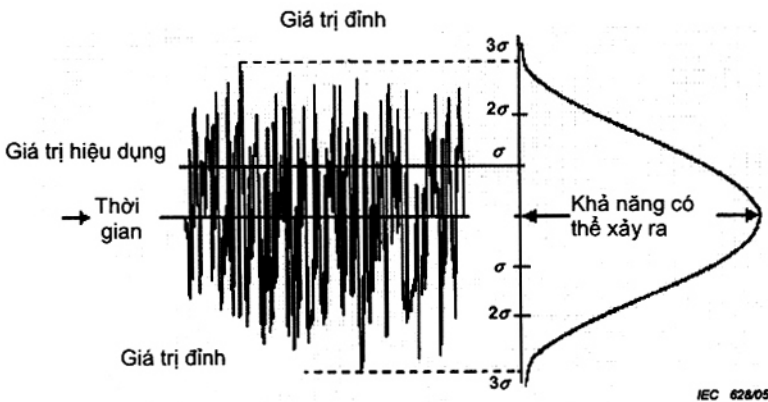
Ở một số tần số hoặc mẫu có kích thước lớn hay khối lượng lớn, có thể khó đạt được các giá trị này. Trong những trường hợp như vậy có thể quy định kỹ thuật liên quan phải cho một dung sai rộng hơn.

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

Đối với các thử nghiệm ngẫu nhiên băng tần hẹp thấp đã quét các dung sai trên các thành phần quét được của quy định thử nghiệm phải giống với thành phần băng rộng. Tuy nhiên, ở một số tốc độ quét, các dung sai này có thể không đạt được. Do đó, các yêu cầu dung sai đối với các thành phần này phải được nêu trong quy định kỹ thuật liên quan.

5.1.2 Phân bố

Các giá trị gia tốc tức thời ở điểm tham khảo phải có phân bố ước tính bình thường (Gaussian) như trên Hình 2. Một xác nhận phải được thực hiện trong khi hiệu chuẩn hệ thống bình thường. Đối với các tín hiệu kiểu hỗn hợp, với các sóng hình sin, xem Hình 4.



Hình 2 – Sự kích thích ngẫu nhiên, biểu diễn cắt tín hiệu và xác suất Gauss (chuẩn)

Việc cất tín hiệu truyền phải có giá trị tối thiểu 2,5 (xem 3.18). Hệ số đỉnh của dạng sóng gia tốc ở điểm chuẩn phải được xem xét để đảm bảo tín hiệu bao gồm các đỉnh ở mức tối thiểu 3 lần giá trị hiệu dụng đã xác định, trừ khi có qui định khác được mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

Nếu một điểm chuẩn giả định được sử dụng để khống chế, yêu cầu đối với hệ số đỉnh áp dụng cho tất cả các điểm kiểm tra được sử dụng để tạo nên mật độ phổ gia tốc khống chế.

Hàm mật độ sắc xuất phải được tính toán với điểm chuẩn một khoảng thời gian 2 min từ lúc bắt đầu, lúc giữa và cuối thời gian thử nghiệm.

5.1.3 Độ chính xác thống kê

Độ chính xác thống kê được xác định từ cấp thống kê của ngẫu nhiên N_d và mức tin cậy (xem Hình 3).

Cấp thống kê của ngẫu nhiên được cho bởi:

$$N_d = 2B_e \times T_a \quad (1)$$

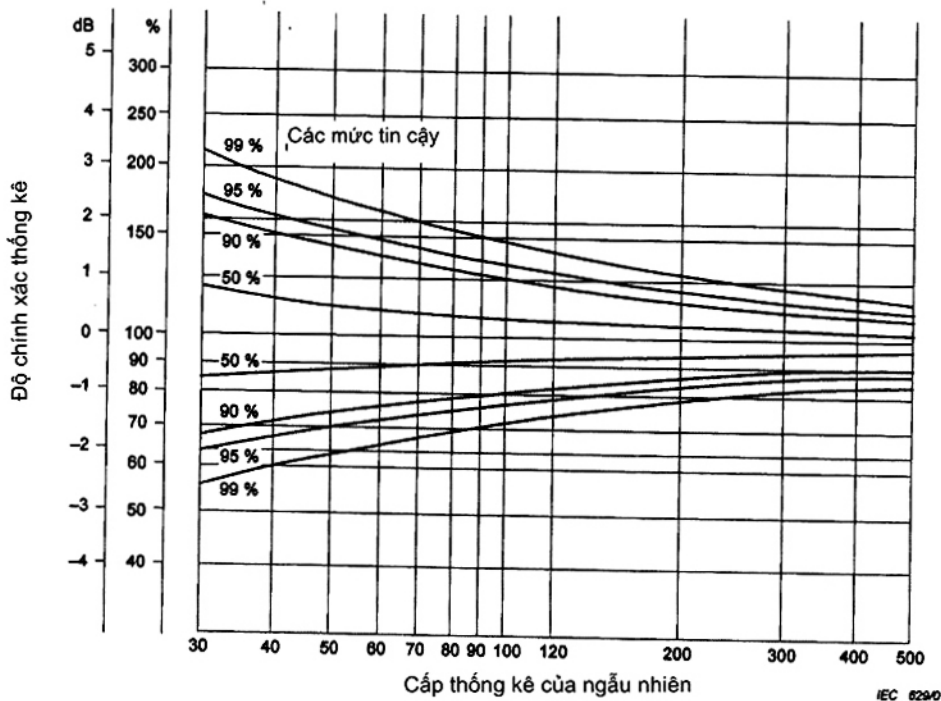
Trong đó:

B_e là độ phân giải tần số;

T_a là thời gian lấy trung bình có hiệu quả;

N_d phải không nhỏ hơn 120, trừ khi có qui định khác nêu trong quy định kỹ thuật liên quan.

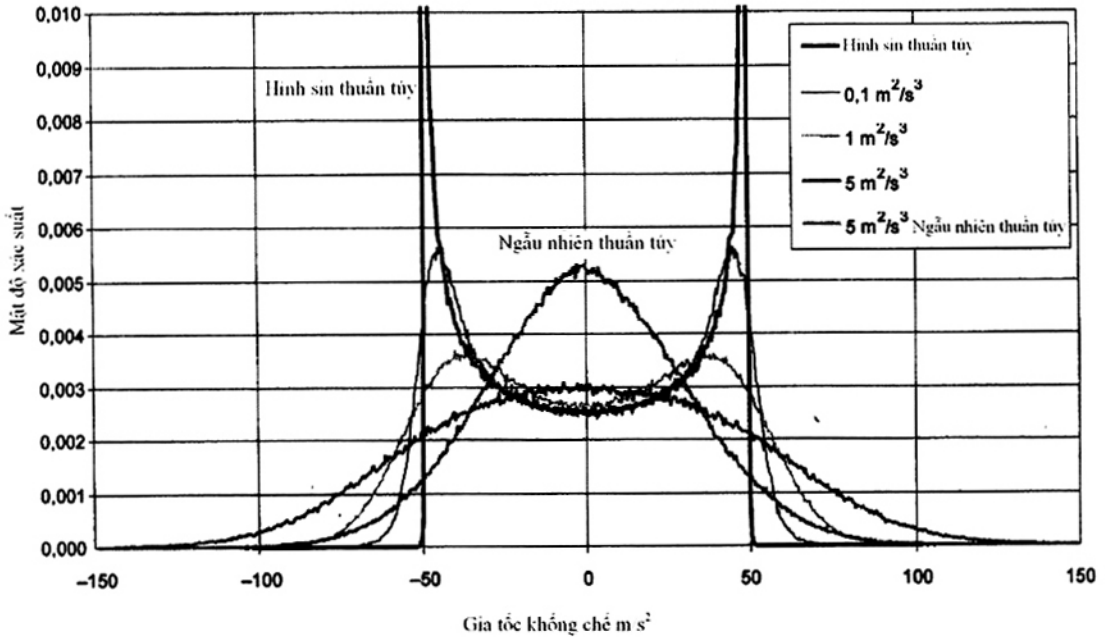
Nếu quy định kỹ thuật liên quan nêu các mức tin cậy đạt được trong khi thử nghiệm, Hình 3 phải được sử dụng để tính độ chính xác thống kê.



Hình 3 – Độ chính xác thống kê của mật độ phổ gia tốc so với

các mức tự do với các cấp độ tin cậy khác nhau.

Hình sin 120 Hz, 50 m/s² + Ngẫu nhiên 20...200 Hz, các giá trị ASD khác nhau (rms tổng σ m/s²)



Hình 4 – Phân bố (mật độ xác suất) của các tín hiệu hình sin, sin- ngẫu nhiên và tín hiệu ngẫu nhiên.

5.1.4 Độ phân giải tần số

Độ phân giải tần số B_e Hz cần thiết để tối thiểu hóa chênh lệch giữa mật độ phổ gia tốc thực và mật độ đã chỉ định phải được chọn bằng việc sử dụng dải tần không chế số phân chia bởi số đường phổ (n).

$$B_e = f_{high} / n \tag{2}$$

Trong đó:

f_{high} là dải tần của bộ không chế rung số tính bằng Hz phải lớn hơn $2f_2$, tức là $f_{high} \geq 2f_2$, xem Hình 1;

n số đường phổ trải rộng đều trên băng tần tới f_{high} .

Độ phân giải tần số phải được đưa ra trong quy định kỹ thuật liên quan, (xem Điều 13, điểm h).

5.1.4.1 Ngẫu nhiên trên ngẫu nhiên

B_e phải được chọn sao cho:

- tối thiểu một tần số trùng với tần số f_1 trong Hình 1 và đường tần số đầu tiên ở $0,5f_1$;
- như vậy hai đường tần số xác định sườn ban đầu của băng tần hẹp đang quét đầu tiên.

Nếu điều này đem lại hai giá trị khác nhau thì phải chọn B_e nhỏ nhất.

CHÚ THÍCH: Có một thỏa hiệp giữa việc có một giá trị B_e tốt hơn, kết quả dẫn tới thời gian không chế lập thấp hơn và sự định nghĩa tốt hơn phổ RoR. Các tốc độ quét nhanh hơn đối với các băng quét cũng có thể yêu cầu một độ phân giải tần số cao hơn để duy trì không chế trên băng thông quét.

5.1.4.2 Sin trên ngẫu nhiên

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 ở $0,5f_1$.

Quét hình sin nên ở chỗ có khả năng liên tục. Đối với các hệ thống không chế sự tạo sóng hình sin nhày từ một đường tần số tới đường kế tiếp, B_e phải nhỏ hơn ít nhất $0,1\% f_{high}$.

5.2 Dung sai rung – Hình sin

5.2.1 Điểm khảo sát

Đối với việc thử nghiệm quét sin trên ngẫu nhiên, một bộ lọc theo dõi số thường được sử dụng để đánh giá biên độ hình sin. Một bộ lọc điều chỉnh cũng giảm tỷ lệ ngẫu nhiên của tín hiệu. Tuy nhiên, giá trị đã đánh giá của biên độ hình sin bao gồm các phần đóng góp từ tỷ lệ ngẫu nhiên của tín hiệu quanh tần số hình sin. Như vậy, tỷ số lớn hơn của giá trị ASD tín hiệu ngẫu nhiên với giá trị bình phương của hiệu dụng hình sin, sau đây được gọi là “tỷ lệ công suất”, tốt hơn sẽ là lỗi ngẫu nhiên đã cho. Một sự giảm băng thông trong bộ lọc theo dõi sẽ làm lỗi ngẫu nhiên nhỏ đi. Tuy nhiên, một băng thông hẹp hơn đối với bộ lọc theo dõi yêu cầu một số lượng lớn hơn các số trung bình.

Khi mẫu dễ nhận, các cộng hưởng chất lượng cao, sử dụng một số lượng lớn hơn các số trung bình cho một sai số chệch lớn hơn. Sai số chệch là khác nhau giữa biên độ hình sin trung bình và đáp ứng thực.

Dung sai rung đối với các âm hình sin được quét từ một thử nghiệm ngẫu nhiên phải lớn hơn sai số so sánh của sai số ngẫu nhiên, sai số chéo, sai số không chế và sai số dụng cụ.

Hình 5 biểu diễn tốc độ quét được khuyến nghị như một hàm của tỷ lệ công suất với các dữ kiện sau:

- dùng bộ lọc điều chỉnh số theo tích phân Fourier;
- sử dụng trung bình cấp số nhân để đánh giá biên độ hình sin;
- tỷ lệ giảm xóc của mẫu là 0,01;
- E_{sor} là sai số kết hợp của sai số ngẫu nhiên và sai số chéo, các sai số khác như sai số không chế và sai số dụng cụ là không được bao gồm;
- giá trị đã chỉ định của sai số kết hợp được giả định như một sai lệch tiêu chuẩn.

Sai số tổng E_i được tính theo công thức (3):

$$E_i = K \sqrt{E_{sor}^2 + E_i^2 + E_c^2} \quad (3)$$

Trong đó:

TCVN 7699-2-80:2013

- K lấy bằng 2 khi sử dụng độ sai lệch 2 sigma;
 E_i là sai số dụng cụ như sai lệch chuẩn;
 E_c là sai số không chế như sai lệch chuẩn.

5.2.2 Dung sai tần số

Áp dụng các dung sai tần số dưới đây:

- đối với các tần số quét
 - ± 1 Hz đối với các tần số từ 5 Hz đến 50 Hz;
 - ± 2 % đối với các tần số trên 50 Hz;
- đối với tần số gần như cố định
 - ± 2 %.

5.3 Cách không chế

5.3.1 Không chế một điểm/nhiều điểm

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

Qui định kỹ thuật liên quan phải qui định sử dụng không chế một điểm hay nhiều điểm. Nếu qui định không chế nhiều điểm thì qui định kỹ thuật liên quan phải nêu rõ không chế ở mức qui định giá trị trung bình của tín hiệu tại các điểm kiểm tra hoặc giá trị trung bình của tín hiệu tại điểm được chọn (ví dụ điểm có biên độ lớn nhất) phải không chế mức được qui định.

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

Có thể sử dụng các cách thức dưới đây.

5.3.1.1 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 số học của giá trị tín hiệu 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.

5.3.1.2 Cách thức lấy trung bình có trọng số

Giá trị không chế a_c được tạo thành bằng cách lấy trung bình các giá trị tín hiệu từ các điểm kiểm tra a_1 đến a_n theo các trọng số của chúng w_1 đến w_n :

$$a_c = (w_1 x_{a_1} + w_2 x_{a_2} + \dots + w_n x_{a_n}) / (w_1 + w_2 + \dots + w_n) \quad (4)$$

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 giá trị khống chế của mỗi tần số.

5.3.1.3 Cách thức cực trị

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

5.3.2 Khống 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 như 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 tín hiệu khống chế phải nằm bên dưới phổ chuẩn thích hợp của chúng;
- Thay thế: Tất cả các tín hiệu khống chế phải nằm bên trên các phổ chuẩn thích hợp của chúng.

5.4 Khảo sát đáp ứng rung

Yêu cầu đối với kích thích sin cho trong thử nghiệm Fc TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6) và đối với kích thích ngẫu nhiên cho trong thử nghiệm Fh (IEC 60068-2-64). Cũng có thể xem IEC 60068-3-8.

6 Mức khắc nghiệt

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

- dải tần số thử nghiệm;
- mật độ phổ gia tốc băng tần rộng;
- hình dáng của đường cong mật độ phổ gia tốc;
- các băng tần hẹp ngẫu nhiên;
- các âm thanh hình sin;
- tốc độ quét;
- khoảng thời gian thử nghiệm.

Mỗi tham số phải được mô tả bởi quy định kỹ thuật liên quan. Chúng phải

- a) chọn từ các giá trị đã cho từ 6.1 đến 6.3 hoặc,
- b) được dẫn xuất từ môi trường đã biết nếu cho các giá trị khác nhau đáng kể.

TCVN 7699-2-80:2013

CHÚ THÍCH: Thực hành cẩn thận khi xác định các mức ngẫu nhiên và hình sin từ dữ liệu đo được do các kỹ thuật tái tạo dữ liệu được dùng có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến các tín hiệu khác nhau. Xem IEC 60068-3-8

6.1 Rung ngẫu nhiên băng tần rộng

6.1.1 Dải tần thử nghiệm

Dải tần thử nghiệm phải được nêu trong quy định kỹ thuật liên quan bằng việc chọn các giới hạn tần số gần với 1 Hz nhất có thể với dãy sau: ... 1; 2; 5; 10; 20; 50... Giới hạn tần số dưới f_1 phải bắt đầu với 1 Hz thấp nhất và giới hạn tần số trên f_2 phải dừng cao nhất với 5 000 Hz .

6.1.2 Mật độ phổ gia tốc băng tần rộng

Mật độ phổ gia tốc (Hình 1), giữa f_1 và f_2 phải được đưa ra trong quy định kỹ thuật liên quan bằng việc chọn các giá trị ở $(m/s^2)^2/Hz$ hoặc m^2/s^3 , gần nhất có thể với dãy sau: ... 1; 2; 5; 10... giá trị thấp nhất là 0,01 và cao nhất là 100.

CHÚ THÍCH: Với những ai vẫn muốn đưa ra các giá trị g_n , giá trị $10m/s^2$ được gán cho g_n với các mục đích của tiêu chuẩn này.

6.1.3 Hình dạng đường cong mật độ phổ gia tốc

Thử nghiệm này xác định một phổ mật độ phổ gia tốc với một phần nằm ngang phẳng (xem Hình 1). Trong các trường hợp đặc biệt, nó thể thích hợp để xác định một đường cong mật độ phổ gia tốc định hình và trong những trường hợp này quy định kỹ thuật liên quan phải mô tả hình dạng cũng như hàm của tần số. Các mức khác nhau và các dải tần tương ứng của chúng, là các điểm gãy, phải được chọn bất cứ chỗ nào có thể từ các giá trị đã đưa ra trong 6.1.1 và 6.1.2. Ngoài ra, quy định kỹ thuật liên quan phải mô tả các sườn giữa các mức.

6.1.4 Khoảng thời gian thử nghiệm

Khoảng thời gian thử nghiệm phải được nêu ra trong quy định kỹ thuật liên quan bằng việc chọn các giá trị gần nhất có thể với dãy sau: ...1; 2; 5; 10..., tính bằng phút (hoặc giờ hoặc ngày), với dung sai +5 %.

6.2 Các băng tần hẹp ngẫu nhiên

Quy định kỹ thuật liên quan phải xác định số các băng tần hẹp ngẫu nhiên để thêm vào mật độ phổ gia tốc nền.

Cần nêu các chi tiết sau với mỗi băng hẹp:

- băng tần rộng của các băng tần hẹp, tối thiểu 0,5 % và không lớn hơn 10 % của băng thông ngẫu nhiên nền. Giới hạn dưới không nhỏ hơn 2 độ phân giải tần số;
- tần số bắt đầu/kết thúc quét;
- tốc độ quét ở octave/min hoặc Hz/s,

hoặc

thời gian quét đối với mỗi chu kỳ quét;

- d) số chu kỳ quét hoặc khoảng thời gian của các băng tần hẹp;
- e) xem quét là log/lin;
- f) hướng ban đầu, lên/xuống đối với mỗi băng;
- g) phổ xác định của mỗi băng tần hẹp trong các giới hạn băng tần rộng, f_1 đến f_2 ;
- h) chọn trung bình SUM hay MAX đối với tất cả các băng tần hẹp khi kết hợp với giá trị mật độ phổ gia tốc nền.

6.3 Các âm thanh hình sin

Quy định kỹ thuật liên quan phải xác định số âm hình sin để thêm vào mật độ phổ gia tốc băng rộng.

Nó phải chỉ rõ:

- a) Chúng có liên quan hài hòa hay không và mối liên hệ pha của chúng;

CHÚ THÍCH: Mối liên hệ pha cho đầu ra từ bộ khống chế; mối liên hệ pha của các tín hiệu gia tốc sẽ bị thay đổi bởi hàm truyền của bộ tạo rung và/hoặc vật cố định và mẫu.

- b) Tần số bắt đầu/kết thúc quét;
- c) Tốc độ quét đơn vị octave/min hoặc Hz/s,

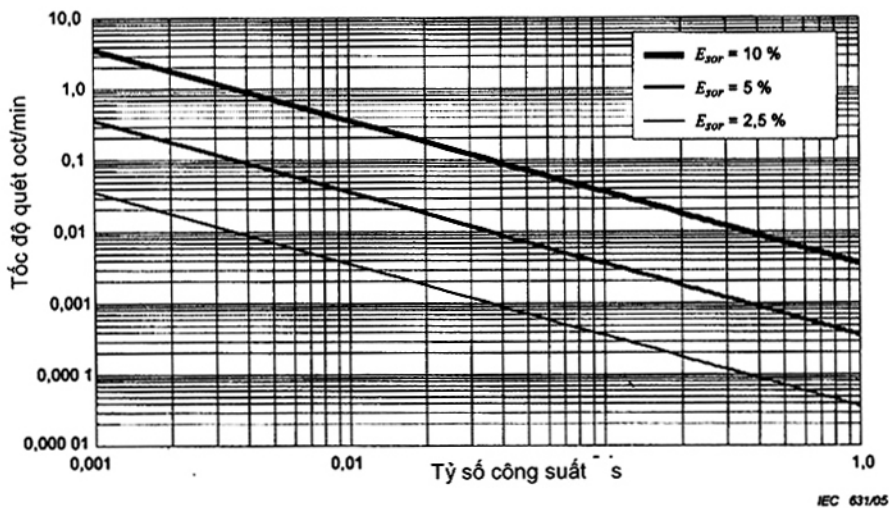
hoặc

Thời gian quét đối với mỗi chu kỳ quét;

CHÚ THÍCH: Khuyến nghị sử dụng tốc độ quét chậm có thể được tuân theo 5.2.1 và Hình 5. Kết quả của các tốc độ quét cao là âm hình sin có thể được khống chế đủ chính xác.

- d) Hướng ban đầu, lên/xuống, cũng như thời gian đóng/cắt của mỗi âm;
- e) Biên độ của mỗi âm so với tần số;
- f) Số chu kỳ quét hoặc khoảng thời gian của âm
- g) Quét log/ lin;
- h) Các tần số của các đường hình sin cố định;
- i) Biên độ của các hình sin đã cố định.

Trong các trường hợp nào đó các đường hình sin có thể không được quét qua một dải tần số và trong trường hợp này các tham số trong các mục b), c), d), f) và g) của 6.3 không cần được qui định. Quy định kỹ thuật liên quan phải nêu phương pháp sử dụng.



Hình 5 – Tốc độ quét hình sin được khuyến cáo là hàm của tỷ số công suất của sin trên ngẫu nhiên tùy thuộc vào E_{sor}

7 Ổn định trước

Qui định kỹ thuật liên quan có thể có yêu cầu ổn định trước và sau đó phải mô tả các điều kiện.

8 Phép đo ban đầu

Mẫu thử nghiệm phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra về kích thước, chức năng và bất cứ điều gì được mô tả bởi quy định kỹ thuật liên quan.

9 Thử nghiệm

9.1 Yêu cầu chung

Việc thử nghiệm tuân theo thứ tự đã mô tả bởi quy định kỹ thuật liên quan. Các bước khác như sau:

- khảo sát đáp ứng rung ban đầu, nếu được quy định;
- kích thích mức thấp để cân bằng trước khi thử nghiệm;
- thử nghiệm rung chế độ hỗn hợp;
- khảo sát đáp ứng rung cuối cùng, nếu được quy định.

Mẫu phải được kích thích ở mỗi trục thử nghiệm chuẩn theo thứ tự, trừ khi có qui định khác được nêu trong quy định kỹ thuật liên quan. Thứ tự thử nghiệm theo các trục này không quan trọng, trừ khi qui định được nêu trong quy định kỹ thuật liên quan. Nếu mẫu chỉ được thử nghiệm ở vị trí làm việc thông thường của nó, phải được mô tả trong quy trình liên quan.

Giá trị không chế của mỗi tần số ở điểm chuẩn phải được lấy từ mỗi điểm kiểm tra nếu không chế điểm đơn được dùng hoặc từ một số lượng các điểm kiểm tra mà không chế nhiều điểm được sử dụng.

Trong trường hợp sau, quy định kỹ thuật liên quan phải mô tả

- giá trị trung bình của tín hiệu mỗi điểm kiểm tra (không chế trung bình),
- giá trị trung bình trọng số của các tín hiệu ở các điểm kiểm tra (không chế trung bình trọng số),
- hoặc các giá trị cực lớn nhất và nhỏ nhất của mỗi tần số của tất cả các điểm kiểm tra (không chế cực trị)

Phải không chế ở mức đã xác định.

Trong cả hai trường hợp này của không chế nhiều điểm, phổ không chế trở thành phổ giả không có chuẩn tới một điểm kiểm tra đã có.

Hành động đặc biệt cần thiết khi một mẫu thường được dành sử dụng với các bộ cách ly rung cần được thử nghiệm mà không có chúng, xem IEC 60068-2-47.

9.2 Khảo sát đáp ứng rung ban đầu

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, đáp ứng động lực của ít nhất một điểm trên mẫu thử nghiệm trong dải tần xác định phải được khảo sát. Số lượng và vị trí của các điểm đáp ứng phải được xác định rõ ràng trong quy định kỹ thuật liên quan.

Khảo sát đáp ứng rung có thể được thực hiện với rung hình sin hoặc rung ngẫu nhiên trong một dải tần thử nghiệm và với một mức thử nghiệm theo qui định kỹ thuật liên quan. Tham khảo TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6) đối với rung hình sin và IEC 60068-2-64 đối với kích thích rung ngẫu nhiên. Xem IEC 60068-3-8 để có thêm thông tin và các thuận lợi và không thuận lợi của mỗi phương pháp.

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

Khảo sát đáp ứng có kích thích hình sin phải thực hiện với tốc độ quét logarit không cao hơn một octave trên phút, nhưng có thể yêu cầu giảm được nếu có nhiều xác định không chính xác của đặc tính đáp ứng có thể đạt được. Tránh thời gian dừng quá lâu.

Khảo sát đáp ứng có rung ngẫu nhiên phải thực hiện có tính đến sao cho thời gian của thử nghiệm phải đủ dài để rung ngẫu nhiên nhỏ nhất ở đáp ứng. Cần lưu ý rằng đáp ứng tần số sẽ cần phải đủ cao để xác định các đỉnh đáp ứng đầy đủ (băng tần hẹp nhất -3 dB), và khuyến cáo rằng ít nhất năm đường quang phổ chứa trong băng tần hẹp nhất -3 dB.

Mẫu thử nghiệm phải ở chế độ hoạt động trong khảo sát này nếu có yêu cầu trong qui định kỹ thuật liên quan. Khi không thể đánh giá các đặc tính rung về cơ vi mẫu đang hoạt động thì phải thực hiện

TCVN 7699-2-80:2013

thêm các khảo sát đáp ứng rung khi mẫu không hoạt động. Trong quá trình tiến hành, mẫu thử nghiệm được xem xét để xác định tần số tới hạn và phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

9.3 Kích thích mức thấp để cân bằng trước khi thử nghiệm

Trước khi thử nghiệm rung kiểu hỗn hợp ở cấp xác định, một kích thích ngẫu nhiên ban đầu ở các mức thấp hơn với mẫu thực có thể cần thiết để cân bằng tín hiệu và cho phân tích sơ bộ. Điều quan trọng ở giai đoạn này là mức mật độ phổ gia tốc đã áp dụng được giữ ở mức tối thiểu.

Các khoảng thời gian cho phép cho kích thích ngẫu nhiên ban đầu là:

Dưới -12 dB mức giá trị hiệu dụng gia tốc quy định:	không giới hạn thời gian.
Từ -12 dB đến -6 dB mức giá trị hiệu dụng gia tốc quy định:	không lớn hơn 1,5 lần đã quy định.
Giữa -6 dB và 0 dB mức giá trị hiệu dụng gia tốc quy định:	không lớn hơn 10 % đã quy định.

Khoảng thời gian kích thích ngẫu nhiên ban đầu không bị trừ vào khoảng thời gian đã quy định của phơi nhiễm đối với thử nghiệm rung kiểu hỗn hợp.

9.4 Thử nghiệm kiểu hỗn hợp

9.4.1 Tổng quát

Trong các trường hợp hiện tại, môi trường rung được đặc trưng bởi kích thích bán chu kỳ các cấu trúc hay cơ chế qua lại hoặc quay, như các cánh quạt, bánh xe, chân vịt, pit-tông, v.v... Khi dạng kích thích này chiếm lợi thế hơn, nguồn rung là thích hợp. Nguồn rung được đặc trưng bởi rung băng tần rộng, với rung ngẫu nhiên băng tần hẹp mức cao hơn hoặc rung hình sin đã chồng lên.

9.4.2 Thử nghiệm với ngẫu nhiên trên ngẫu nhiên

Rung ngẫu nhiên quét tần số băng hẹp trên băng rộng ngẫu nhiên được xác định như quét ngẫu nhiên một hoặc nhiều băng tần hẹp qua một dải tần số đã chồng chất trên nền rung ngẫu nhiên băng tần rộng.

Mức khắc nghiệt rung tổng hợp của rung quét băng tần hẹp chồng lên trên một nền ngẫu nhiên băng rộng được định nghĩa bởi các tham số trong 6.1 và 6.2.

Trong các trường hợp hiện tại, băng tần hẹp ngẫu nhiên có thể không được quét qua một băng tần xác định, trong trường hợp kiểu rung này là cần thiết như ứng dụng rung băng rộng ngẫu nhiên đã quy định trong IEC 60068-2-64. Quy định kỹ thuật liên quan phải nêu phương pháp được sử dụng.

9.4.3 Thử nghiệm với hình sin trên ngẫu nhiên

Rung hình sin quét tần số trên rung ngẫu nhiên băng tần rộng được xác định như quét một hoặc nhiều hình sin trên một dải tần số và chồng lên trên rung ngẫu nhiên.

Một mức khắc nghiệt rung tổng hợp, bao gồm các thành phần tần số quét hình sin trên nền ngẫu nhiên, được xác định bởi các tham số của 6.1 và 6.3.

Trong các trường hợp hiện tại các hình sin có thể không được quét qua một dải tần và trong trường hợp này các tham số trong các mục b), c), d), f) và g) của 6.3 không cần xác định. Quy định kỹ thuật liên quan phải nêu phương pháp được sử dụng.

9.4.4 Thử nghiệm với hình sin – ngẫu nhiên – ngẫu nhiên

Đây là một cách kết hợp hiệu quả của 9.4.2 và 9.4.3. Qui định kỹ thuật liên quan phải nêu các kết hợp được yêu cầu.

9.5 Khảo sát đáp ứng rung cuối cùng

Nếu quy định kỹ thuật liên quan mô tả khảo sát đáp ứng ban đầu, nó cũng có thể yêu cầu khảo sát đáp ứng rung bổ sung cho hoàn tất việc thử nghiệm kiểu hỗn hợp, để xác định các thay đổi hoặc hỏng hóc vừa xảy ra từ khảo sát đáp ứng rung ban đầu. Khảo sát đáp ứng rung cuối cùng sau đó phải được thực hiện trong cùng phương thức ở cùng các điểm đáp ứng giống nhau và với cùng các tham số được sử dụng cho khảo sát đáp ứng rung ban đầu. Quy định kỹ thuật liên quan phải nêu hành động thực hiện nếu thu được các kết quả khác nhau trong hai khảo sát.

10 Phép đo trung gian

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, mẫu phải hoạt động trong tiến hành thử nghiệm chế độ hỗn hợp và phải kiểm tra tính năng của nó.

11 Phục hồi

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, đôi khi cần có một khoảng thời gian sau khi thử nghiệm và trước khi thực hiện các phép đo cuối cùng để mẫu có thể đạt được một số điều kiện, ví dụ nhiệt độ nên cần phải có ở phép đo ban đầu.

12 Phép đo kết thúc

Mẫu phải được kiểm tra bằng cách xem xét, kiểm tra kích thước và kiểm tra chức năng theo 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.

13 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 hạng mục có đánh dấu (*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Chuyển động chính *	4.3
b) Chuyển động cố định *	4.3
c) Chuyển động ngang trục	4.4
d) Lắp đặt mẫu *	4.5
e) Dung sai	5.1 hoặc 5.2
f) Hệ số đỉnh/cắt tín hiệu truyền *	5.1.2
g) Độ chính xác thống kê	5.1.3
h) Độ phân giải tần số	5.1.4
i) Dải tần số thử nghiệm *	6.1.1
j) Mật độ phổ gia tốc băng tần	6.1.2
k) Hình dạng đường cong mật độ phổ gia tốc *	6.1.3
l) Khoảng thời gian phơi nhiễm *	6.1.4
m) Các băng tần hẹp ngẫu nhiên	6.2
n) Các âm thanh sin và tốc độ quét	6.3
o) Ôn định trước	7
p) Phép đo ban đầu *	8
q) Khống chế nhiễu điểm	9.1
r) Trục thử nghiệm chuẩn	9.1
s) Khảo sát đáp ứng rung ban đầu và kết thúc	9.2 hoặc 9.5
t) Kiểm tra tính năng và hoạt động	9.4
u) Phép đo trung gian	10
v) Phục hồi	11
w) Phép đo kết thúc *	12

14 Thông tin cần nêu trong báo cáo thử nghiệm

Tối thiểu báo cáo thử nghiệm sẽ cho biết các thông tin dưới đây:

- | | |
|---|---|
| 1) Khách hàng | (tên và địa chỉ) |
| 2) Phòng thử nghiệm | (tên và địa chỉ) |
| 3) Nhận dạng báo cáo thử nghiệm | (ngày thực hiện, số duy nhất) |
| 4) Các ngày thử nghiệm | |
| 5) Kiểu thử nghiệm | (SoR, RoR, SoRoR) |
| 6) Mục đích của thử nghiệm | (thử nghiệm phát triển, trình độ chuyên môn v.v...) |
| 7) Tiêu chuẩn thử nghiệm, xuất bản | (quy trình thử nghiệm liên quan) |
| 8) Mô tả mẫu thử nghiệm | (xác định duy nhất, bản vẽ, hình, số lượng v.v...) |
| 9) Lắp đặt mẫu thử nghiệm | (cố định, bản vẽ, hình, v.v...) |
| 10) Tính năng của thiết bị thử nghiệm | (chuyển động ngang, v.v...) |
| 11) Hệ thống đo kiểm, định vị cảm biến | (mô tả, bản vẽ, hình...) |
| 12) Độ không đảm bảo của hệ thống đo | (dữ liệu hiệu chuẩn, lần cuối cùng và lần tiếp theo) |
| 13) Trung bình không chế | (không chế nhiều điểm, không chế nhiều chuẩn, trung bình SUM hay MAX) |
| 14) Các phép đo ban đầu, trung gian và kết thúc | |
| 15) Mức khắc nghiệt yêu cầu | (từ qui định thử nghiệm) |
| 16) Mức khắc nghiệt của thử nghiệm kèm tài liệu | (các điểm đo kiểm, mức tự do, phổ thử nghiệm) |
| 17) Kết quả thử nghiệm | (nhận xét về trạng thái của mẫu thử nghiệm) |
| 18) Quan sát trong khi thử nghiệm và các hành động đã thực hiện | |
| 19) Tổng kết thử nghiệm | |
| 20) Quản lý thử nghiệm | (tên và chữ ký) |
| 21) Phân bố | (danh sách báo cáo nhận được) |

CHÚ THÍCH: Nên viết lịch trình thử nghiệm, ở đó thử nghiệm được viết thành văn bản, ví dụ như danh sách các thử nghiệm theo 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 gắn vào báo cáo thử nghiệm.

Phụ lục A

(tham khảo)

Thông tin chung chế độ hỗn hợp

A.1 Ngẫu nhiên – ngẫu nhiên và hình sin – ngẫu nhiên

A.1.1 Thảo luận chung

Ngoài các vấn đề xử lý tín hiệu đã thảo luận trong cả TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6) (hình sin) và IEC 60068-2-64 (ngẫu nhiên) và IEC 60068-3-8, có một số vấn đề đặc biệt được biết về khi nào xử lý với một tín hiệu bao gồm kết hợp ngẫu nhiên với tín hiệu tính hoặc quét ngẫu nhiên và/hoặc các dạng sóng hình sin. Các hệ thống kiểm soát số hiện tại trên thị trường cho phép thực hiện các không chế phức tạp, không chỉ ngẫu nhiên hoặc sin trên ngẫu nhiên, mà hỗn hợp cả ngẫu nhiên và sin trên ngẫu nhiên. Hơn nữa, các âm thanh quét hình sin có thể quét qua mỗi băng khác, và lần lượt quét qua các băng ngẫu nhiên đang quét. Ngoài toán học phức tạp cần thiết để thực hiện các chức năng này, có một số giới hạn xử lý toàn bộ với mỗi giải pháp thỏa hiệp phải được tìm ra.

A.1.2 Ngẫu nhiên băng hẹp tần số cố định và ngẫu nhiên băng rộng

Kiểu rung này cần thiết giống như rung ngẫu nhiên băng rộng đã thảo luận trong IEC 60068-2-64 và không yêu cầu kỹ thuật đặc biệt nào hơn.

Các dung sai cũng tương tự qua phần băng tần hẹp của phổ, mặc dù có thể phải có một số xem xét các phần phổ đó khi xảy ra quá trình chuyển đổi từ băng rộng sang băng hẹp. Nếu điều này chỉ trên một hoặc một vài đường phổ và dải giữa hai giá trị ASD quá lớn, các dung sai có thể phải được điều chỉnh để cho phép thử nghiệm và phải được ghi trong báo cáo thử nghiệm.

A.1.3 Quét tần số ngẫu nhiên băng tần hẹp trên ngẫu nhiên băng tần rộng

Vấn đề chính xảy ra ở đây nếu tốc độ quét các băng tần hẹp quá nhanh và thời gian lập không chế quá dài; có thể xuất hiện nhòe phổ, đó là năng lượng từ một đường phổ sẽ bị phân bố trong các đường liền kề và hình dáng chữ nhật của băng quét sẽ bị mất. Trong trường hợp này không chế sẽ không tốt và hệ thống không chế có thể hủy bỏ thử nghiệm nếu nó phát hiện quá nhiều đường phổ nằm ngoài dung sai.

Theo như hệ thống kiểm soát cập nhập ASD kiểm soát, một số khung thời gian được tính trung bình, ví dụ theo cấp số nhân, với các giá trị trước đó để có được sự ổn định hệ thống không chế. Số cấp độ tự do (DOF) được tính đến thường được xác định bởi một số hệ số lấy trung bình và con số này càng lớn, thời gian đáp ứng càng dài với bất cứ thay đổi nào (ngoại trừ mật độ phổ gia tốc đã không chế) trở nên ổn định hơn.

Như quét băng tần hẹp, các giá trị trước đó được tính đến bởi thuật toán xử lý có thể bao gồm các giá trị cao. Điều này có thể dẫn tới mất không chế vì các giá trị cao này gặp phải các điều kiện hủy bỏ. Để giải quyết các vấn đề như vậy, hệ số lấy trung bình phải được giảm tới các trung bình ít hơn đang

được xem xét và thời gian đáp ứng lặp không chế được rút ngắn. Tuy nhiên, nếu hệ số tính trung bình bị giảm quá nhiều mà lặp không chế có thể trở nên không ổn định và lại mất không chế lần nữa.

Do đó, một thỏa ước thích hợp đạt được về các tham số này đối với mỗi tình huống riêng.

Nếu thiết bị thích hợp là khả dụng trong phòng thử nghiệm. Ghi tín hiệu thời gian từ điểm không chế có thể có ích mà phân tích ngoại tuyến có thể cần trợ giúp của các kỹ thuật và các công việc thường làm có thể áp dụng cho phân tích phổ, ví dụ, việc xử lý chồng lên nhau. Điều này sẽ không làm thay đổi các cấp đạt được trong thử nghiệm nhưng sẽ không vì thế mà chứng tỏ chi tiết hơn những gì đã đạt được và có thể được bao gồm trong báo cáo thử nghiệm.

A.1.4 Rung hình sin tần số cố định trên băng rộng ngẫu nhiên

Việc tách dạng sóng hình sin từ hỗn hợp phức hình sin và ngẫu nhiên có một thách thức. Điều này có thể không quá khó nếu tỷ lệ của biên độ hình sin với giá trị hiệu dụng, ngẫu nhiên là lớn. Tỷ lệ này giảm độ chính xác của hình sin, sự tách chiết có thể bị ảnh hưởng và các kết quả dưới đây chứng minh điều này.

Ba kiểu hệ thống không chế số hiện tại được sử dụng để khảo sát. Các tham số thử nghiệm đối với mỗi hệ thống không chế như sau:

Ngẫu nhiên:

Dải tần:	10 – 2000 Hz
Mức ASD:	0,005/0,01/0,05 g_n^2/Hz (phẳng)
Độ phân giải tần số:	1 Hz (hoặc tối đa có thể)
Mức tự do:	120 (hoặc tối đa có thể)

Hình sin:

Mức:	5 g
Tần số:	20/160/380 Hz

Mỗi sự kết hợp của mức ASD và tần số hình sin được ghi lại ở tối thiểu 60 s tại tần số hình sin không đổi.

Đầu ra hệ thống không chế (làm việc ở vòng lặp khép kín) được nối tới bộ ghi băng số và được ghi với tần số lấy mẫu 12,5 kHz. Dữ liệu được truyền tới một máy tính và phổ ASD được tính toán. Các tham số phân tích như sau:

Dải tần số:	10 – 2000 Hz
Độ phân giải tần số:	1 Hz
Mức tự do:	120
Chu kỳ thời gian:	60 s

Ví dụ các sơ đồ phổ ASD đối với hệ thống không chế ở các tần số hình sin khác nhau được biểu diễn trên Hình A.1 và A.2.

Trong Bảng A.1 ba giá trị ASD quanh tần số trung tâm được liệt kê đối với mỗi phép đo. Từ các giá trị này và độ lớn hiệu dụng đã được tính toán và chênh lệch từ giá trị lý thuyết ở phần trăm được thêm vào cột cuối cùng. Chênh lệch này có thể được xem như một tham số đối với chất lượng của mức hình sin trong tín hiệu. Trong trường hợp này, không có chỉ định nào có thể được đưa ra liên quan tới "hình dáng" của sóng sin bởi chỉ các giá trị hiệu dụng được so sánh.

Để thu được một số thông tin chu kỳ sóng sin trong tín hiệu xuất hiện thế nào, một chức năng tự tương quan được áp dụng tới phân đoạn 5 s của mỗi tín hiệu. Ví dụ các biểu đồ được chỉ ra trong Hình A.3 với hai mức nền ngẫu nhiên khác nhau.

Sau đó giá trị quân phương biên bộ sau 5 chu kỳ hình sin được đọc từ chức năng tự tương quan và được liệt kê trong Bảng A.2 cho mỗi phép đo. Một chênh lệch giữa giá trị lý thuyết ở phần trăm được tính toán trong cột cuối cùng.

Các giá trị này chỉ áp dụng khi tần số hình sin được cố định và trên chỉ một đường biến đổi fourier nhanh. Với các tần số ngoại tuyến có một suy hao rò phổ có thể cao đến 17 % đỉnh hình sin mà tần số hình sin bằng một nửa giữa các đường FFT. Tuy nhiên, rò rỉ là một lỗi hệ thống và có những cách để chỉnh sửa chúng mặc dù phức tạp.

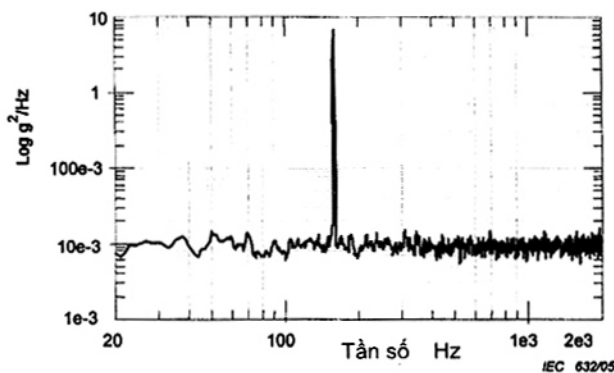
A.1.5 Rung hình sin và quét tần số trên ngẫu nhiên băng rộng

Các vấn đề tương tự áp dụng sự kết hợp này như đã thảo luận trong A.1.4. Ngoài ra, nếu âm hình sin đang quét, sau đó các lỗi đáng kể có thể xuất hiện phần lớn vì các thuật toán lấy trung bình ASD chỉ dùng cho các thành phần tín hiệu ngẫu nhiên. Hầu như không có khả năng đánh giá biên độ hình sin đang quét sử dụng kỹ thuật này. Do đó có thể cần thiết phân tích và biểu diễn các âm hình sin riêng lẻ.

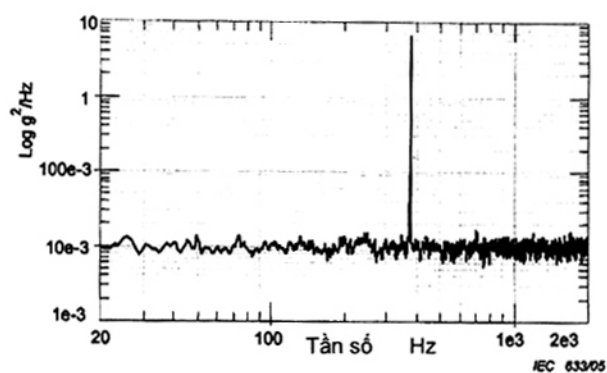
A.1.6 Cố định và quét tần số hình sin và ngẫu nhiên băng hẹp trên ngẫu nhiên băng rộng

Kiểu thử nghiệm này là một trường hợp rất phức tạp, được hợp bởi yếu tố mà không chỉ có thể các âm hình sin ngang quá mỗi âm khác, mà cũng có thể băng qua các thành phần ngẫu nhiên băng hẹp đang quét.

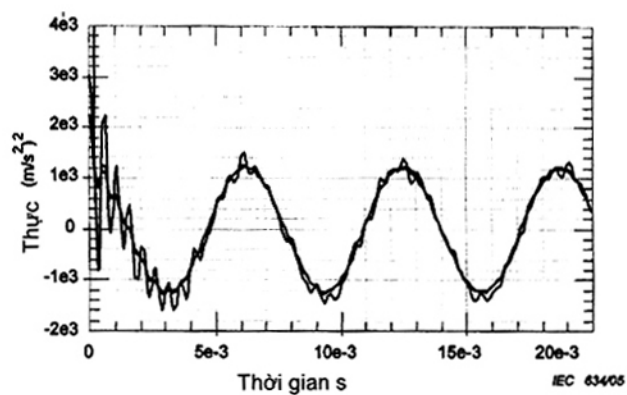
Khuyến nghị kiểu thử nghiệm này được thực hiện như phương pháp cuối cùng, và chỉ bởi các kỹ sư thử nghiệm có trình độ và kinh nghiệm. Nếu không, giá trị của thử nghiệm và khả năng lặp lại của nó có thể vẫn là câu hỏi.



Hình A.1 Hình Sin ở 150 Hz



Hình A.2 – Hình sin ở 380 Hz



Chú giải:

$0,01g_n^2/\text{Hz}$, $5g_n$ đỉnh ———

$0,005g_n^2/\text{Hz}$, $5g_n$ đỉnh ———

Hình A.3 – Tương quan tự động – Hình sin ở 160 Hz

Bảng A.1 – Xác định sóng sin với tính toán APD

Hệ thống khống chế	Kiểu tín hiệu: Hình sin $5g_npk$ trên ngẫu nhiên g_n^2/Hz	F Hz	g_n r.m.s.	Độ sai lệch %
1	0,005	20	3,56	0,6
1	0,005	160	3,56	0,7
1	0,005	380	3,56	0,6
1	0,01	20	3,54	0,1
1	0,01	160	3,57	0,9
1	0,01	380	3,54	0,2
1	0,05	20	3,6	1,8
1	0,05	160	3,58	1,1
1	0,05,	380	3,56	0,6
2	0,005	20	3,49	-1,2
2	0,005	160	3,52	-0,4
2	0,005	380	3,51	-0,7
2	0,01	20	3,49	-1,3
2	0,01	160	3,52	-0,4
2	0,01	380	3,53	-0,3
2	0,05	20	3,55	0,5
2	0,05	160	3,53	0
2	0,05	380	3,51	-0,7
3	0,005	20	3,51	-0,8
3	0,005	160	3,53	-0,2
3	0,005	380	3,54	0,1
3	0,01	20	3,5	-1
3	0,01	160	3,54	0,2
3	0,01	380	3,52	-0,5
3	0,05	20	3,52	-0,4
3	0,05	160	3,51	-0,6
3	0,05	380	3,58	1,4
	Hình sin 5 g_n đỉnh tổng hợp		3,53	-0,2
	Hình sin 5 g_n đỉnh lý thuyết		3,54	0,0

Bảng A.2 – Xác định sóng sin với tính toán APS

Hệ thống khống chế	Kiểu tín hiệu: Hình sin 5 g _n pk trên ngẫu nhiên g _n ² /Hz	F Hz	T s	A ² (g _n ²) ở 5 T	Độ sai lệch %
1	0,005	20	0,05	12,45	-0,4
1	0,005	160	0,00624	12,71	1,7
1	0,005	380	0,00264	12,65	1,2
1	0,01	20	0,05	12,67	1,4
1	0,01	160	0,00624	12,88	3,0
1	0,01	380	0,00264	13,11	4,9
1	0,05	20	0,05	13,37	7,0
1	0,05	160	0,00624	11,98	-4,2
1	0,05	380	0,00264	13,23	5,8
2	0,005	20	0,05	12,0	-4,0
2	0,005	160	0,00624	12,32	-1,4
2	0,005	380	0,00264	12,19	-2,5
2	0,01	20	0,05	11,97	-4,2
2	0,01	160	0,00624	12,85	2,8
2	0,01	380	0,00264	12,3	-1,6
2	0,05	20	0,05	12,33	-1,4
2	0,05	160	0,00624	11,69	-8,5
2	0,05	380	0,00264	13,23	5,8
3	0,005	20	0,05	12,14	-2,9
3	0,005	160	0,00624	12,3	-1,6
3	0,005	380	0,0028	12,33	-1,4
3	0,01	20	0,05	12,21	-2,3
3	0,01	160	0,00624	12,47	-0,2
3	0,01	380	0,0028	12,07	-3,4
3	0,05	20	0,05	12,01	-3,9
3	0,05	160	0,00624	13,63	9,0
3	0,05	380	0,0028	10,71	-14,3
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh tổng hợp	20	0,05	12,37	-1,0
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh tổng hợp	160	0,00624	12,48	-0,2
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh tổng hợp	360	0,00277	12,49	-0,1
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh tổng hợp	380	0,00262	12,49	-0,1
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh lý thuyết	20	0,05	12,5	0
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh lý thuyết	160	0,00625	12,5	0
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh lý thuyết	360	0,00278	12,5	0
	Hình sin 5 g _n giá trị đỉnh lý thuyết	380	0,00263	12,5	0

Phụ lục B

(tham khảo)

Hướng dẫn

B.1 Giới thiệu chung

Để đạt được khả năng tái lập là không dễ. Vì tính chất thống kê của tín hiệu ngẫu nhiên, đáp ứng phức tạp của mẫu và các sai số phát sinh trong quá trình phân tích, không thể dự đoán chắc chắn mật độ phổ gia tốc thực của đầu vào ngẫu nhiên ở mẫu phù hợp với đạt mật độ phổ gia tốc đã quy định ở mẫu đó trong phạm vi một tập hợp đã dung sai xác định trước. Một phân tích phức hợp, tốn thời gian sau khi thử nghiệm được yêu cầu không có khả năng đánh giá trực tuyến.

Tính năng của hầu hết thiết bị khống chế rung số có nhiều khả năng được áp dụng cho thử nghiệm rung chế độ ngẫu nhiên và chế độ hỗn hợp có thể được mong đợi sẽ tương tự 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 được thực hiện để đánh giá độ chính xác thống kê liên quan đến sự chênh lệch giữa mật độ phổ gia tốc đã quy định và mật độ phổ gia tốc thực tế. Điều này không tính đến các nguồn không đảm bảo đo khác như định nghĩa trong TCVN ISO/IEC 17025 mà có viện dẫn ENV 13005, Hướng thể hiện sự không chắc chắn của phép đo. Do đó các tham số này, phụ thuộc lẫn nhau và có thể được chọn sao cho đạt được sự tương đồng tối ưu giữa hai mật độ phổ gia tốc.

Sự cân bằng mật độ phổ gia tốc quy định yêu cầu một số sự lặp lại vòng lặp khống chế, khoảng thời gian phụ thuộc một số yếu tố, như cấu hình phần cứng, hàm truyền đạt toàn hệ thống, hình dạng mật độ phổ gia tốc quy định, thuật toán khống chế và các tham số thử nghiệm, mà có thể được điều chỉnh định kỳ. Các tham số thử nghiệm liên quan là tần số phân tích tối đa, độ phân giải tần số và việc cắt tín hiệu truyền.

Thuật toán khống chế rung ngẫu nhiên liên quan đến một thỏa hiệp giữa độ chính xác khống chế và thời gian lặp khống chế bị ảnh hưởng, ví dụ, bằng số lượng bản ghi trên vòng lặp. Độ chính xác khống chế cao yêu cầu nhiều hơn các dữ liệu đầu vào và do đó số lần lặp dài hơn và đáp ứng thấp hơn các thay đổi biến động trong mật độ phổ gia tốc thực. Độ phân giải tần số có ảnh hưởng lớn hơn đến các sai số và thời gian lặp. Thông thường, một băng thông phân giải hẹp cho độ chính xác khống chế cao hơn nhưng thời gian lặp vòng khống chế dài hơn. Để tối thiểu hóa chênh lệch giữa mật độ phổ gia tốc quy định và mật độ phổ gia tốc thực, yêu cầu sự tối ưu hóa các tham số thử nghiệm đã đề cập.

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 thấy sự khuếch đại rung vật cố định thử nghiệm quá mức hoặc cộng hưởng trùng nhau giữa vật cố định và mẫu.

Phụ lục này, tập trung vào các vấn đề liên quan đến phần ngẫu nhiên của tín hiệu chế độ hỗn hợp. Đối với các tín hiệu liên quan phần hình sin của tín hiệu kiểu hỗn hợp, tham khảo TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6) đặc biệt Phụ lục A về các vấn đề như vậy như việc quét, các tốc độ quét và các bộ lọc theo dõi.

B.2 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 giá trị tín hiệu đã tính từ tín hiệu kiểu hỗn hợp đo được tại điểm chuẩn.

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

Trường hợp các mẫu lớn hoặc phức tạp, ví dụ thiết bị với các điểm cố định khoảng cách đều nhau, một trong số các điểm kiểm tra, hoặc một điểm giả được xác định để làm chuẩn. Đối với một điểm giả, mật độ phổ gia tốc được tính từ các tín hiệu kiểu hỗn hợp đo được ở các điểm kiểm tra. Khuyến nghị sử dụng một điểm chuẩn giả cho các mẫu lớn và/hoặc phức tạp (xem 3.6.3).

B.2.1.1 Khống chế một điểm

Các phép đo được thực hiện ở một điểm chuẩn và giá trị khống chế của mỗi tần số được so sánh trực tiếp với giá trị quy định của mỗi tần số.

B.2.1.2 Khống chế nhiều điểm

Khi khống chế nhiều điểm được quy định, hoặc cần thiết, hai cách thức khống chế miền tần số là khả dụng.

B.2.1.2.1 Cách thức lấy trung bình

Trong phương pháp này giá trị khống chế được tính toán từ tín hiệu của mỗi điểm kiểm tra. Một giá trị tín hiệu tổng có được bằng việc lấy trung bình toán học giá trị tín hiệu mỗi tần số của các điểm kiểm tra này.

Giá trị trung bình toán học của mỗi tần số sau đó được so sánh với giá trị quy định của mỗi tần số.

B.2.1.2.2 Cách thức lấy cực trị

Trong phương pháp này một giá trị khống chế tổng hợp được tính từ giá trị cực trị lớn nhất của mỗi tần số mỗi giá trị tín hiệu đo được tại mỗi điểm kiểm tra.

Phương pháp này cũng được gọi là cách thức lấy "cực đại", bởi vì nó cho các giá trị đại diện cho hình bao của các giá trị của tất cả các tần số tại mỗi điểm kiểm tra.

B.2.2 Phân bố

B.2.2.1 Phân bố các giá trị tức thời

Sự phân bố các giá trị tức thời của tín hiệu truyền ngẫu nhiên đã sử dụng trong qui trình thử nghiệm được biết đến là phân bố chuẩn hoặc Gauss, và được xác định bởi công thức:

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

trong đó:

$p(\chi)$ là mật độ có xác suất;

δ là giá trị hiệu dụng của tín hiệu truyền bằng với độ lệch chuẩn;

χ là giá trị tín hiệu truyền tự nhiên tức thời.

Giá trị trung bình của biểu đồ gia tốc thời gian tín hiệu truyền ngẫu nhiên được giả định bằng không.

Hàm mật độ xác suất thường đối với ngẫu nhiên – ngẫu nhiên và ngẫu nhiên – ngẫu nhiên băng hẹp được thể hiện trên Hình 2. Hàm mật độ xác suất thường đối với SoR được thể hiện trên Hình 4.

B.2.2.2 Hệ số đỉnh

Hệ số đỉnh mô tả sự phân bố của tín hiệu kích thích (khống chế) bằng tỷ lệ giữa giá trị tức thời lớn nhất và giá trị hiệu dụng (xem thêm Hình 2).

Hệ số đỉnh chỉ có thể áp dụng cho tín hiệu truyền đầu ra hệ thống khống chế rung số, các phi tuyến hình sin trong hệ thống, đó là bộ khuếch đại công suất, bộ rung, cơ cấu cố định thử nghiệm và mẫu, có thể chỉnh sửa dạng sóng ngẫu nhiên ở điểm kiểm tra. Tính không tuyến tính này trên một băng tần rộng thường vượt quá bất cứ sự khống chế nào.

Hệ số đỉnh được yêu cầu bởi tiêu chuẩn này không nhỏ hơn 2,5 (xem thêm 5.1.2). Đối với các biên độ ngẫu nhiên được phân bố thường, nếu hệ số cắt tín hiệu truyền 2,5, gần 99 % các giá trị truyền tức thời được đặt vào bộ khuếch đại công suất.

B.2.3 Sườn đầu và sườn cuối

Tiêu chuẩn này dành cho một mật độ phổ gia tốc phẳng hoặc được định dạng mà được xác định giữa f_1 và f_2 (xem Hình 1). Tuy nhiên, một thử nghiệm thực tế chỉ có thể thực hiện với một sườn đầu và một sườn cuối. Để giữ giá trị hiệu dụng của gia tốc gần nhất có thể với các giá trị đã quy định, các sườn phải càng dốc càng tốt. Thông thường, sườn đầu phải là 6 dB/octave. Trong các hoàn cảnh mà mức mật độ gia tốc ở f_1 cao, và cần giảm các biên độ chuyển đổi để có thể so sánh với các khả năng thiết bị rung, sườn đầu có thể được giảm. Để tính toán các biên độ chuyển đổi ngẫu nhiên, xem mục c) trong B.2.4.

Nói chung, thiết bị không chế rung kỹ thuật số có một dải động đối với mật độ phổ gia tốc của 8 dB giữa hai đường tần liền nhau. Để đạt được một sườn dốc, có thể cần dùng một độ phân giải tần số B_n hơn là giá trị đã quy định ban đầu. Nếu điều này là không thể, giá trị dung sai mật độ phổ gia tốc âm phải cần được chỉnh sửa trong dải tần thấp hơn.

Các vấn đề này không áp dụng sườn đầu tiên được xác định như một phần của mật độ phổ gia tốc đã quy định trên f_2 . Sườn này sẽ bằng -24 dB/octave hoặc dốc hơn.

B.2.4 Tính toán các giá trị hiệu dụng của gia tốc, vận tốc và độ dịch chuyển

Giá trị hiệu dụng tổng của gia tốc, vận tốc và độ dịch chuyển đối với dải tần số hiệu quả là căn bậc hai của tổng các giá trị trung bình bình phương trong các dải nhỏ tần số tương ứng mà có chứa một mức mật độ phổ gia tốc (S), dải tần và sườn (M).

Các giá trị quân phương này có thể được tính toán từ các công thức dưới đây với S tính bằng $(m/s^2)^2/Hz$ và M tính bằng dB/octave.

a) Giá trị quân phương của gia tốc a^2 tính bằng $(m/s^2)^2$

$$\text{Đối với } M \neq -3 \quad a^2 = \frac{3S_{n+1}}{M+3} * \left[f_{n+1} - f_n \left(\frac{f_n}{f_{n+1}} \right)^{M/3} \right] \quad (B.2)$$

$$\text{Đối với } M = -3 \quad a^2 = (S_{n+1}) * (f_{n+1}) * \left[\ln \left(\frac{f_n}{f_{n+1}} \right) \right] \quad (B.3)$$

$$\text{Đối với } M = 0 \quad a^2 = S_n * (f_{n+1} - f_n) \quad (B.4)$$

b) Giá trị quân phương của vận tốc v^2 tính bằng $(m/s)^2$

$$\text{Đối với } M \neq 3 \quad v^2 = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^2 * \frac{3S_{n+1}}{M-3} * \left[\frac{1}{f_{n+1}} - \frac{1}{f_n} * \left(\frac{f_n}{f_{n+1}} \right)^{M/3} \right] \quad (B.5)$$

$$\text{Đối với } M = 3 \quad v^2 = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^2 * \frac{S_{n+1}}{f_{n+1}} * \left[\ln \left(\frac{f_{n+1}}{f_n} \right) \right] \quad (B.6)$$

c) Giá trị quân phương của dịch chuyển d^2 tính bằng mm^2

$$\text{Đối với } M \neq 9 \quad d^2 = \left(\frac{10^3}{4\pi^2} \right)^2 * \frac{3S_{n+1}}{M-9} * \left[\frac{1}{f_{n+1}^3} - \frac{1}{f_n^3} * \left(\frac{f_n}{f_{n+1}} \right)^{M/3} \right] \quad (B.7)$$

$$\text{Đối với } M = 9 \quad d^2 = \left(\frac{10^3}{4\pi^2} \right)^2 * \frac{S_{n+1}}{f_{n+1}^3} * \left[\ln \left(\frac{f_{n+1}}{f_n} \right) \right] \quad (B.8)$$

CHÚ THÍCH: Trong công thức (B.2), (B.5) và (B.7), ln là lô-ga-rit tự nhiên.

TCVN 7699-2-80:2013

Các công thức này được dựa trên các đường thẳng trên các tọa độ log-log. Sự ồn M đối với ứng dụng này được xác định bằng công thức:

$$M = 3 \frac{\log\left(\frac{S_{n+1}}{S_n}\right)}{\log\left(\frac{f_{n+1}}{f_n}\right)} \quad (\text{B.9})$$

với các tín hiệu chế độ hỗn hợp;

Các giá trị hiệu dụng của gia tốc:

$$r.m.s._{MM} = \sqrt{r.m.s._R^2 + r.m.s._S^2} \quad (\text{B.10})$$

Giá trị biên độ gia tốc:

$$Amp_{MM} = CF \cdot r.m.s._R + Amp_S \quad (\text{B.11})$$

Trong đó:

CF là hệ số đỉnh – thường là 3 (đây là giá trị thường được qui định trong qui định thử nghiệm đối với mức cắt của dạng sóng ngẫu nhiên);

MM là chế độ hỗn hợp;

R là ngẫu nhiên;

S là sin.

B.3 Quy trình thử nghiệm

Trong trường hợp thử nghiệm đơn giản chỉ để chứng tỏ khả năng một mẫu tồn tại và vận hành ở các mức kích thích thích hợp, thử nghiệm chỉ cần liên tục trong một khoảng thời gian đủ để chứng tỏ yêu cầu này trong toàn bộ dải tần đã quy định. Trong các trường hợp chứng tỏ khả năng một đối tượng chịu được các tác động tích lũy của rung, ví dụ biến dạng cơ khí và độ mỏi, thử nghiệm phải có một khoảng thời gian đủ để tích lũy các chu kỳ gây ứng suất cần thiết, mặc dù điều này có thể kéo theo một khoảng thời gian vượt quá các giá trị trong 6.1.4.

Đối với thử nghiệm độ mỏi của một thiết bị thường được lắp trên các bộ cách ly, bộ cách ly thường được làm cho phù hợp. Nếu không có khả năng thực hiện thử nghiệm với các bộ cách ly thích hợp, ví dụ nếu thiết bị được lắp đặt với một thiết bị khác trên cơ cấu lắp đặt chung, thiết bị phải được thử nghiệm không có chúng với một mức khắc nghiệt khác đã quy định. Mức khắc nghiệt phải được xác định bằng việc tính đến khả năng truyền dẫn của hệ thống cách ly trong mỗi trục sử dụng đối với thử nghiệm. Khi các đặc tính của bộ cách ly không có sẵn, tham khảo B.4.1.

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu một thử nghiệm bổ sung trên mẫu với các bộ cách ly bên ngoài đã được tháo ra hoặc đã bị khóa lại để chứng tỏ rằng đã đạt đến khả năng chịu đựng của kết

cấu tối thiểu chấp nhận được. Trong trường hợp này, mức khắc nghiệt được áp dụng sẽ phải được xác định bởi quy định kỹ thuật liên quan.

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

B.4.1 Các hệ số truyền tải đối với bộ cách ly

IEC 60068-2-47 đưa ra một mô tả đầy đủ về các tình huống mà việc thử nghiệm phải được thực hiện với các bộ cách ly nhưng chúng không có được cho thử nghiệm.

B.4.2 Ảnh hưởng nhiệt độ

Quan trọng phải chú ý rằng nhiều bộ cách ly chứa vật liệu phụ thuộc nhiệt độ. Nếu tần số cộng hưởng cơ bản của mẫu trên các bộ cách ly nằm trong dải tần thử nghiệm, cần xem xét đến sự cần thiết của cảnh để quyết định khoảng thời gian đặt kích thích. Tuy nhiên, trong một số trường hợp có thể không cộng hưởng được với bất cứ kích thích liên tục nào mà không cho phép phục hồi. Nếu đã biết phân bố thời gian thực của kích thích đối với tần số cộng hưởng cơ bản này, phải cố gắng mô phỏng nó. Nếu chưa biết phân bố thời gian thực, phải tránh quá nhiệt quá mức bằng việc giới hạn các giai đoạn kích thích theo cách sẽ đòi hỏi có đánh giá kỹ thuật.

B.5 Mức khắc nghiệt của thử nghiệm

Dải tần, mật độ phổ gia tốc của các biên độ ngẫu nhiên băng rộng và biên độ hình sin, hoặc mật độ phổ gia tốc của ngẫu nhiên băng hẹp phải được chọn sao cho bao trùm một dải rộng các ứng dụng. Khi một đối tượng chỉ để sử dụng trong một ứng dụng, tốt nhất là căn cứ vào mức khắc nghiệt của các đặc tính rung của môi trường thực, nếu đã biết.

Bất cứ khi nào có thể, mức khắc nghiệt của thử nghiệm áp dụng cho mẫu phải liên quan tới môi trường mà mẫu sẽ chịu tác động, trong khi vận chuyển hoặc vận hành hoặc với các yêu cầu thiết kế nếu đối tượng thử nghiệm nhằm đánh giá độ bền vững về cơ.

Khi xác định mức khắc nghiệt thử nghiệm, cần xem xét nhu cầu có thể có để cho phép một ngưỡng an toàn thích hợp giữa nó và các điều kiện của môi trường thực.

Với một số điều kiện môi trường, phổ đầu vào chuẩn có thể lấy từ các qui định kỹ thuật khác nhau như MIL-STD 810F, ISO 16750, RTCA/DO-160 và qui định nội bộ của các công ty sản xuất ô tô và sản xuất điện tử.

B.6 Tính năng thiết bị

Khi thích hợp, mẫu phải được vận hành trong suốt thử nghiệm hoặc ở các giai đoạn thích hợp của thử nghiệm, theo cách đại diện cho các điều kiện hoạt động của mẫu.

TCVN 7699-2-80:2013

Đối với các mẫu mà rung có thể ảnh hưởng chức năng bật và tắt, ví dụ sự can thiệp đến tác động của rơ le, chức năng này phải được lặp lại để chứng tỏ hoạt động thỏa đáng về khía cạnh này trong khi thử nghiệm.

Nếu thử nghiệm chỉ là để chứng minh sự tồn tại, tính năng chức năng của mẫu phải được đánh giá sau khi hoàn thành thử nghiệm rung.

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

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

Bên cạnh các yêu cầu về xem xét trực quan, các phép đo phải bao gồm, các đặc tính cấu trúc và đặc tính vận hành về điện và cơ.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN ISO/IEC 17025: 2006, Yêu cầu chung về năng lực phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn
 - [2] ENV 13005: 1999, guide to expression of uncertainty in measurement (Hướng dẫn diễn tả sự không chắc chắn của phép đo)
 - [3] MIL-STD 810F: Test method standard for environmental engineering considerations and laboratory tests (Tiêu chuẩn phương pháp thử nghiệm đối với xem xét kỹ thuật môi trường và phòng thử nghiệm)
 - [4] ISO 16750 (all parts), Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment (Phương tiện đường sắt – Điều kiện môi trường và thử nghiệm đối với thiết bị điện và điện tử)
 - [5] RTCA/DO-160D:1997, Environmental conditions and test procedures for airborne equipment (Điều kiện môi trường và qui trình thử nghiệm đối với thiết bị chuyên chở bằng máy bay).
-