

Đ**L****V****N** 268 : 2014

**CẢM BIẾN GIA TỐC CHUẨN
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Accelerometers – Calibration procedure

HÀ NỘI - 2014

Lời nói đầu:

ĐLVN 268 : 2014 do Ban kỹ thuật đo lường TC 13 “Phương tiện đo rung động” biên soạn, Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

Cảm biến gia tốc chuẩn - Quy trình hiệu chuẩn

Accelerometers – Calibration procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định qui trình hiệu chuẩn cảm biến gia tốc chuẩn dùng để kiểm định phương tiện đo độ rung động với:

- Độ không đảm bảo đo $\leq 2 \%$;
- Dải tần từ (1 ~ 10 000) Hz;
- Gia tốc từ (1 ~ 200) m/s^2 .

2 Giải thích từ ngữ và các từ viết tắt

Các từ ngữ trong văn bản này được hiểu như sau:

2.1 Cảm biến gia tốc: là thiết bị biến đổi dao động cơ học thành các đại lượng có thể đo hoặc ghi được.

2.2 DUT (Device Under Test): thiết bị cần hiệu chuẩn.

2.3 Độ nhạy: được xác định bởi tỉ số giữa tín hiệu đầu ra và đầu vào, là đại lượng phức bao gồm thông tin về biên độ và pha thay đổi theo tần số.

3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép kiểm định ghi trong bảng 1.

Bảng 1

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của ĐLVN
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3

4 Phương tiện kiểm định

Các phương tiện đo dùng trong hiệu chuẩn cảm biến gia tốc nêu trong bảng 2.

Bảng 2

STT	Tên phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của ĐLVN
1	Chuẩn đo lường		
	Cảm biến gia tốc chuẩn	Dải tần: (1 ~ 10 000) Hz; Độ không đảm bảo đo $\leq 0,5\%$	7.3

ĐLVN 268 : 2014

STT	Tên phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của ĐLVN
2	Phương tiện đo khác		
2.1	Tiền khuếch đại	Dải tần: (1 ~ 10 000) Hz	7.3
2.2	Máy phát tín hiệu	Dải tần: (1 ~ 10 000) Hz	7.3
2.3	Thiết bị tạo rung	Dải tần: (1 ~ 10 000) Hz Dao động theo phương ngang, lắc, uốn $\leq 10\%$ tại tần số ≤ 1 kHz và $\leq 30\%$ tại tần số > 1 kHz Độ ổn định tần số $\leq 0,1\%$ Độ ổn định biên độ $\leq 0,1\%$	7.3
2.4	Khuếch đại công suất	Dải tần: (1 ~ 10 000) Hz	7.3
2.5	Vôn mét	Phạm vi đo: (0 ~ 100) VAC Dải tần: (1 ~ 10 000) Hz Độ phân giải: 6 digits	7.3
2.6	Phương tiện đo môi trường	Phạm vi đo: + Nhiệt độ: (0 ~ 80) °C + Độ ẩm: (0 ~ 100) %RH	7.3
3	Phương tiện phụ	Máy tính đã cài đặt chương trình hiệu chuẩn cảm biến gia tốc	7.3

5 Điều kiện kiểm định

Khi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

- Nhiệt độ: (23 ± 5) °C
- Độ ẩm không khí: $< 75\%$ RH

6 Chuẩn bị kiểm định

Trước khi tiến hành hiệu chuẩn phải thực hiện các công việc chuẩn bị sau đây:

- DUT phải đặt trong môi trường hiệu chuẩn ít nhất 1 giờ
- Các phương tiện hiệu chuẩn phải được cấp điện và làm ấm máy theo đặc trưng kỹ thuật và quy định của nhà sản xuất phương tiện đo.
- Ghi lại điều kiện môi trường trong lúc thực hiện hiệu chuẩn ít nhất 3 lần: khi bắt đầu, trong quá trình và khi kết thúc hiệu chuẩn.

7 Tiến hành kiểm định

7.1 Kiểm tra bên ngoài

Phải kiểm tra bên ngoài theo các yêu cầu sau:

- DUT phải có đầy đủ tên, kiểu mẫu, số máy, nơi sản xuất, hồ sơ kỹ thuật;
- DUT không bị hư hại cơ học (méo mó, nứt, vỡ....).

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

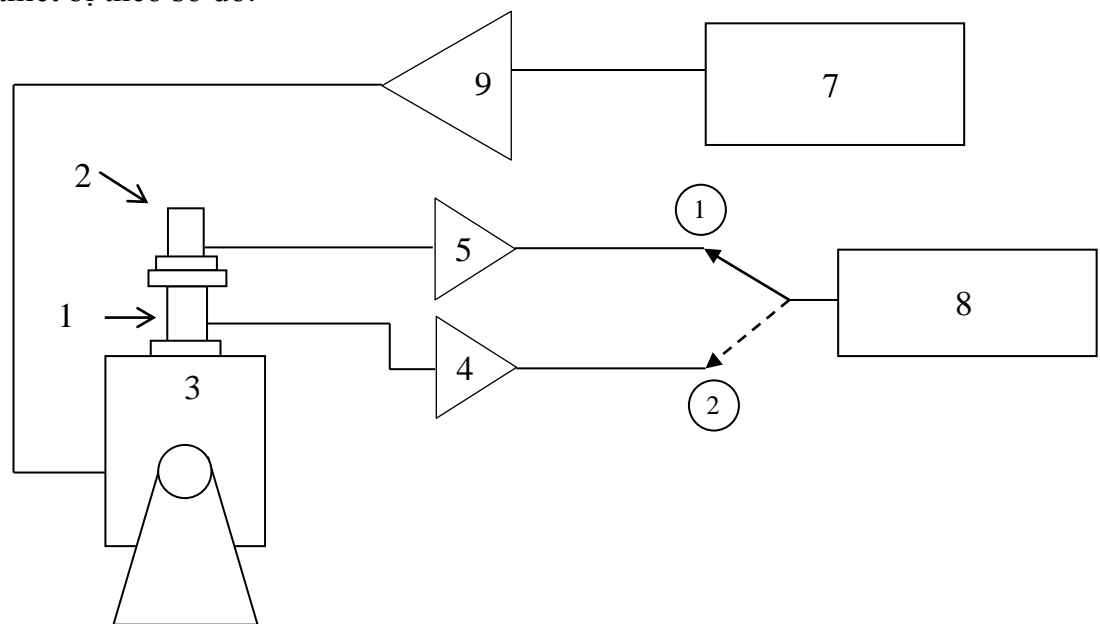
Phải kiểm tra kỹ thuật theo yêu cầu sau đây:

- Trong trường hợp DUT không có tiền khuếch đại đi kèm thì phải kết nối DUT với tiền khuếch đại cho phù hợp với đặc trưng kỹ thuật của DUT;
- Bề mặt tiếp xúc giữa các cảm biến gia tốc và thiết bị tạo rung phải phẳng và đã được làm sạch;
- Gắn cảm biến gia tốc chuẩn, DUT vào thiết bị tạo rung theo đúng hướng dẫn của nhà sản xuất;
- Các cáp nối phải được giữ cố định tránh gây rung động ảnh hưởng đến kết quả đo.

7.3 Kiểm tra đo lường

Phải kiểm tra đo lường theo yêu cầu sau đây:

- Kết nối thiết bị theo sơ đồ:



Hình 1

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Cảm biến gia tốc chuẩn | 5. Tiền khuếch đại 2 |
| 2. Cảm biến gia tốc căn hiệu chuẩn | 6. Khuếch đại công suất |
| 3. Bộ tạo rung động | 7. Máy phát tín hiệu hình sin |
| 4. Tiền khuếch đại 1 | 8. Vôn mét |

ĐLVN 268 : 2014

- Điều chỉnh tần số và biên độ của máy phát tín hiệu hình sin và bộ khuếch đại công suất phù hợp với yêu cầu hiệu chuẩn. Sau khi thiết bị tạo rung đã ổn định, ghi lại giá trị điện áp đo được trên vôn mét khi chuyển mạch lần lượt ở vị trí 1 và 2 ít nhất 3 lần vào bảng 4 – Phụ lục 2 và tính toán độ nhạy của DUT như sau:

+ Nếu DUT bao gồm cả tiền khuếch đại (rời hoặc trong cảm biến) thì độ nhạy tổ hợp của DUT:

$$S_2' = \frac{V_2}{V_1} S_1 \quad (7)$$

+ Nếu DUT không đi kèm tiền khuếch đại, thì độ nhạy của DUT:

$$S_2 = \frac{S_2'}{S_A} \quad (8)$$

Trong đó:

S_1 là biên độ độ nhạy của cảm biến gia tốc chuẩn;

S_2 là biên độ độ nhạy của DUT;

S_A là hệ số của tiền khuếch đại;

V_1 là điện áp đo được khi chuyển mạch ở vị trí 1;

V_2 là điện áp đo được khi chuyển mạch ở vị trí 2.

- Xác định độ nhạy của DUT tại tần số và biên độ tham chiếu thường là 160 Hz (hoặc 80 Hz) và 100 m/s^2 (hoặc 10; 20; 50; 150; 200 m/s^2)

- Xác định độ nhạy của DUT tại các tần số và biên độ khác theo quy tắc sau:

+ Tại ít nhất sáu điểm tần số lựa chọn trong dãy tần số theo quãng 1/3 octa sao cho phủ toàn bộ dải tần của DUT như sau:

1Hz; 1,25 Hz; 1,6 Hz; 2,0 Hz; 3,16 Hz; 4,0 Hz; 5,0 Hz; 6,3 Hz; 8,0 Hz; 10,0 Hz; 12,5 Hz; 16,0 Hz; 20,0 Hz; 25 Hz; 32 Hz; 40 Hz; 50 Hz; 63 Hz; 80 Hz; 100 Hz; 125 Hz; 160 Hz; 200 Hz; 250 Hz; 315 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 630 Hz; 800 Hz; 1000 Hz; 1250 Hz; 1600 Hz; 2000 Hz; 2500 Hz; 3150 Hz; 4000 Hz; 5000 Hz; 6300 Hz; 8000 Hz; 10000 Hz.

+ Tại một hoặc nhiều mức gia tốc như sau: 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100 m/s^2

- Tính toán độ lệch tương đối của độ nhạy tại các điểm tần số và biên độ khác so với độ nhạy tại điểm tham chiếu theo dB hoặc %.

- Tính toán độ không đảm bảo đo theo phụ lục 1.

8 Xử lý chung

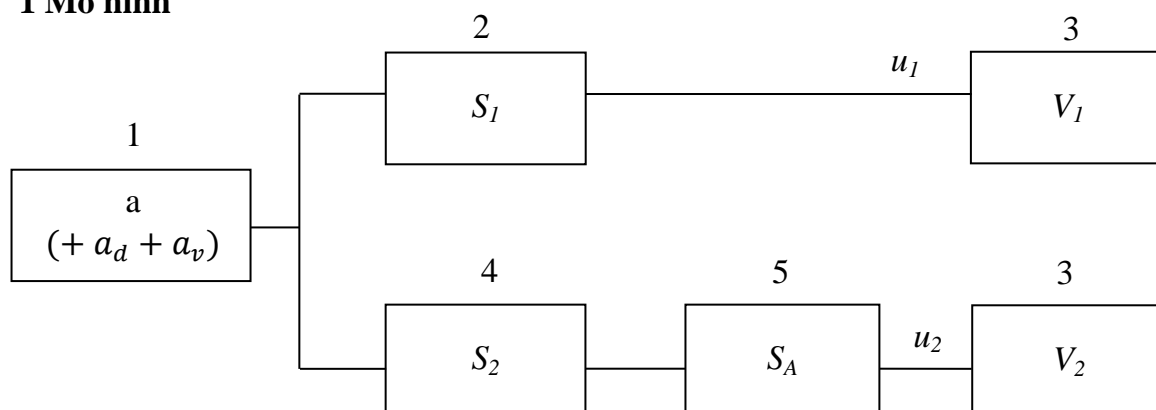
8.1 DUT sau khi hiệu chuẩn nếu có độ không đảm bảo đo $\leq 2 \%$ được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, dấu hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn...) theo quy định.

8.2 DUT sau khi hiệu chuẩn nếu có độ không đảm bảo đo $> 2 \%$ thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

8.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của DUT là 12 tháng.

TÍNH TOÁN ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO

1 Mô hình



Hình 2

1. Thiết bị tạo rung
2. Tổ hợp cảm biến gia tốc chuẩn và tiền khuếch đại
3. Vôn mét
4. Cảm biến gia tốc cần hiệu chuẩn
5. Tiền khuếch đại

a Gia tốc theo trục chính

a_d Gia tốc theo phương ngang

a_v Độ méo gia tốc theo trục chính

S_1 Độ nhạy của tổ hợp cảm biến gia tốc chuẩn và tiền khuếch đại

S_2 Độ nhạy của cảm biến gia tốc cần hiệu chuẩn

S_A Hệ số của tiền khuếch đại

u_1 Điện áp ra sau tổ hợp cảm biến gia tốc chuẩn và tiền khuếch đại

u_2 Điện áp ra sau tổ hợp cảm biến gia tốc cần hiệu chuẩn và tiền khuếch đại

V_1 Giá trị điện áp đọc được trên V1

V_2 Giá trị điện áp đọc được trên V2

Điện áp ra sau tổ hợp cảm biến gia tốc cần hiệu chuẩn và tiền khuếch đại:

$$u_2 = aS_2S_A \quad (9)$$

Trong đó mức gia tốc rung được tính theo điện áp sau tổ hợp cảm biến gia tốc chuẩn + tiền khuếch đại như sau:

$$a = \frac{u_1}{S_1} \quad (10)$$

Tỉ số điện áp được định nghĩa bằng:

$$V_R \equiv \frac{V_2}{V_1} = \frac{u_2}{u_1} \quad (11)$$

Vậy độ nhạy của cảm biến gia tốc cần hiệu chuẩn:

$$S_2 = \frac{S_1}{S_A} V_R \quad (12)$$

2 Độ không đảm bảo đo

$$u_{c,rel}^2(S_2) = \frac{u_c^2(S_2)}{S_2^2} = \sum_{i=1}^N [u_{rel,i} x_i c_i]^2 \quad (13)$$

$$U = k u_{c,rel}(S_2) \quad (14)$$

Trong đó:

$u_{c,rel}(S_2)$: là độ không đảm bảo đo tương đối tổng hợp độ nhạy của DUT

$u_c(S_2)$: là độ không đảm bảo đo tổng hợp độ nhạy của DUT

$u_{rel,i}$: là các thành phần độ không đảm bảo đo tương đối thành phần ảnh hưởng đến phép đo (xem bảng 3)

x_i : là hệ số phân bố

c_i : là hệ số nhạy cảm bằng đạo hàm riêng của S_2 theo từng yếu tố ảnh hưởng.

U : độ không đảm bảo đo mở rộng với $k = 2$, độ tin cậy 95 %.

Các thành phần độ không đảm bảo đo

Bảng 3

TT	Ký hiệu $u_{rel,i}$	Nguyên nhân gây ra độ không đảm bảo đo	Phân bố	Hệ số phân bố x_i	Hệ số nhạy cảm c_i
1	$u(S_I)$	Giá trị hiệu chuẩn của tổ hợp cảm biến gia tốc chuẩn và tiền khuếch đại	Chuẩn	1/2	1
2	$u(S_{I,s})$	Độ trôi của cảm biến gia tốc chuẩn	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
3	$u(S_{A,cal})$	Giá trị hiệu chuẩn của tiền khuếch đại	Chuẩn	1/2	-1
4	$u(V_R)$	Từ phép đo tỉ số điện áp, xác định từ giá trị hiệu chuẩn của các Vôn mét	Chuẩn	1/2	1
5	$u(V_{R,T})$	Do sự thay đổi nhiệt độ	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
6	$u(V_{R,s})$	Độ không ổn định giữa 2 lần đo điện áp	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
7	$u(V_{R,N})$	Do cách gắn cảm biến, cáp nối...	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
8	$u(V_{R,d})$	Do độ méo của rung động	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1

TT	Ký hiệu $u_{rel,i}$	Nguyên nhân gây ra độ không đảm bảo đo	Phân bố	Hệ số phân bố x_i	Hệ số nhạy cảm c_i
9	$u(V_{R,v})$	Do rung động theo phương ngang	Đặc biệt	$1/\sqrt{18}$	1
10	$u(V_{R,e})$	Do sự biến dạng	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
11	$u(V_{R,r})$	Do chuyển động tương đối	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
12	$u(V_{R,L})$	Do sự không tuyến tính của các cảm biến gia tốc	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
13	$u(V_{R,U})$	Do sự không tuyến tính của bộ khuếch đại công suất	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
14	$u(V_{R,G})$	Do ảnh hưởng của gia tốc trọng trường	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
15	$u(V_{R,B})$	Do ảnh hưởng bởi từ trường của thiết bị tạo rung	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
16	$u(V_{R,E})$	Do ảnh hưởng của các yếu tố môi trường khác	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1
17	$u(V_{R,RE})$	Do ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên khác	Thực hiện hiệu chuẩn nhiều lần và xác định bằng độ lệch chuẩn (ít nhất 3 lần)		

Độ không đảm bảo đo mở rộng của DUT: $U = k \times \sum_{i=1}^N [u_{rel,i} x_i c_i]^2$

Tên cơ quan hiệu chuẩn
.....

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN
Số

Tên chuẩn/phương tiện đo:

Kiểu: Số:

Cơ sở sản xuất: Năm sản xuất:

Đặc trưng kỹ thuật :

Cơ sở sử dụng:

Phương pháp thực hiện:

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng:

Điều kiện môi trường: Nhiệt độ:⁰C Độ ẩm:%

Người thực hiện: Ngày thực hiện:

Địa điểm thực hiện:

KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN

Bảng 4

Tần số (Hz)	Gia tốc (m/s ²)	Điện áp trên Vôn mét tại vị trí 1 (mV)	Điện áp trên Vôn mét tại vị trí 2 (mV)	Độ nhạy của DUT	ĐKĐBĐ mở rộng
		1..... 2..... 3.....	1..... 2..... 3.....		

Kết luận:

Người soát lại

Người thực hiện

Ví dụ tính toán độ không đảm bảo đo

TT	Ký hiệu $u_{rel,i}$	Nguyên nhân gây ra độ không đảm bảo đo	ĐKĐBĐ mở rộng hoặc sai số ước tính (%)	Phân bố	Hệ số phân bố x_i	Hệ số chuyển đổi c_i	ĐKĐBĐ thành phần (%)
1	$u(S_I)$	Giá trị hiệu chuẩn của tổ hợp cảm biến gia tốc chuẩn + tiền khuếch đại	0,5	Chuẩn	1/2	1	0,25
2	$u(S_{I,s})$	Độ trôi của cảm biến gia tốc chuẩn Theo đặc trưng kỹ thuật độ trôi < 0,05 % /năm	0,05	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,029
3	$u(S_{A,cal})$	Giá trị hiệu chuẩn của tiền khuếch đại	0,25	Chuẩn	1/2	-1	0,13
4	$u(V_R)$	Từ phép đo tỉ số điện áp, xác định từ giá trị hiệu chuẩn của các Vôn mét	0,2	Chuẩn	1/2	1	0,1
5	$u(V_{R,T})$	Do sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình hiệu chuẩn là $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ Hệ số thay đổi nhiệt độ của cảm biến gia tốc chuẩn < 0,02 %/ $^\circ\text{C}$ Hệ số thay đổi nhiệt độ của DUT < 0,1 %/ $^\circ\text{C}$	0,36	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,21
6	$u(V_{R,s})$	Độ không ổn định giữa 2 lần đo điện áp	0,2	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,12
7	$u(V_{R,N})$	Do cách gắn cảm biến, cáp nối...	0,05	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,029
8	$u(V_{R,d})$	Do độ méo của rung động	0,0024	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,0014
9	$u(V_{R,v})$	Do rung động theo phương ngang Sự rung động theo phương ngang của thiết bị tạo rung $a_T < 10 \%$	0,51	Đặc biệt	$1/\sqrt{18}$	1	0,12

TT	Ký hiệu $u_{rel,i}$	Nguyên nhân gây ra độ không đảm bảo đo	ĐKĐBD mở rộng hoặc sai số ước tính (%)	Phân bố	Hệ số phân bố x_i	Hệ số chuyển đổi c_i	ĐKĐBD thành phần (%)
		Độ nhạy theo phương ngang của cảm biến gia tốc chuẩn $S_{v,1} < 2 \%$ Độ nhạy theo phương ngang của DUT $S_{v,2} < 5 \%$ $\sqrt{(S_{v,1}^2 + S_{v,2}^2)} a_T^2 = 0,51$					
10	$u(V_{R,e})$	Do sự biến dạng	0,05	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,029
11	$u(V_{R,r})$	Do chuyển động tương đối	0,05	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,029
12	$u(V_{R,L})$	Do sự không tuyến tính của các cảm biến gia tốc	0,03	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,017
13	$u(V_{R,U})$	Do sự không tuyến tính của khuếch đại công suất	0,03	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,017
14	$u(V_{R,G})$	Do ảnh hưởng của gia tốc trọng trường	0	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0
15	$u(V_{R,B})$	Do ảnh hưởng bởi từ trường của thiết bị tạo rung	0,03	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,017
16	$u(V_{R,E})$	Do ảnh hưởng của các yếu tố môi trường khác	0,03	Chữ nhật	$1/\sqrt{3}$	1	0,017
17	$u(V_{R,RE})$	Do ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên khác	0,03	Thực hiện hiệu chuẩn 3 lần và xác định bằng độ lệch chuẩn			0,017
Độ không đảm bảo đo mở rộng của DUT: $U = k \times \sum_{i=1}^N [u_{rel,i} x_i c_i]^2$ (k = 2; 95 % CL)							0,818