

**ĐLVN 354 : 2021**

**VÔN KẾ XOAY CHIỀU  
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

*AC Volt meter - Calibration procedure*

**HÀ NỘI - 2021**

**Lời nói đầu:**

ĐLVN 354 : 2021 do Ban kỹ thuật đo lường TC 12 "Phương tiện đo các đại lượng điện" biên soạn, Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

## Vôn kế xoay chiều - Quy trình hiệu chuẩn

### *AC Volt meter - Calibration procedure*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn các vôn kế xoay chiều có dải điện áp từ 1 mV đến 100 V, tần số từ 10 Hz đến 100 Hz,  $R_{inp} \geq 300 M\Omega$ , sai số cho phép lớn nhất  $\pm 1 \%$ , dùng để kiểm định phương tiện đo điện tim.

#### 2 Giải thích từ ngữ

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

**2.1** Vôn kế xoay chiều: là phương tiện đo sử dụng để đo điện áp xoay chiều.

**2.2** UUT: Unit under test (UUT): Vôn kế xoay chiều cần hiệu chuẩn.

**2.3** STD: Nguồn chuẩn điện áp xoay chiều.

**2.4** OPR: Phím OPERATION của chuẩn (phát nguồn).

**2.5**  $R_{inp}$ : Trở kháng đầu vào của vôn kế.

#### 3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong bảng 1.

*Bảng 1*

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của quy trình
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3
4	Ước lượng độ không đảm bảo đo	8

#### 4 Phương tiện hiệu chuẩn

Sử dụng các phương tiện hiệu chuẩn nêu trong bảng 2.

TT	Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
<b>1</b>	<b>Chuẩn đo lường</b>		
	Nguồn chuẩn điện áp xoay chiều	- Phạm vi đo: điện áp đến 110 V; Tần số: (10 ÷ 100) Hz ; Độ chính xác phù hợp với phạm vi hiệu chuẩn.  - Độ không đảm bảo đo mở rộng $\leq 0,05$ %.	7.3
<b>2</b>	<b>Phương tiện phụ</b>		
	Dây đo chuyên dụng (nếu có)	Dây cáp đồng trục (Coaxial cable)	7.3

## 5 Điều kiện hiệu chuẩn

- Nhiệt độ môi trường:  $(23 \pm 3)$  °C;
- Độ ẩm:  $\leq 70$  %RH;
- Điện áp nguồn cung cấp phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

## 6 Chuẩn bị hiệu chuẩn

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

- Phải đảm bảo nguồn điện cung cấp cho UUT đúng như yêu cầu được quy định trong catalogue, các cầu chì, mạch bảo vệ vẫn hoạt động tốt;
- UUT cần được đặt trong môi trường hiệu chuẩn ít nhất 4 tiếng;
- STD và UUT phải được bật sậy ít nhất 2 tiếng trước khi tiến hành hiệu chuẩn.

## 7 Tiến hành hiệu chuẩn

### 7.1 Kiểm tra bên ngoài

Phải kiểm tra bên ngoài vôn kế cần hiệu chuẩn theo các yêu cầu sau đây:

7.1.1 Trên UUT phải được ghi rõ:

- Tên gọi hoặc ký hiệu của nhà sản xuất
- Ký hiệu đơn vị đo;
- Ký hiệu các cực đo;
- Số sản xuất

7.1.2 UUT phải còn nguyên vẹn, các cực nối chắc chắn, không nứt vỡ, các chuyển mạch (chốt cắm, núm vặn, ...) phải còn nguyên vẹn.

**7.2 Kiểm tra kỹ thuật**

- Màn hình hiển thị phải hoạt động bình thường, sáng đều, không bị mất nét.
- Kiểm tra sơ bộ một vài điểm ở các phạm vi của các đại lượng đo, nếu kết quả đo vượt ra khỏi giới hạn sai số cho phép của UUT thì tiến hành hiệu chỉnh UUT (offset và Gain - nếu có) trước khi thực hiện các phép hiệu chuẩn.

**7.3 Kiểm tra đo lường**

**7.3.1 Xác định các điểm kiểm tra**

- Xác định giá trị điện áp ở các điểm 1 mV, 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V. Tần số tương ứng ở điểm 10 Hz, 60 Hz và 100 Hz.
- Không hiệu chuẩn giá trị điện áp tại tần số trùng với tần số nguồn cung cấp để tránh sai số gây bởi nhiễu “beats” đối với giá trị đọc trên UUT.

**7.3.2 Xác định sai số**

- Nối đầu ra điện áp trên STD với 2 cực đo đầu vào điện áp của UUT (như hình 1)
- Thiết lập giá trị điện áp và tần số cần hiệu chuẩn trên STD, ấn OPR, đợi giá trị điện áp đầu ra trên STD ổn định (biểu tượng u biến mất)
- Thực hiện phép đo lặp 5 lần. Ghi lại giá trị đọc hiển thị trên UUT vào biên bản hiệu chuẩn (phụ lục).
- Sai số của vôn kế xoay chiều tại mỗi điểm kiểm tra được tính theo công thức:

$$\Delta = \bar{V}_{UUT} - (V_{STD} + c_{STD}) \tag{1}$$

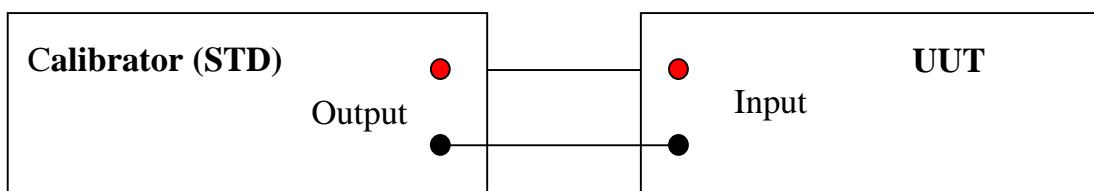
Trong đó:

$V_{STD}$ : Giá trị điện áp thiết lập trên STD

$c_{STD}$ : số hiệu chỉnh lấy trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn của STD

$\bar{V}_{UUT}$ : Giá trị đọc trung bình trên vôn kế xoay chiều (UUT).

$$\text{Với } \bar{V}_{UUT} = \frac{\sum_{i=1}^5 V_{UUT_i}}{5}$$



**Hình 1. Sơ đồ mạch đo điện áp xoay chiều**

**8 Ước lượng độ không đảm bảo đo**

Độ không đảm bảo đo của phép hiệu chuẩn vôn kế xoay chiều được tính toán từ các nguồn gây ra sai số ảnh hưởng đến các phép đo điện áp khi hiệu chuẩn, được chia thành hai loại: độ không đảm bảo đo loại A và độ không đảm bảo đo loại B, cụ thể như sau:

**8.1 Độ không đảm bảo đo loại A,  $u_A$ :**

Thành phần này được tính theo phương pháp thống kê dựa vào kết quả đo.

Giá trị trung bình của n giá trị đo:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

Độ lệch chuẩn  $s(x_i)$ :

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Độ không đảm bảo đo loại A chính bằng độ lệch chuẩn thực nghiệm của giá trị trung bình  $s(\bar{x})$ :

$$u_A = s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

**8.2 Độ không đảm bảo đo của chuẩn (loại B),  $u_1$ :**

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của STD, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng:  $U_{95}$  (theo mức độ tin cậy chất lượng  $P = 95\%$  và hệ số phủ  $k = 2$ ) được cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn, tính theo công thức:

$$u_1 = \frac{U_{95}}{2} \quad (5)$$

**8.3 Độ không đảm bảo đo do độ ổn định của chuẩn (loại B),  $u_2$ :**

Thành phần này được ước lượng bằng độ trôi (90 ngày) của STD mà nhà sản xuất công bố trong tài liệu kỹ thuật ở mức tin cậy 95% ( $k = 2$ ) chia cho k.

$$u_2 = \frac{U_{90day}}{k} \quad (6)$$

**8.4 Độ không đảm bảo đo do ảnh hưởng của tải (loại B),  $u_3$ :**

Điện trở đầu ra của STD, trở kháng vào của UUT (trở kháng và dung kháng) có ảnh hưởng đến giá trị điện áp rơi trên UUT. Sai số do ảnh hưởng của tải được tính theo công thức:

$$\delta_{LOAD} = \frac{V_{IN} - V_S}{V_S} = \frac{1}{2} (2\pi f C_{inp} R_{OUT})^2 + \frac{R_{OUT}}{R_{inp}} = \delta_{LOAD1} + \delta_{LOAD2} \quad (7)$$

Trong đó:

$\delta_{LOAD}$ : Sai số do ảnh hưởng của tải;

$V_{IN}$ : Điện áp rơi trên UUT;

$V_S$ : Điện áp phát của std;

$C_{inp}$  và  $R_{inp}$ : Trở kháng đầu vào (điện trở và điện dung) của UUT ở tần số f;

$R_{OUT}$ : Điện trở đầu ra của STD.

Độ không đảm bảo do ảnh hưởng của tải,  $u_3$ :

$$u_3 = u_{LOAD1} + u_{LOAD2} \quad (8)$$

Ví dụ:

Theo đặc trưng kỹ thuật của nhà sản xuất, điện trở đầu ra của nguồn chuẩn đa năng Fluke 5720 A là 50  $\Omega$ . Điện dung đầu vào của vôn kế xoay chiều cỡ 200 pF, dây cáp đo đồng trục có điện dung là 51 pF đối với dây 0.6 m (85 pF đối với dây 1 m), vì vậy có thể tính được  $C_{inp} \approx 250$  pF. Ví dụ ở mức tần số 100 Hz ta có:

$$\delta_{LOAD1} = \frac{1}{2} (2 \times 3,14 \times 100 \times 250 \times 10^{-12})^2 = 3,08 \times 10^{-11}$$

$$(\text{= } 3,1 \times 10^{-6} \text{ } \mu\text{V tại điểm 100 mV}) \quad (9)$$

Với tần số lớn nhất đến 100 Hz thì sai số này quá bé nên có thể bỏ qua.

Mili vôn mét xoay chiều thường có điện trở đầu vào rất lớn, với  $R_{inp} = 300 \text{ M}\Omega$

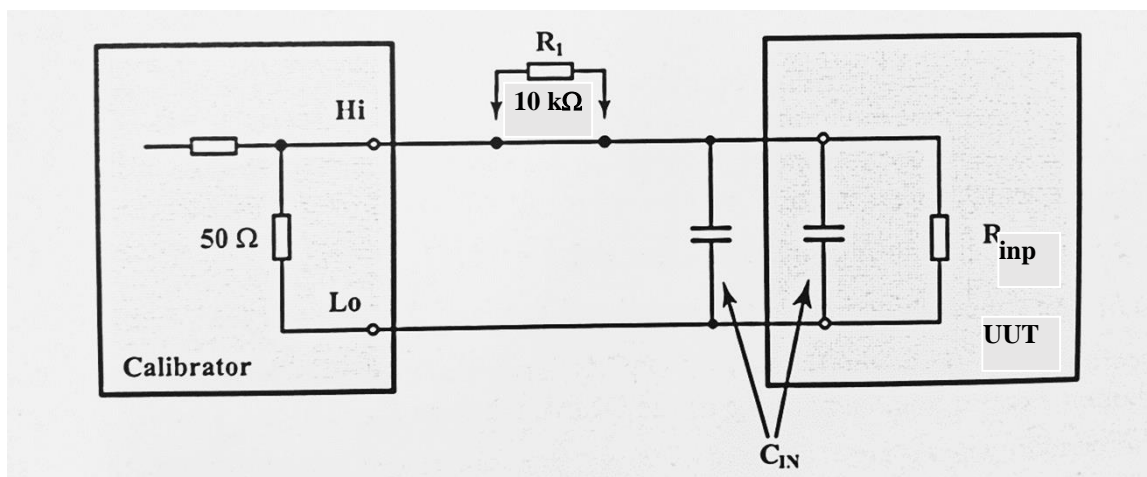
Ta có thể tính được:

$$\delta_{LOAD2} = \frac{R_{OUT}}{R_{inp}} = \frac{50}{300 \times 10^6} = 0,167 \times 10^{-7}$$

$$(\text{= } 0,167 \times 10^{-2} \text{ } \mu\text{V tại điểm 100 mV}) \quad (10)$$

Với trở kháng vào  $\geq 300 \text{ M}\Omega$  thì sai số gây bởi thành phần này rất nhỏ và có thể bỏ qua.

Tuy nhiên, với các mili vôn kế chưa biết trở kháng đầu vào thì có thể thực hiện phép đo để tìm giá trị  $R_{inp}$  như sau: Nối mạch đo như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ mạch đo trở kháng đầu vào của UUT

Bước 1: Phát giá trị điện áp và tần số cần hiệu chuẩn trên STD, sau đó ghi lại giá trị điện áp hiển thị trên UUT,  $V_0$ .

Bước 2: Mắc nối tiếp điện trở  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  vào trong mạch đo, phát lại giá trị điện áp và tần số ở bước 1, ghi lại giá trị điện áp hiển thị trên UUT,  $V_1$

Từ biểu thức 8.6, trở kháng đầu vào của UUT được tính như sau:

$$R_{inp} = \frac{R_1}{\frac{V_0 - V_1}{V_0} - \frac{1}{2}(2\pi f C_{inp})^2 (2R_{OUT}R_1 + R_1^2)} \quad (11)$$

### 8.6 Độ không đảm bảo đo do độ phân giải của UUT, $u_4$ :

Thành phần này được tính bằng một nửa độ phân giải ( $a$ ) của UUT chia cho căn bậc hai của 3 khi coi phân bố mật độ xác suất hình chữ nhật.

$$u_4 = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

### 8.7 Độ không đảm bảo đo kết hợp: $u_c$

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} \quad (12)$$

### 8.8 Độ không đảm bảo đo mở rộng: $U_{95}$

Tính với mức độ tin cậy 95% C.L.; hệ số phủ  $k = 2$ :

$$U_{95} = 2 \times u_c \quad (13)$$

Thành phần này sẽ được đưa vào giấy chứng nhận hiệu chuẩn của vôn kế xoay chiều cần hiệu chuẩn.



**Bảng 3. Các thành phần độ không đảm bảo đo**

<b>STT</b>	<b>Nguồn gốc gây ra độ không đảm bảo đo</b>	<b>Kiểu, loại</b>	<b>Phân bố</b>
1	Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn	A	Chuẩn
2	Độ không đảm bảo đo của chuẩn	B	Chuẩn
3	Độ không đảm bảo đo do độ ổn định của chuẩn	B	Chuẩn
4	Độ không đảm bảo đo do tải (trở kháng và dung kháng)	B	Hình chữ nhật
5	Độ không đảm bảo đo do độ phân giải	B	Hình chữ nhật
	Độ không đảm bảo đo kết hợp	$u_c$	Chuẩn
	Độ không đảm bảo đo mở rộng	$U_{95}$	Chuẩn

## **9 Xử lý chung**

**9.1** Vôn kế xoay chiều sau khi hiệu chuẩn nếu đảm bảo sai số cho phép thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, dấu hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn...) theo quy định.

**9.2** Vôn kế xoay chiều cần hiệu chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu không đảm bảo sai số cho phép thì không được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xoá dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

**9.3** Chu kỳ hiệu chuẩn của vôn kế xoay chiều là 12 tháng.

**Tên cơ quan hiệu chuẩn**

**BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN**

-----

Số: .....

Tên 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 sử dụng:.....

Điều kiện môi trường:

Nhiệt độ:.....Độ ẩm: .....

Người thực hiện:.....

Ngày thực hiện :.....

Địa điểm thực hiện :.....

**KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN**

**1. Kiểm tra bên ngoài:** .....

**2. Kiểm tra kỹ thuật:** .....

**3. Kiểm tra đo lường:** .....

Giá trị điện áp chuẩn	Tần số (Hz)	Giá trị đọc trên UUT tại mỗi lần đo (V)					Số hiệu chính của STD (V)	Độ không đảm đo (V)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5		
1 mV	10							
	60							
	100							
10 mV	10							
	60							
	100							
100 mV	10							
	60							
	100							

Giá trị điện áp chuẩn	Tần số (Hz)	Giá trị đọc trên UUT tại mỗi lần đo (V)					Số hiệu chính của STD (V)	Độ không đảm đo (V)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5		
1 V	10							
	60							
	100							
10 V	10							
	60							
	100							
100 V	10							
	60							
	100							

\* Độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn được ước lượng ở mức tin cậy 95 % C.L. với hệ số phủ  $k = 2$ .

**Kết luận chung:** .....

**Người soát lại**

**Người thực hiện**