

ĐLVN

VĂN BẢN KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG VIỆT NAM

ĐLVN 396 : 2025

TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ CHUẨN  
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN

*Standard Total Stations - Calibration procedure*

HÀ NỘI - 2025



**Lời nói đầu:**

ĐLVN 396 : 2025 do Ban kỹ thuật đo lường TC 7 “Phương tiện đo độ dài và các đại lượng liên quan” biên soạn, Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia ban hành.

## Toàn đạc điện tử chuẩn - Quy trình hiệu chuẩn

### *Standard Total Stations - Calibration procedure*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn các loại toàn đạc điện tử có độ chính xác đo góc  $\leq 0,5''$ , độ chính xác đo khoảng cách  $\leq (1 + 1 \times 10^{-6}L)$  mm, với L tính bằng mm, dùng làm chuẩn để kiểm định cho các loại toàn đạc điện tử khác.

Ghi chú: Toàn đạc điện tử chuẩn này có thể sử dụng để kiểm định cho phương tiện đo kinh vĩ và phương tiện đo khoảng cách quang điện.

#### 2 Giải thích từ ngữ

Trong tài liệu này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

##### 2.1 Toàn đạc điện tử chuẩn

Toàn đạc điện tử chuẩn (DUT) là toàn đạc điện tử có độ chính xác cao được sử dụng làm chuẩn đo lường kiểm định toàn đạc điện tử khác theo ĐLVN 335.



Hình 1. Một số loại toàn đạc điện tử chuẩn

##### 2.2 Đường chuẩn (Standard Baseline)

Đường chuẩn (\*) là hệ thống các mốc chuẩn bao gồm 07 mốc chuẩn cố định, thẳng hàng, có khoảng cách được tính toán thiết kế phù hợp với tiêu chuẩn ISO 17123-4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors) (*Phương tiện đo khoảng cách quang điện (Đo EDM với gương phản xạ)*).

(\*) Đường chuẩn này được xác định giá trị khoảng cách chính xác trước khi sử dụng, được hiệu chuẩn và kiểm tra định kỳ.

### 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	Đánh giá độ không đảm bảo đo	8

### 4 Phương tiện hiệu chuẩn

Phải sử dụng các phương tiện hiệu chuẩn nêu trong Bảng 2.

Bảng 2

TT	Tên phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
1	<b>Chuẩn đo lường</b>		
1.1	Hệ thống hiệu chuẩn góc	- Phạm vi đo: đến 360° - Độ không đảm bảo đo: $U \leq 0,4''$	7.3
1.2	Hệ thống hiệu chuẩn khoảng cách	Sử dụng 1 trong 2 chuẩn đo lường sau:	
1.2.1	Chuẩn đo khoảng cách	- Phạm vi đo: $\geq 10$ m; - Độ không đảm bảo đo: $\leq (0,5 + 0,5 \times 10^{-6} \times L)$ mm; [L]: mm	6, 7.3
1.2.2	Đường chuẩn	- Khoảng cách giữa các cột mốc của đường chuẩn phù hợp với chiều dài đơn vị của DUT; - Độ không đảm bảo đo: $U \leq (0,5 + 0,5 \times 10^{-6} \times L)$ mm; [L]: mm	6, 7.3
2	<b>Phương tiện đo khác</b>		
2.1	Thiết bị đo nhiệt độ, độ ẩm không khí	- Phạm vi đo: phù hợp với điều kiện môi trường hiệu chuẩn; - Độ phân giải: $\leq 0,1$ °C; $\leq 10$ %RH.	5, 7.3

TT	Tên phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
2.2	Thiết bị đo áp suất không khí	- Phạm vi đo: phù hợp với điều kiện môi trường hiệu chuẩn; - Độ phân giải: $\leq 1$ hPa.	7.3
3	<b>Phương tiện khác</b>		
3.1	Hệ gương đo	Hệ thống gương sử dụng cho chuẩn đo lường và DUT	7.3

### 5 Điều kiện hiệu chuẩn

Khi tiến hành hiệu chuẩn, phải đảm bảo điều kiện môi trường như sau:

- Đối với hiệu chuẩn khoảng cách: điều kiện môi trường phải phù hợp với điều kiện vận hành của chuẩn và DUT.
- Đối với hiệu chuẩn góc:
  - + Nhiệt độ:  $(20 \pm 2)$  °C
  - + Độ ẩm:  $(50 \div 70)$  %RH

### 6 Chuẩn bị hiệu chuẩn

#### 6.1 Chuẩn bị hệ thống hiệu chuẩn góc

- Kiểm tra, vệ sinh sạch sẽ hệ thống hiệu chuẩn góc.
- Khởi động, kiểm tra, căn chỉnh vị trí của hệ thống chuẩn.

#### 6.2 Chuẩn bị hệ thống hiệu chuẩn khoảng cách

- Kiểm tra tình trạng khu vực đo.
- Lắp đặt thiết bị gá cần thiết, lắp đặt và cân bằng gương đo.
- Kiểm tra, căn chỉnh lại thiết bị gá đặt

#### 6.3 Chuẩn bị DUT

- Vệ sinh ống ngắm và các bộ phận quang học của DUT;
- Kiểm tra tình trạng pin của DUT, pin phải đảm bảo đủ dung lượng để sử dụng trong quá trình hiệu chuẩn.

## ĐLVN 396 : 2025

### 7 Tiến hành hiệu chuẩn

#### 7.1 Kiểm tra bên ngoài

Phải tiến hành kiểm tra bên ngoài DUT theo các yêu cầu sau:

- Trên thân DUT phải thể hiện đầy đủ các nội dung: số kiểu, số sản xuất, hãng sản xuất, xuất xứ, ...
- Các bộ phận của DUT phải làm việc bình thường: các ốc cân bằng, vít vi động đứng, vít vi động ngang, khóa hãm vi động, núm điều chỉnh tiêu cự không bị rơ hoặc quá chặt. Bọt thủy tròn và bọt thủy dài (nếu có) hoạt động bình thường.
- DUT phải vững khi quay; đế phẳng; tay cầm chắc chắn; hệ thống quang học (thị kính, vật kính, lưới chữ thập, ...) phải sáng và sắc nét. Bộ phận hiển thị, đọc số rõ ràng.
- Khi quay DUT ở cả góc bằng và góc đứng, trục quay phải ổn định, không bị rơ hay kẹt.
- Màn hình hiển thị rõ nét, hoạt động tốt.

#### 7.2 Kiểm tra kỹ thuật

Phải kiểm tra kỹ thuật theo các yêu cầu sau đây:

##### 7.2.1 Kiểm tra nivô gắn trên thân DUT

a) Đối với DUT có nivô tròn

- Cân bằng DUT sao cho ống bọt nước tròn nằm trong vòng trung tâm trên thân của DUT, sau đó quay DUT đi các góc  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  và  $360^\circ$  mà bọt nước vẫn nằm trong vòng trung tâm thì được, còn nếu lệch khỏi vòng trung tâm thì tiến hành hiệu chỉnh bằng cách chỉnh các ốc của ống bọt nước tròn để đưa bọt nước vào giữa.

b) Đối với DUT có nivô dài (nếu có)

- Cân bằng DUT sao cho ống bọt nước dài gắn phía trên bàn độ ngang nằm trong giữa hai vạch trên thân của DUT, sau đó quay DUT đi  $180^\circ$  mà bọt nước vẫn nằm trong giữa hai vạch thì không phải hiệu chỉnh, còn nếu lệch khỏi phạm vi hai vạch trên thì tiến hành hiệu chỉnh bằng cách chỉnh các ốc của ống bọt nước dài để đưa bọt nước vào giữa.

##### 7.2.2 Kiểm tra nivô điện tử

- Cân bằng DUT sao cho giá trị  $X_1$  và  $Y_1$  không vượt quá giá trị cho phép của nhà sản xuất, sau đó xoay DUT  $180^\circ$ , đọc giá trị  $X_2$ ,  $Y_2$  trên màn hình hiển thị. Nếu giá trị  $\Delta_X$  và  $\Delta_Y$  tính theo công thức (1) nằm trong phạm vi cho phép của nhà sản xuất thì đạt yêu cầu. Nếu không sẽ phải hiệu chỉnh lại theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

$$\Delta_X = \frac{X_1 + X_2}{2}; \Delta_Y = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \quad (1)$$

### 7.2.3 Kiểm tra bộ phận dọi tâm quang học (nếu có)

- Trục ngắm của bộ phận dọi tâm quang học phải trùng với trục quay của DUT.
- Cân chỉnh DUT đến khi nivô đạt yêu cầu, DUT ở vị trí cân bằng.
- Tâm của bộ phận dọi tâm phải luôn nằm tại một vị trí khi quay DUT quanh bàn độ ngang.

### 7.2.4 Kiểm tra lưới chỉ chữ thập

- Chỉ đứng của lưới chỉ chữ thập phải vuông góc với trục quay của ống kính.
- Khi quay ống kính, tâm chữ thập trên ống kính phải luôn nằm trên một đường thẳng song song với chỉ đứng chữ thập trên ống chuẩn trực.

### 7.2.5 Kiểm tra bàn độ ngang (sai số 2C)

- Tại vị trí mặt thuận (I), quay DUT ngắm vào tiêu ngắm, đọc giá trị HI. Xoay đi 180°, làm tương tự và đọc giá trị HII.
- Nếu sai số 2C tính theo công thức 2 không lớn hơn sai số cho phép của nhà sản xuất thì DUT đạt yêu cầu. Nếu vượt quá thì sẽ phải hiệu chỉnh lại theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

$$2C = (H_I - H_{II}) \pm 180^\circ \quad (2)$$

### 7.2.6 Kiểm tra bàn độ đứng (sai số MO)

- Tại vị trí mặt thuận (I), quay DUT ngắm vào tiêu ngắm, đọc giá trị VI. Xoay đi 180°, ngắm lại vào tiêu ngắm trên ống chuẩn trực, đọc giá trị VII.
- Nếu sai số MO tính theo công thức (3) không lớn hơn sai số cho phép của nhà sản xuất thì DUT đạt yêu cầu. Nếu vượt quá thì sẽ phải hiệu chỉnh lại theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

$$MO = \frac{V_I + V_{II} - 360^\circ}{2} \quad (3)$$

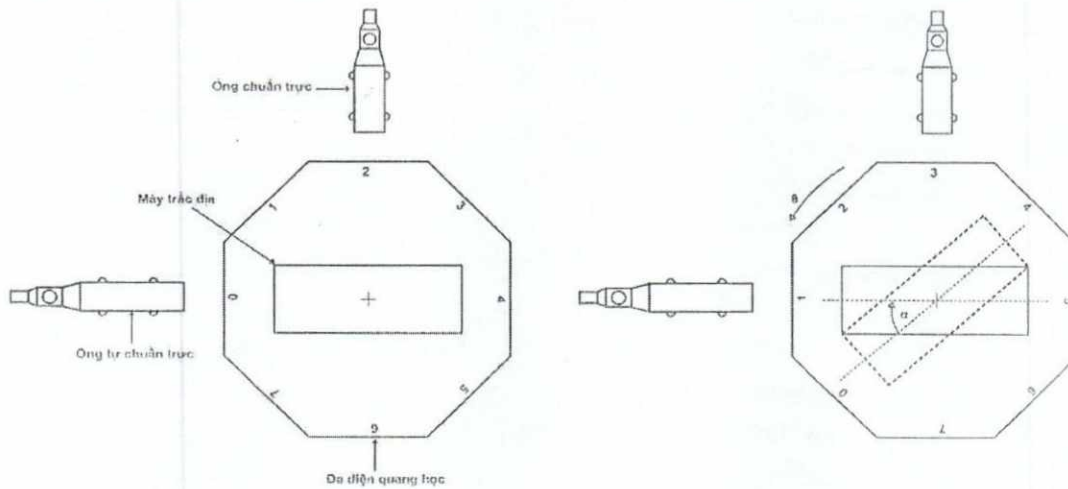
## 7.3 Kiểm tra đo lường

### 7.3.1 Kiểm tra sai số đo góc

Phương pháp áp dụng cho hiệu chuẩn góc đứng và góc bằng.

#### 7.3.1.1 Tiến hành hiệu chuẩn

DUT được tiến hành hiệu chuẩn như trong Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hiệu chuẩn DUT

- Lắp đặt máy DUT lên hệ thống chuẩn, cân bằng chính xác.
- Thiết lập điểm “0” trên hệ thống chuẩn. Đọc giá trị góc lệch trên hệ thống chuẩn ( $\beta_0$ ) và ghi vào biên bản.
- Quay ống kính của DUT ngắm chính xác tâm chữ thập trong ống chuẩn trực, đọc và ghi lại giá trị ( $\alpha_0$ ) hiển thị trên màn hình vào biên bản. Đưa ống kính ra khỏi vị trí tâm ống chuẩn trực, ngắm lại và ghi lại giá trị  $\alpha_0$  thêm 02 lần nữa, lấy giá trị trung bình của 03 lần đo.
- Xoay bàn quay cho hệ thống chuẩn quay một góc  $\gamma = 360/n$  (với n là số lượng góc quay cần đo). Đọc giá trị góc lệch trên hệ thống chuẩn ( $\beta_\gamma$ ) và ghi vào biên bản.
- Tiếp tục quay ống kính của DUT ngắm chính xác tâm chữ thập trong ống chuẩn trực, đọc và ghi giá trị ( $\alpha_\gamma$ ) hiển thị trên màn hình vào biên bản. Đưa ống kính ra khỏi vị trí tâm ống chuẩn trực, ngắm lại và ghi lại giá trị  $\alpha_\gamma$  thêm 02 lần nữa, lấy giá trị trung bình của 03 lần đo.
- Lặp lại hai thao tác trên với những vị trí còn lại hệ thống chuẩn, ghi lại các giá trị ( $\beta_i$ ) và ( $\alpha_i$ ) vào biên bản.

### 7.3.1.2 Xử lý số liệu đo

- Mô hình toán học được biểu diễn theo công thức:

$$|\alpha_i - \alpha_{i-\gamma}| - E_i = i + \Delta\gamma_i - (\beta_i - \beta_{i-\gamma}); \text{ với } i = \gamma, \dots, 360^\circ \quad (4)$$

- Trong đó:
- $\alpha_i; \alpha_{i-\gamma}$  - Giá trị góc DUT tại vị trí góc i và i- $\gamma$ ;
  - $E_i$  - Sai số góc của máy tại góc i;
  - i - Giá trị góc xoay tại vị trí hiệu chuẩn;
  - $\Delta\gamma_i$  - Giá trị độ lệch vị trí góc i trên GCN của chuẩn;
  - $\beta_i; \beta_{i-\gamma}$  - Giá trị góc lệch trên hệ thống chuẩn tại vị trí góc i và i- $\gamma$ ;

- Từ mô hình toán học ta có sai số của DUT:

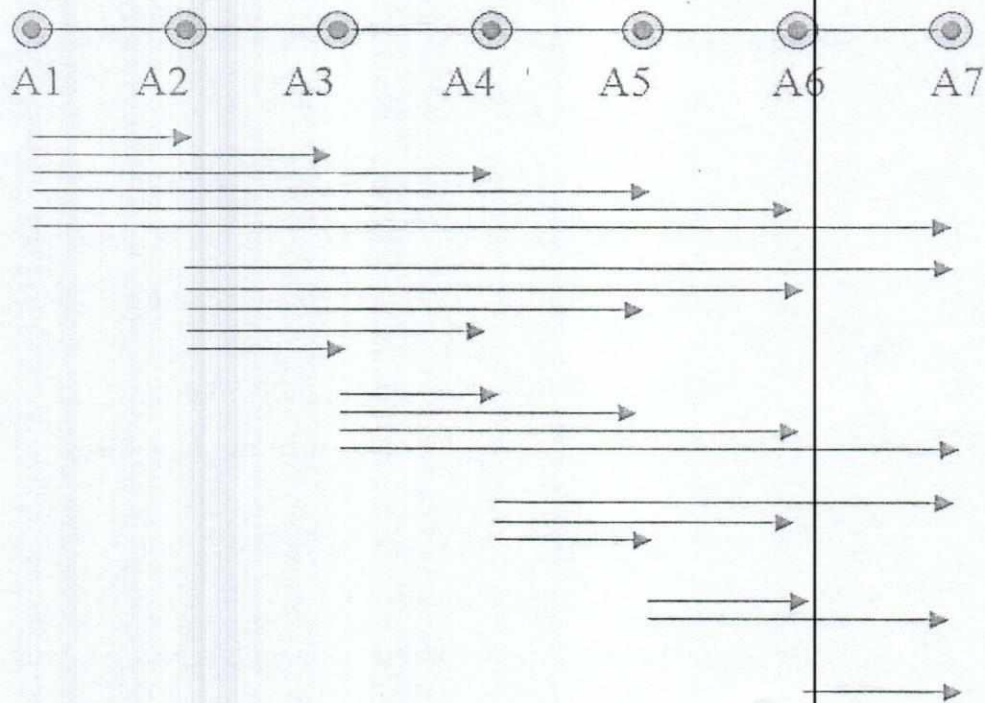
$$E_i = |\alpha_i - \alpha_{i-\gamma}| - (i + \Delta\gamma_i) + (\beta_i - \beta_{i-\gamma}) \quad (5)$$

- Sai số đo góc của máy không được phép lớn hơn sai số cho phép do nhà sản xuất công bố.

### 7.3.2 Kiểm tra sai số đo khoảng cách

#### 7.3.2.1 Tiến hành hiệu chuẩn

- Đối với trường hợp Chuẩn sử dụng là “Chuẩn đo khoảng cách”, tiến hành đo xác định khoảng cách hiện tại giữa các cột mốc của Đường chuẩn. Sau đó tiến hành kiểm tra sai số đo khoảng cách của DUT theo sơ đồ Hình 3.
- Đối với trường hợp Chuẩn sử dụng là “Đường chuẩn”, trực tiếp lắp đặt DUT lên cột A1 của và tiến hành kiểm tra sai số đo khoảng cách của DUT theo sơ đồ Hình 3.
- Trước khi tiến hành đo mỗi một khoảng cách bằng DUT phải cân bằng chính xác máy, ghi các thông số môi trường: *nhiệt độ, độ ẩm, áp suất* vào biên bản và nhập vào máy rồi mới bắt đầu đo.



Hình 3. Sơ đồ hiệu chuẩn đo khoảng cách của DUT

- Đặt máy bắt đầu từ A1, đo lần lượt đến hết A7 và di chuyển máy lần lượt sang các vị trí A2, A3, A4, A5, A6 ta thu được giá trị đo 21 khoảng cách: A12, A13, A14, A15, A16, A17, A23, A24, A25, A26, A27, A34, A35, A36, A37, A45, A46, A47, A56, A57, A67.
- Với mỗi khoảng cách, thực hiện đo 5 lần, tính giá trị trung bình và nhập vào biên bản.

## ĐLVN 396 : 2025

### 7.3.2.2 Xử lý số liệu

- Từ 6 khoảng cách giữa các cột mốc sau tính toán, xác định giá trị khoảng cách của 21 khoảng cách trong sơ đồ Hình 3, ta sẽ có được giá trị 21 khoảng cách tương ứng của Đường chuẩn.

- Xác định độ lệch chuẩn, số hiệu chính điểm “0” tuân thủ theo ISO 17123-4 như sau:

Gọi các giá trị:

$x_{p,q}$  là các giá trị khoảng cách của đường chuẩn;

$\delta$  là số hiệu chính điểm 0;

$y_{p,q}$  là các giá trị khoảng cách đo được bằng DUT.

-  $x_{p,q}$  và  $\delta$  được coi như là những ẩn số, các giá trị  $y_{p,q}$  sẽ được đánh giá theo phương pháp bình phương nhỏ nhất. Ta có 21 công thức biểu diễn phép đo như sau:

$$\begin{aligned} y_{1,2} + r_{1,2} &= 1 \cdot x_{1,2} + 0 \cdot x_{2,3} + \dots + 0 \cdot x_{6,7} - 1 \cdot \delta \\ y_{1,3} + r_{1,3} &= 1 \cdot x_{1,2} + 1 \cdot x_{2,3} + \dots + 0 \cdot x_{6,7} - 1 \cdot \delta \\ &\vdots \\ y_{6,7} + r_{6,7} &= 0 \cdot x_{1,2} + 0 \cdot x_{2,3} + \dots + 1 \cdot x_{6,7} - 1 \cdot \delta \end{aligned} \quad (6)$$

Viết gọn dưới dạng ma trận:

$$y + r = f(x); r = Mx - y \quad (7)$$

Trong đó:

- $M$  - Ma trận  $[21 \times 7]$  biểu diễn 21 phép đo khoảng cách
- $x$  - Ma trận  $[7 \times 1]$  biểu diễn các giá trị chưa biết
- $y$  - Ma trận  $[21 \times 1]$  tập hợp những khoảng cách đo bằng toàn đạc
- $r$  - Ma trận  $[21 \times 1]$  tập hợp các số dư

- Điều chỉnh nguyên lý bình phương nhỏ nhất theo mô hình Gauss-Markov, vector nghiệm “ $x$ ” được tính toán như sau:

$$x = (M^T P M)^{-1} M^T P y = N^{-1} M y \quad (8)$$

Trong đó:  $P$  - Ma trận trọng số

- Từ đó, có thể tính được độ lệch chuẩn thực nghiệm của khoảng cách đo được như sau:

$$s_0 = \sqrt{\frac{r^T r}{v}} \quad (9)$$

Trong đó:

- $d = 21$  - Số lượng khoảng cách đo được
- $u = 7$  - Số lượng ẩn số đầu ra
- $v = d - u = 14$  - Số bậc tự do

- Độ lệch chuẩn thực nghiệm của số hiệu chính điểm 0 được xác định từ thành phần trong đường chéo của ma trận  $Q = N^{-1}$ .

$$s_{\delta} = s_0 \sqrt{Q_{7,7}} \quad (10)$$

- Độ lệch chuẩn thực nghiệm của DUT không được lớn hơn sai số cho phép của nhà sản xuất công bố.
- Số hiệu chính được xác định thông qua phương pháp hồi quy tuyến tính khi biết được các khoảng cách thực của đường chuẩn.

Với:  $x$  – Khoảng cách của đường chuẩn;

$y$  – Giá trị đo khoảng cách của DUT

- Công thức của đường hồi quy tuyến tính có dạng:

$$y = a + bx \quad (11)$$

- Các tham số chưa biết  $a$  và  $b$  được xác định theo công thức:

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}; b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (12)$$

Trong đó:  $n$  - Số lần đo ( $n = 21$ )

- Xác định số hiệu chính của máy theo công thức:

$$IC = B + Dy \quad (13)$$

Với:

$$B = -\frac{a}{b}; D = \frac{1}{b} - 1 \quad (14)$$

- Số hiệu chính của DUT không được lớn hơn sai số cho phép của nhà sản xuất công bố.

## 8 Đánh giá độ không đảm bảo đo

### 8.1 Hiệu chuẩn góc

#### 8.1.1 Mô hình toán học

Công thức (5) được sử dụng là mô hình toán học để đánh giá độ không đảm bảo đo (ĐKĐBĐ).

#### 8.1.2 Đánh giá độ không đảm bảo đo thành phần

##### 8.1.2.1 ĐKĐBĐ của hệ thống chuẩn ( $u_{S,A}$ )

$$u_{S,A} = \frac{U_{S,A}}{2} \quad (15)$$

Trong đó:  $U_{S,A}$  - ĐKĐBĐ của hệ thống chuẩn trên GCN hiệu chuẩn.

**ĐLVN 396 : 2025**

**8.1.2.2 ĐKĐBBĐ của DUT ( $u_{TS}$ )**

$$u_{TS} = \sqrt{u_{TSrep}^2 + u_{TSres}^2} \tag{16}$$

Trong đó:  $u_{TSrep}$  - ĐKĐBBĐ do độ lặp lại của phép đo trên DUT;  
 $u_{TSres}$  - ĐKĐBBĐ do độ phân giải của DUT.

**a) ĐKĐBBĐ do độ lặp lại của phép đo trên DUT ( $u_{TSrep}$ )**

$$u_{TSrep} = \frac{s_{TS}}{\sqrt{n}}; s_{TS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n - 1}} \tag{17}$$

Trong đó:  $\alpha_i$  - Giá trị đọc góc của DUT tại lần đọc thứ  $i$ ;  
 $n$  - Số lần đo lặp.

**b) ĐKĐBBĐ do độ phân giải của DUT ( $u_{TSres}$ )**

$$u_{TSres} = \frac{d_{TS}}{2\sqrt{3}} \tag{18}$$

Trong đó:  $d_{TS}$  - Độ phân giải của DUT.

**8.1.3 Bảng thành phần độ không đảm bảo đo**

*Bảng 3*

TT	Nguồn ĐKĐBBĐ	Ký hiệu	Phân bố	$u_i$	Ghi chú
1	Hệ thống chuẩn	$u_{S,A}$	Chuẩn	$\frac{U_{S,A}}{2}$	
2	Toàn đặc điện tử chuẩn	$u_{TS}$	Chuẩn	$\sqrt{u_{TSrep}^2 + u_{TSres}^2}$	
2.1	Độ lặp lại của phép đo trên toàn đặc điện tử chuẩn	$u_{TSrep}$	HCN	$\frac{s}{\sqrt{n}}$	
2.2	Độ phân giải của toàn đặc điện tử chuẩn	$u_{TSres}$	HCN	$\frac{d_{TS}}{2\sqrt{3}}$	

**8.1.4 Độ không đảm bảo đo tổng hợp**

Theo công thức (5) cho thấy ta phải tiến hành đọc 2 giá trị góc trên DUT để tạo thành một bộ số liệu, vậy nên công thức đánh giá độ không đảm bảo đo tổng hợp được viết như sau:

$$u_c = \sqrt{u_s^2 + 2 \times u_{TS}^2} \quad (19)$$

**8.1.5 Độ không đảm bảo đo mở rộng**

$$U = k \times u_c \quad (20)$$

Với hệ số phủ  $k = 2$  và độ tin cậy  $P \approx 95\%$

**8.2 Hiệu chuẩn khoảng cách**

**8.2.1 Mô hình toán học**

Mô hình toán học được sử dụng để đánh giá ĐKĐBĐ của phép hiệu chuẩn khoảng cách được biểu diễn theo công thức:

$$\Delta L = L_y - L_x \quad (21)$$

Trong đó:  $L_y$  - Khoảng cách xác định được bằng DUT;  
 $L_x$  - Khoảng cách của đường chuẩn.

**8.2.2 Ước lượng độ không đảm bảo đo thành phần**

**8.2.2.1 Độ không đảm bảo đo của hệ thống hiệu chuẩn khoảng cách ( $u_{s,D}$ )**

$$u_{s,D} = \frac{U_{s,D}}{2} \quad (22)$$

Trong đó:  $U_{s,D}$  - Độ không đảm bảo đo trên GCN hiệu chuẩn của chuẩn.

**8.2.2.2 Độ không đảm bảo đo của DUT ( $u_{TS}$ )**

$$u_{TS} = \sqrt{u_{rep}^2 + u_{res}^2 + u_e^2 + u_r^2 + c_n^2 u_n^2} \quad (23)$$

Trong đó:  $u_{rep}$  - Độ không đảm bảo đo do độ lặp lại của phép đo  
 $u_{res}$  - Độ không đảm bảo đo do độ phân giải của DUT.  
 $u_e$  - Độ không đảm bảo đo do lệch tâm DUT.  
 $u_r$  - Độ không đảm bảo đo do lệch tâm gương.  
 $u_n$  - Độ không đảm bảo đo do hiệu chỉnh thông số môi trường.

a) ĐKĐBĐ do độ lặp lại của phép đo ( $u_A$ )

$$u_{rep} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (24)$$

Trong đó:  $s$  - Độ lệch chuẩn của phép đo khoảng cách bằng DUT;  
 $n$  - Số lần đo ( $n = 21$ ).

## ĐLVN 396 : 2025

b) ĐKĐBĐ do độ phân giải của DUT ( $u_{res}$ )

$$u_{res} = \frac{d}{2\sqrt{3}} \quad (25)$$

Trong đó:  $d$  - Độ phân giải của DUT;

c) ĐKĐBĐ do lệch tâm DUT ( $u_e$ )

- Thành phần ĐKĐBĐ do sai lệch khi cân bằng lắp đặt DUT. Khoảng cách sai lệch này được xác định theo công thức:

$$\Delta_e = h_e \times \sin\Delta\alpha \quad (26)$$

Trong đó:  $h_e$  - Độ cao từ đế đến tâm quay ống ngắm của DUT;

$\Delta\alpha$  - Độ chính xác cân bằng của DUT.

- ĐKĐBĐ do định tâm máy được xác định theo công thức:

$$u_e = \frac{\Delta_e}{\sqrt{3}} \quad (27)$$

d) ĐKĐBĐ do lệch tâm gương ( $u_r$ )

- Thành phần ĐKĐBĐ do sai lệch khi cân bằng lắp đặt DUT và chuẩn. Khoảng cách sai lệch này được xác định theo công thức:

$$\Delta_r = h_r \times \sin\Delta\alpha \quad (28)$$

Trong đó:  $h_r$  - Độ cao từ đế đến tâm máy gương;

$\Delta\alpha$  - Độ chính xác cân bằng máy chuẩn.

- Độ KĐBĐ do định tâm gương được xác định theo công thức:

$$u_r = \frac{\Delta_r}{\sqrt{3}} \quad (29)$$

e) ĐKĐBĐ của thông số môi trường ( $u_n$ )

- Hệ số hiệu chỉnh môi trường được xác định theo hướng dẫn của nhà sản xuất:

$$n = f(T, P, RH) \text{ (ppm)} \quad (30)$$

- Trường hợp không xác định được công thức theo hướng dẫn của nhà sản xuất, ta có thể áp dụng theo công thức xác định hệ số chiết suất môi trường dựa trên phương trình Edlen's:

$$n = 1 + \left\{ 0,2914269p \left[ \frac{1 + 10^{-6}p(0,613 - 0,010t)}{1 + 0,0036610t} \right] + 550,51 \times 10^{\frac{7,5t}{t+237,3} + 0,6609} \times 10^{-6}h \right\} \times 10^{-6} \quad (31)$$

Trong đó:  $p$  - Áp suất môi trường (hPa);  
 $t$  - Nhiệt độ môi trường (°C);  
 $h$  - Độ ẩm môi trường (%RH).

- ĐKĐBĐ của thông số môi trường được xác định:

$$u_n = \sqrt{c_t^2 u_t^2 + c_p^2 u_p^2 + c_h^2 u_h^2} \quad (32)$$

Trong đó:  $u_t$  - ĐKĐBĐ của phép đo nhiệt độ (°C);  
 $u_p$  - ĐKĐBĐ của phép đo áp suất (hPa);  
 $u_h$  - ĐKĐBĐ của phép đo độ ẩm (%RH).

- ĐKĐBĐ do áp suất ( $u_p$ ), do nhiệt độ ( $u_t$ ) và do độ ẩm ( $u_h$ ) được xác định bởi ĐKĐBĐ của thiết bị giám sát môi trường trên GCN hiệu chuẩn.

$$u_p = \frac{U_p}{2}; u_t = \frac{U_t}{2}; u_h = \frac{U_h}{2} \quad (33)$$

Trong đó:  $U_t$  - ĐKĐBĐ nhiệt độ (°C);  
 $U_p$  - ĐKĐBĐ áp suất (hPa);  
 $U_h$  - ĐKĐBĐ độ ẩm (%RH).

Hệ số nhạy:

$$c_p = \frac{\partial n}{\partial p}; c_t = \frac{\partial n}{\partial t}; c_h = \frac{\partial n}{\partial h} \quad (34)$$

### 8.2.3 Bảng thành phần độ không đảm bảo đo

Bảng 4

TT	Nguồn ĐKĐBĐ	Ký hiệu	Phân bố	$u_i$	$ c_i $	Ghi chú
1	Hệ thống hiệu chuẩn khoảng cách	$u_{S,D}$	Chuẩn	$\frac{U_{S,D}}{2}$	1	
2	Toàn đạc diện tử chuẩn	$(u_{TS})$	Chuẩn	$\sqrt{u_A^2 + u_{res}^2 + u_{center,r}^2 + u_{center,e}^2 + c_n^2 u_n^2}$	1	
2.1	Độ lặp lại của phép đo.	$u_A$	Chuẩn	$\frac{s}{\sqrt{n}}$	1	

TT	Nguồn ĐKDBĐ	Ký hiệu	Phân bố	$u_i$	$ c_i $	Ghi chú
2.1	Độ phân giải của DUT	$u_{res}$	HCN	$\frac{d}{2\sqrt{3}}$	1	
2.2	Độ lệch tâm DUT	$u_e$	HCN	$\frac{\Delta_e}{\sqrt{3}}$	1	
2.3	Độ lệch tâm gương	$u_r$	HCN	$\frac{\Delta_r}{\sqrt{3}}$	1	
2.4	Thông số môi trường	$u_n$	Chuẩn	$\sqrt{c_t^2 u_t^2 + c_p^2 u_p^2 + c_h^2 u_h^2}$	$10^{-6} \times L$	

8.2.4 Độ không đảm bảo đo tổng hợp

$$u_c = \sqrt{u_s^2 + u_{TS}^2} \tag{35}$$

8.2.5 Độ không đảm bảo đo mở rộng

$$U = k \times u_c \tag{36}$$

Với hệ số phủ  $k = 2$  và độ tin cậy  $P \approx 95\%$ .

9 Xử lý chung

9.1 Toàn đặc điện tử chuẩn đạt các yêu cầu quy định trong quy trình này được dán tem và cấp giấy chứng nhận hiệu chuẩn theo quy định.

9.2 Toàn đặc điện tử chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu không đạt một trong các yêu cầu trên thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của toàn đặc điện tử chuẩn là 12 tháng.

Tên cơ quan hiệu chuẩn

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN

Số : .....

Tên chuẩn/phương tiện đo : **Toàn đạc điện tử chuẩn** .....

Kiểu : ..... Số sản xuất: .....

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..... Độ ẩm: .....

Người thực hiện : ..... Ngày thực hiện: .....

Địa điểm thực hiện : .....

KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN

TT	Nội dung kiểm tra	Yêu cầu	Kết quả	Ghi chú
<b>1</b>	<b>Kiểm tra bên ngoài</b>			
1	Đế máy, ốc cân bằng, các vít vi động, khóa hãm vi động, núm điều chỉnh tiêu cự, trục quay của máy	Vững, hoạt động ổn định		
2	Hệ thống quang học, bộ phận chỉ thị	Sáng rõ, chỉ thị tốt		
<b>2</b>	<b>Kiểm tra kỹ thuật</b>			
1	Nivo trên thân máy	Cân bằng tại các vị trí		
2	Nivo điện tử	Đạt yêu cầu của nhà sản xuất		
3	Lưới chỉ chữ thập	Vuông góc trục quay ống kính		
4	Sai số bàn độ ngang, sai số bàn độ đứng	≤ Độ lệch chuẩn của nhà sản xuất		

ĐLVN 396 : 2025

3. Kiểm tra đo lường

3.1. Hiệu chuẩn góc bằng

Giá trị góc danh nghĩa của chuẩn (°)	Lần đo	Giá trị lệch góc của chuẩn (")	Số đọc trên máy trắc địa (°'")
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		

3.2. Hiệu chuẩn góc đứng

Giá trị góc danh nghĩa của chuẩn (°)	Lần đo	Giá trị lệch góc của chuẩn (")	Số đọc trên máy trắc địa (° ' ")
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		
	1		
	2		
	3		
	TB		

Hàng Quốc Sản

**ĐLVN 396 : 2025**

**3.3. Hiệu chuẩn khoảng cách**

**3.3.1. Số liệu đo lặp lại khoảng cách**

Khoảng cách		Kết quả đo được (mm)									
A1	A2										
	A3										
	A4										
	A5										
	A6										
	A7										
	A2	A3									
A4											
A5											
A6											
A7											
A3	A4										
	A5										
	A6										
	A7										
A4	A5										
	A6										
	A7										
A5	A6										
	A7										
A6	A7										

**3.3.2. Kết quả xử lý dữ liệu**

TT	Cột		Khoảng cách chuẩn X (m)	Kết quả đo trung bình Y (m)	Thông số môi trường		
	Từ	Đến			°C	%RH	hPa
1	1	2					
2	1	3					
3	1	4					
4	1	5					
5	1	6					
6	1	7					
7	2	3					
8	2	4					
9	2	5					
10	2	6					
11	2	7					

TT	Cột		Khoảng cách chuẩn X (m)	Kết quả đo trung bình Y (m)	Thông số môi trường		
	Từ	Đến			°C	%RH	hPa
12	3	4					
13	3	5					
14	3	6					
15	3	7					
16	4	5					
17	4	6					
18	4	7					
19	5	6					
20	5	7					
21	6	7					

- Độ lệch chuẩn:  $s = \dots\dots\dots$ ; Số hiệu chính:  $\Delta = \dots\dots\dots$

4. Đánh giá độ không đảm bảo đo

- Độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn góc:  $U_\alpha = \dots\dots\dots$   
với hệ số phủ  $k = 2$ , tương ứng với mức tin cậy khoảng 95%
- Độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn khoảng cách:  $U_D = \dots\dots\dots$   
với hệ số phủ  $k = 2$ , tương ứng với mức tin cậy khoảng 95%

5. Kết luận:

.....

Người soát lại

Người thực hiện

