

Đề cương môn học

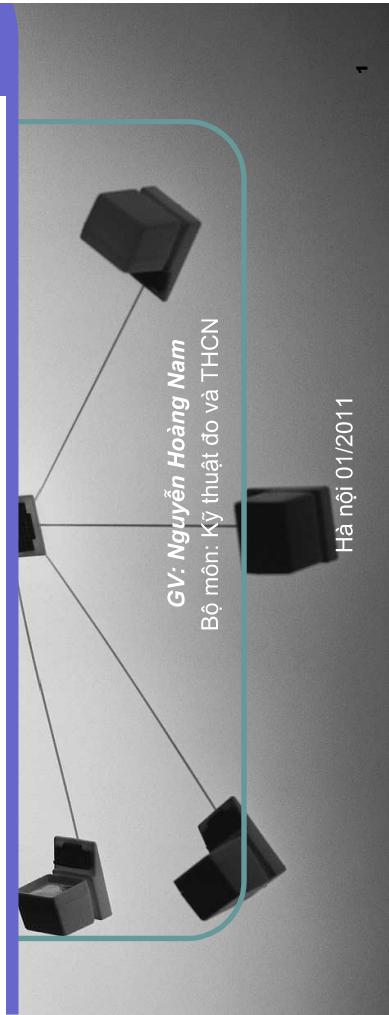
☞ CƠ SỞ LÝ THUYẾT KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG

- Các khái niệm
- Cấu trúc của dụng cụ đo
- Sai số của phép đo và giá công kết quả đo
- ☞ **CÁC PHẦN TỬ CHỨC NĂNG CỦA DỤNG CỤ ĐO**
 - Cơ cấu chỉ thị
 - Cảm biến đo lường
- ☞ **ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN VÀ KHÔNG ĐIỆN**
 - Đo các đại lượng điện
 - Đo kích thước và di chuyển
 - Đo lực và áp suất
 - Đo các thông số chuyên động
 - Đo nhiệt độ

3

Bài giảng

Kỹ thuật đo lường



1

Mục đích môn học

- Nghiên cứu cơ sở kỹ thuật đo lường và việc đảm bảo cơ sở cho các thí nghiệm.
- Nguyên tắc hoạt động của các phương tiện đo, các phương pháp đo các đại lượng vật lý
- Các phương pháp đánh giá sai số của kết quả đo, các cơ sở tiêu chuẩn hoá và chứng thực.
- Hình thành kinh nghiệm tiến hành thí nghiệm đo, kinh nghiệm làm việc với các phương tiện đo có trình độ đánh giá kết quả đo và sai số phép đo.

4

Tài liệu tham khảo

1. Giáo trình "Cơ sở kỹ thuật đo", PGS. Nguyễn Trọng Quέ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1996.
2. Đo lường các đại lượng Vật lý, Chủ biên PGS.TS. Phạm Thượng Hán, Nhà xuất bản Giáo dục, quyển 1.
3. Đo lường các đại lượng điện và không điện , PGS. Nguyễn Trọng Quέ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1996.

2

Chương 1. Các khái niệm cơ bản của kỹ thuật đo lường

Định nghĩa và phân loại phép đo

- Phép đo là quá trình thực hiện việc đo lường.
- **Phân loại**
 - **Đo trực tiếp:** Là cách đo mà kết quả nhận được trực tiếp từ một phép đo duy nhất.
 - **Đo gián tiếp:** Là cách đo mà kết quả được suy ra từ sự phối hợp kết quả của nhiều phép đo dùng cách đo trực tiếp.
 - **Đo hợp bộ:** Là cách đo gần giống như phép đo gián tiếp nhưng số lượng phép đo theo phép đo trực tiếp nhiều hơn và kết quả đo nhận được thường phản thông qua giải một phương trình hay một hệ phương trình mà các thông số đã biết chính là các số liệu đo được.
 - **Đo thống kê:** để đảm bảo độ chính xác của phép đo nhiều khi người ta phải sử dụng phép đo thống kê. Tức là phải đo nhiều lần sau đó lấy giá trị trung bình.
 - **Đo lường học:** là ngành khoa học chuyên nghiên cứu về các phương pháp để đo các đại lượng khác nhau, nghiên cứu về mẫu và đơn vị đo.
 - **Kỹ thuật đo lường:** ngành kỹ thuật chuyên nghiên cứu áp dụng các thành tựu của đo lường học vào phục vụ sản xuất và đời sống.

7

Đo lường

- Định nghĩa và phân loại phép đo
- Khái niệm về **đo lường** học và kỹ thuật đo
- Một số **đặc trưng** của kỹ thuật đo
 - Tín hiệu đo
 - Các điều kiện đo.
 - Đơn vị đo và chuẩn mẫu
 - Phương pháp đo và Phương tiện đo
 - Người quan sát và đánh giá kết quả

5

Ví dụ- Phương trình cơ bản của phép đo

- **Phương trình cơ bản của phép đo:**

$$A_x = \frac{X}{X_0} \quad \Rightarrow \quad X = A_x \times X_0$$

X: Đại lượng cần đo.

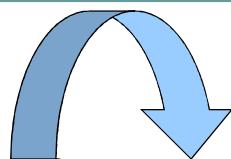
X₀: Đơn vị đo.

A_x: Giá trị bằng số của đại lượng cần đo.

Quá trình so sánh đại lượng cần đo với mẫu
để cho ra kết quả bằng số

Có thể đo một đại lượng
vật lý bất kỳ được
Không???

Không, vì không phải
đại lượng nào cũng
có thể so sánh giá trị
của nó với mẫu
được.



Định nghĩa về Đo lường

- Theo pháp lệnh “ĐO LƯỜNG” của nhà nước CHXHCN Việt nam
 - Chương 1- Điều 1: Đo lường là việc xác định giá trị của đại lượng cần đo
 - Chính xác hơn: Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng của một đại lượng cần đo để có kết quả bằng số với đơn vị đo
- **Đại lượng đo được:**
 - Với một đại lượng cần đo là X ta có thể tìm được một đại lượng ΔX để cho
 - $m.\Delta X > X$ và $(m-1)\Delta X = X$

hay nói cách khác
Ánh xạ được X vào tập số tự nhiên {N} với độ đo ΔX

8

Ví dụ (2)

▪ Khi P chưa tác động, cầu cân bằng
 $\Rightarrow U_{ra} = 0$

▪ Khi có P tác động, R_{iz} thay đổi
 một lượng $\Delta R \rightarrow U_{ra}$ thay đổi một
 lượng ΔU . Do $\Delta U \rightarrow \Delta R \rightarrow \Delta I$

$$\Delta U = \frac{U}{4} \times \frac{\Delta R}{R}$$

@@ ΔU?? @@ CCM??

$$\frac{\Delta R}{R} = f\left(\frac{\Delta I}{I}\right)$$

$$\varepsilon(R) = f(\varepsilon_I)$$

$$\frac{\varepsilon_R}{\varepsilon_I} = 1 + 2K_P + m$$

K_p : Hệ số poisson.
 m : Hệ số tỷ lệ.
 Đối với kim loại: $K_p = 0,24 \div 4$.
 Nếu thể tích $V=I \cdot S$ không thay đổi trong quá
 trình biến dạng thì $K_p = 0,5$ và bỏ qua m .

11

Phương trình cơ bản

- Muốn đo giá trị của một đại lượng vật lý bất kỳ phải chuyển đổi đại lượng này sang một đại lượng vật lý khác có thể so sánh được giá trị của nó với mẫu
- Hai loại chuyển đổi:

 - Đại lượng điện → điện
 - Đại lượng không điện → điện

- Công cụ: cảm biến (sensor, chuyển đổi sơ cấp)

9

Ví dụ về phép đo hợp bộ

- Xác định đặc tính của dây dẫn điện

$$r_t = r_{20} [1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2]$$

⇒ Hệ 2 phương trình 2 ẩn α và β .

Các phép đo
trực tiếp???

$$\begin{cases} r_{t_1} = r_{20} [1 + \alpha(t_1 - 20) + \beta(t_1 - 20)^2] \\ r_{t_2} = r_{20} [1 + \alpha(t_2 - 20) + \beta(t_2 - 20)^2] \end{cases}$$

↔ α, β

Ví dụ: Đo ứng suất cơ học của một đàm bê tông chịu lực

- Thực hiện: ứng suất cơ học → điện trở của bộ cảm biến lực căng
 → mắc cảm biến vào mạch cầu → đo điện áp /ficha cầu → ứng suất
- Công cụ: cảm biến dùng điện trở tenzô

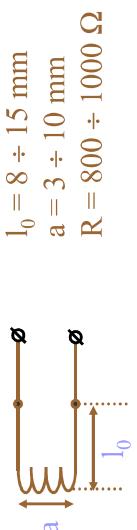


$$\frac{\Delta R}{R} = f\left(\frac{\Delta l}{l}\right)$$

12

Ví dụ: Đo ứng suất cơ học của một đàm bê tông chịu lực

- Thực hiện: ứng suất cơ học → điện trở của bộ cảm biến lực căng
 → mắc cảm biến vào mạch cầu → đo điện áp /ficha cầu → ứng suất
- Công cụ: cảm biến dùng điện trở tenzô



$$\frac{\Delta R}{R} = f\left(\frac{\Delta l}{l}\right)$$

12

Ví dụ

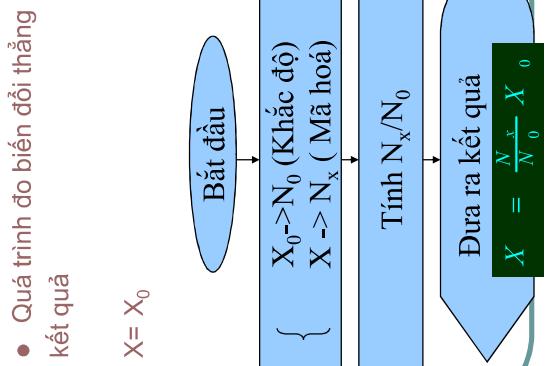
- Có một vônmet được khắc độ như sau:
 - 150V tương ứng 100 vạch
 - Khi đo điện áp Vônmet chỉ 120 vạch, xác định kết quả?
- $$N_0 = \frac{100}{150} \text{vach/V}$$
- Giá trị: $X = 120 / (100/150) = 180V$
- Giá trị $C = \frac{1}{N_0} = 1,5 \text{vach}$ gọi là hằng số của voltmét

15

1.2. Phương pháp đo (1)

- Quá trình đo biến đổi thẳng kết quả

$$X = X_0$$



13

1.3. Đặc trưng của kỹ thuật đo(1) Tín hiệu đo & Các điều kiện đo

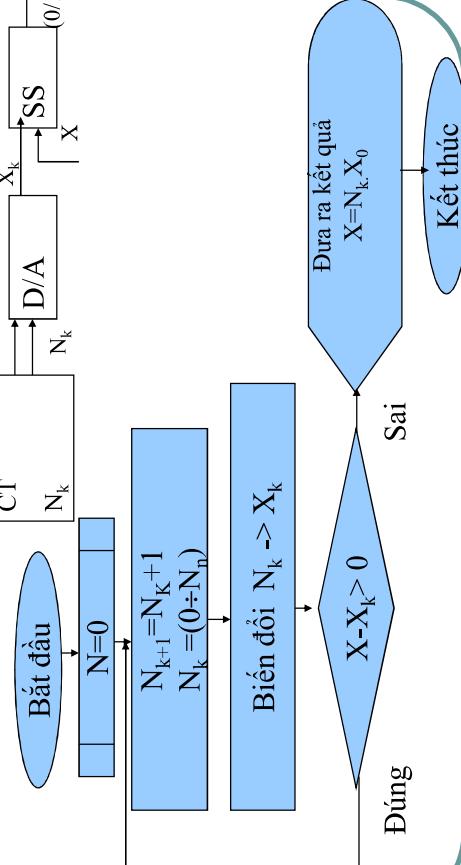
- Tín hiệu **đo** mang theo thông tin về đổi tượng cản nghiên cứu.
- Tín hiệu đo thê hiện ở 2 phần**: Phần đại lượng và phần dạng tín hiệu.

- Phân Đại lượng**: thông tin về giá trị của đổi tượng đo
 - Phân Dạng tín hiệu**: thông tin về sự thay đổi tín hiệu đo
- Gia công tín hiệu: là nghiên cứu các quy luật biến đổi tín hiệu, xác định các loại tín hiệu, chuyển đổi tín hiệu bất kỳ về các tín hiệu có quy luật để đánh giá chúng, chuyển đổi xạ, dùng vào việc điều khiển hoặc phục hồi lại tín hiệu ấy khi cần thiết
- Xử lý tín hiệu đo lường: tức là áp dụng các nguyên công về đo lường lên các tín hiệu đó, có những đặc điểm riêng là vẫn để biến các tín hiệu đó thành số với một sai số xác định, phản ánh định lượng đại lượng cần đo

- Các điều kiện đo**: Khi tiến hành phép đo ta phải tính đến ảnh hưởng của môi trường đến kết quả đo và ngược lại, khi sử dụng dụng cụ đo phải không được ảnh hưởng đến đổi tượng đo.

Phương pháp đo (2)

- Quá trình đo kiểu so sánh



16

14

Đặc trưng của kỹ thuật đo(4) Người quan sát

- Đó là người đo và giao công kết quả đo. Nhiệm vụ của người quan sát khi đo là phải nắm được phương pháp đo, am hiểu về thiết bị đo mà mình sử dụng; kiểm tra điều kiện đo; phán đoán về khoảng đo để chọn thiết bị phù hợp; chọn dụng cụ đo phù hợp với sai số yêu cầu và phù hợp với điều kiện môi trường xung quanh; biết điều khiển quá trình đo để cho ra kết quả mong muốn; nắm được các phương pháp gia công kết quả đo để tiến hành gia công số liệu thu được sau khi đo. Biết xét đoán kết quả đo xem đã đạt yêu cầu hay chưa, có cần đo lại hay không, hoặc phải đo lại nhiều lần theo phương pháp đo lường thống kê.
- Ngày nay vai trò của người quan sát giảm nhẹ vì hầu hết các phương tiện đều đo tự động

19

Đặc trưng của kỹ thuật đo(2) Đơn vị đo và chuẩn mẫu

- Việc đầu tiên của đo lường học là xác định đơn vị đo và những tổ chức cần thiết để tạo mẫu để đảm bảo cho kết quả đo lường chính xác, tin cậy
- Việc thành lập đơn vị, thống nhất đơn vị đo lường là một quá trình lâu dài, biến động. Việc đảm bảo đơn vị, tổ chức kiểm tra, xác nhận, mang tính chất khoa học, kỹ thuật vừa tổ chức và pháp lệnh
- Việc thống nhất hệ thống quốc tế về đơn vị mang tính chất hiệp thương và quy ước -> *Nó có ý nghĩa quan trọng đặc biệt trong việc giao thương hàng hoá -> hệ thống đơn vị IS (International Standard) ra đời (1960) Do tổ chức quốc tế về chuẩn phụ trách ISO (International Standard Organisation) gồm 7 đại lượng chính*

17

Đặc trưng của kỹ thuật đo (5) Đánh giá kết quả đo

- Xác định tiêu chuẩn đánh giá một phép đo.
- Kết quả đo ở một mức độ nào đó có thể coi là chính xác. Một giá trị như vậy được gọi là giá trị ước lượng của đại lượng đo. Đó là giá trị được xác định bởi thực nghiệm nhờ các thiết bị đo. Giá trị này gần với giá trị thực mà ở một điều kiện nào đó có thể coi là thực.
- Để đánh giá giữa giá trị ước lượng và giá trị thực, người ta sử dụng khái niệm sai số của phép đo. Sai số của phép đo là hiệu giữa giá trị thực và giá trị ước lượng
- Có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến sai số :
 - Do phương pháp đo không hoàn thiện.
 - Sự biến động của các điều kiện bên ngoài vượt ra ngoài những điều kiện tiêu chuẩn được quy định cho dụng cụ mà ta chọn.
 - Do dụng cụ đo không đảm bảo độ chính xác, do cách đọc của người quan sát, do cách đặt dụng cụ đo không đúng quy định v.v...

Đặc trưng của kỹ thuật đo(3) Phương pháp đo và Phương tiện đo

- Quá trình đo được thực hiện theo những bước nhất định, thực hiện các thao tác đo lường cơ bản.
- Thủ tục phối hợp các thao tác (nguyên công) đo lường là phương pháp đo.
- Phương tiện đo thể hiện kỹ thuật của một phương pháp đo cụ thể. -> Định nghĩa “ Phương tiện đo là tập hợp các phần tử, các modul, các dụng cụ, các hệ thống phục vụ cho việc thu thập và xử lý số liệu đo lường”
- Phân loại phương tiện đo lường

20

18

1.4. Thiết bị đo (1)

- Xác định tiêu chuẩn đánh giá một thiết bị đo:
 - Tiêu chuẩn có thể là tiêu chuẩn quốc gia do cơ quan pháp quyền của một Nhà nước quyết định và thành pháp lệnh.
 - Tiêu chuẩn quốc tế là tiêu chuẩn do hội đồng các nhà bác học nghiên cứu, xác định và khuyến cáo để các quốc gia áp dụng.
 - ISO và IEC là những tiêu chuẩn quốc tế được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực sản xuất
- Tổ chức kiểm định và xác nhận thiết bị đo:
 - Thiết bị đo lường là thiết bị phải đảm bảo các tiêu chuẩn về chất lượng vì vậy định kỳ phải được kiểm định và cấp giấy lưu hành
 - Đây là công việc của các trung tâm kiểm chuẩn tức là so sánh thiết bị đo với chuẩn và đánh giá lại thiết bị đo.
 - Chỉ có những thiết bị đo đã kiểm chuẩn và đã được cấp giấy chứng nhận mới được coi là thiết bị đo hợp pháp, có thể lưu hành.

23

1.3. Các nguyên công đo lường cơ bản(1)

- Quá trình đo là thực hiện các nguyên công đo lường, các nguyên công có thể thực hiện tự động trong thiết bị hoặc do người thực hiện.
 - Xác định đơn vị đo, thành lập mẫu, tạo mẫu và truyền mẫu:
 - xác định đơn vị, tạo ra chuẩn mẫu là những đại lượng vật lý có tính bất biến cao và là hiện thân của đơn vị đo lường.
 - Lượng tử hóa chuẩn và tổ hợp thành đại lượng chuẩn có thể thay đổi giá trị, tạo thuận lợi cho việc xác định giá trị của đại lượng đó, ta gọi là truyền chuẩn.
 - Nguyên công biến đổi: Thực hiện phép biến đổi trên các tín hiệu đo lường, từ đại lượng này sang đại lượng khác, từ dạng này sang dạng thể hiện khác

21

Thiết bị đo (2)

- Tổ chức quản lý đảm bảo đo lường
Thiết bị đo là một thiết bị đặc biệt, nó được quản lý theo pháp lệnh Nhà nước. Nhà nước ra những quy định về quản lý thiết bị đo, như *đăng ký, chứng nhận đạt tiêu chuẩn hay không đạt tiêu chuẩn*, được lưu hành hợp pháp hay không. Phải đảm bảo việc truyền chuẩn có thể xuống đến những nơi cần thiết đảm bảo cho việc nâng cao chất lượng của các sản phẩm công nghiệp với yêu cầu ngày càng cao.
 - Các tiêu chuẩn chung nhất của một thiết bị đo
 - Giá trị đo và khoảng đo
 - Sai số và độ chính xác
 - Các tiêu chuẩn khác
 - Ngoài hai tiêu chuẩn về độ nhạy, độ chính xác của thiết bị đo còn phải xét đến đặc tính động, tần số của thiết bị và các chỉ tiêu đặc biệt đối với từng thiết bị.
 - Các chỉ tiêu chung này là những chỉ tiêu phụ nhưng có những lúc trở thành chỉ tiêu quan trọng.

Các nguyên công đo lường cơ bản (2)

- Nguyên công so sánh:
 - so sánh có thể thực hiện trong không gian số bằng một thuật toán chia (phương pháp so biến đổi trực tiếp)
 - trong không gian các đại lượng vật lý, thực hiện bằng một phép trừ trong bộ so sánh (comparator) $X - X_k \leq \epsilon$ (phương pháp đo kiểu so sánh)
- Nguyên công giao tiếp.
 - Giao tiếp người và máy (HMI) trong ấy việc hiển thị, trao đổi, theo dõi giám sát là một dịch vụ khá lớn trong hệ thống thông tin đo lường điều khiển.
 - Giao tiếp với hệ thống (tức với mạng) thể hiện chủ yếu ở dịch vụ truyền thông.

24

22

Dơn vị và hệ đơn vị (2)

- Bội số và ước số của đơn vị

Hệ số	Tên	Ký hiệu	Hệ số	Tên	Ký hiệu
10^{24}	Yotta	Y	10^{-1}	Deci	d
10^{21}	Zetta	Z	10^{-2}	Centi	c
10^{18}	Exa	E	10^{-3}	Mili	m
10^{15}	Peta	P	10^{-6}	Micro	μ
10^{12}	Tera	T	10^{-9}	Nano	n
10^9	Giga	G	10^{-12}	Pico	p
10^6	Mega	M	10^{-15}	Femto	f
10^3	Kilo	K	10^{-18}	Atte	a
10^2	Hecto	H	10^{-21}	Zepio	z
10^1	Deca	Da	10^{-24}	Yocto	y

27

Chương 2. Hệ đơn vị, chuẩn, mẫu, tạo mẫu và chuyển mẫu

- Đơn vị và hệ đơn vị
- Chuẩn và mẫu
- Tạo ra mẫu công tác và mẫu biến đổi
- Tổ chức quốc tế và quốc gia về hệ thống chuẩn.

25

Định nghĩa 7 đơn vị cơ bản

a. Chiều dài: đơn vị chiều dài là mét (m). Mét là khoảng chiều dài đã được của ánh sáng truyền trong chân không trong khoảng thời gian là: $1/299.792.458$ giây

b. Khối lượng: Đơn vị khối lượng là kilogam (kg). Đó là khối lượng của một khối Bạch kim Iridi (Pt Ir) lưu giữ ở BIPM ở Pháp –Bureau International des Poids et Mesure).

c.Thời gian: Đó là thời gian của $9.192.631.770$ chu kỳ của máy phát sóng nguyên tử Sedi 133(Cs-133).

d. Dòng điện: Ampe là cường độ dòng điện tạo ra một lực đẩy là 2×10^{-7} N trên đơn vị chiều dài giữa hai dây dẫn dài vô cùng đặt cách nhau 1m.

2.1.Đơn vị và hệ đơn vị chuẩn(1)

- Hệ đơn vị SI gồm 7 đơn vị chính

	Tên đơn vị	Đơn vị	Ký hiệu
Chiều dài		mét	m
Khối lượng	Kilogam	Kg	
Thời gian	giây	s	
Dòng điện	Ampe	A	
Nhiệt độ	độ Kelvin	K	
Ánh sáng	Candela	Cd	
Định lượng phân tử	Mol	Mol	

- 102 đơn vị đã xuất và 72 đơn vị chính

28

26

Một số đơn vị ngoài đơn vị hợp pháp mà vẫn sử dụng

Đơn vị	Quy đổi ra SI	Đơn vị	Quy đổi ra SI
Inch	2,54. 10 ⁻² m	Fynt	4,536 . 10 ⁻¹ kg
Foot (phút)	3,048. 10 ⁻¹ m	Tonne	1,0161. 10 ³ kg
Yard (Yat)	9,144 . 10 ⁻¹ m	Fynt/foot ²	4,882kg/m ²
Mille (dặm)	1,609km0	Fynt/foot ³	1,6018510 kg/m ³
Mille (hải lý)	1,852km	Bari	1.10 ⁶ N/m ²
"Inch vuông	6,4516.10 ⁻⁴ m ²	Torr	1,332. 10 ² N/m ²
Foot vuông	9,290.10 ⁻² m ²	Kilogram lực	9,8066N
Inch khối	1,6384. 10 ⁻⁵ m ³	Calo	4,1868J
Foot khối	2,832 . 10 ⁻² m ³	Mã lực	7,457.10 ² W
Galon (Mỹ)	3,785. 10 ⁻³ m ³	Kilowatt giờ	3,60 . 10 ⁶ J
Galon (Anh)	4,5 10 ⁻³ m ³	Thermie	1,0551 . 10 ³ J
		Electron volt (ev)	1,602 . 10 ² J
		Gauss	1.10 ⁻⁴ T
		Maxwell	1.10 ⁻⁸ Wb

31

Định nghĩa 7 đơn vị cơ bản (2)

- e. **Nhiệt độ** (nhiệt động): Đó là $\frac{1}{273,16}$ nhiệt độ nhiệt động của điểm ba của nước nguyên chất.
- f. **Lượng vật chất (mol)** Đó là luong vật chất của số nguyên tử của vật chất ấy, bằng số nguyên tử có trong 0,012 kg cacbon 12 (C_{12}).

g. **Cường độ sáng hay quang độ:** candela (Cd) là cường độ của một nguồn sáng phát ra ánh sáng đơn sắc ở tần số 540.10^{12} Hz, với công suất $\frac{1}{683}$ Watt trong một Steradian (Sr).

h. Hai đơn vị phụ là Radian (Rad) và Steradian.

Radian là góc phẳng có cung bằng bán kính. Steradian là góc khối nằm trong hình cầu gói hạn bởi vòng tròn cầu có đường kính bằng đường kính của quả cầu.

29

Bảng các đơn vị dẫn xuất

Đại lượng	Đơn vị	Ký hiệu	Thủ nguyên	Đại lượng	Đơn vị	Ký hiệu	Thủ nguyên		
Tần số	Hertz	Hz	$\frac{1}{s}$	T^{-1}	Từ thông	Weber	Wb	V.S	L^2MT^{-1}
Lực	Newton	N	$Kg \frac{m}{s^2}$	$ML^{-2}T^2$	Từ cảm ứng	Tesla	T	W/m^2	$MT^{-2}T^1$
Áp suất	Pascal	Pa	N/m^2	$MT^{-2}T^2$	Điện cảm	Henry	H	Wb/A	$T^{-2}T^2$
Nặng lượng	Joule	J	Nm	$ML^{-2}T^2$	Nhiệt độ	$^{\circ}C$	K	θ	
Công suất	Watt	W	J/s	$ML^{-3}T^3$	Quang thông	Lumen	Lm	$CdSr/JST^1$	
Điện áp	Volt	V	W/A	$ML^{-2}T^3T^1$	Điện đổi	Lux	Lx	$1/m^2$	L^2JSr^{-1}
Điện tích	Coulomb	C	A/s	T^{-1}	Cường độ phóng xạ	Becquerel	Bq	$1/s$	T^{-1}
Điện dung	Farad	F	C/V	$L^2MT^{-1}T^1$	Liệu lượng tuyết đối	Grav	Gv	J/kg	L^2T^{-1}
Điện trở	Ohm	Ω	V/A	$L^2MT^{-3}T^{-2}$	Liệu lượng trong đường	Sievert	Sv	m^2/s^2	L^2T^{-2}
Điện dẫn	Siemens	S	$/V$	$L^2MT^{-1}T^1$					

2.2.Chuẩn và mẫu

- Để thống nhất được đơn vị thì người ta phải tạo được mẫu của đơn vị ấy, phải truyền được các mẫu ấy cho các thiết bị đo
- Để thống nhất quan lý đo lường, đảm bảo đo lường cho công nghiệp, thương mại, và đời sống, mỗi quốc gia đều tổ chức hệ thống mẫu chuẩn và truyền chuẩn của quốc gia đó.

- Các hằng số vật lý dùng để làm chuẩn
- Chuẩn mẫu mét
- Chuẩn mẫu về khối lượng
- Chuẩn mẫu về thời gian và tần số.
- Chuẩn mẫu về các đại lượng điện.

32

Phân loại (3)

- Trên phạm vi quốc tế
 - Chuẩn quốc tế (International standard):
 - Là chuẩn được một hiệp định quốc tế công nhận để làm cơ sở ấn định giá trị cho các chuẩn khác của đại lượng có liên quan trên phạm vi quốc tế.
 - Chuẩn quốc gia (National Standard):
 - Là chuẩn được một quyết định có tính chất quốc gia công nhận để làm cơ sở ấn định giá trị cho các chuẩn khác có liên quan trong một nước.
 - Chuẩn chính (Reference standard):
 - Là chuẩn thường có chất lượng cao nhất về mặt đo lường có thể có ở một địa phương hoặc một tổ chức xác định mà các phép đo ở đó đều được dẫn xuất từ chuẩn này.
 - Chuẩn công tác (Working standard):
 - Là chuẩn được dùng thường xuyên để hiệu chuẩn hoặc kiểm tra vật đo, phương tiện đo hoặc mẫu chuẩn.
 - Chuẩn so sánh (Transfer standard):
 - Là chuẩn được sử dụng như là một phương tiện để so sánh các chuẩn.

35

Định nghĩa - chuẩn

- Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) 6165 -1996 chuẩn đo lường (measurement standard) hay vẫn tắt là chuẩn, được định nghĩa như sau: "**Chuẩn** là Vật đo, phương tiện đo, **mẫu chuẩn hoặc hệ thống đo để định nghĩa, thể hiện, duy trì hoặc tái tạo đơn vị hoặc một hay nhiều giá trị của đại lượng để dùng làm mốc so sánh"**

Phân loại

- Chuẩn đầu (Primary standard)
- Chuẩn thứ (Secondary standard):
 - Chuẩn bậc I:
 - Chuẩn bậc II:



33

Một số hằng số vật lý dùng làm chuẩn

Điều kiện	Ký hiệu	Giá trị (với sai số 1σ)	Đơn vị
Tốc độ, nh. s, ng trong chén kính	C	299.792.458 m/s(chuyển x, c)	Thời gian, tần số chuyển đổi
Điện tử electron	C	1,60217733 . 10 ⁻¹⁹ (0,3 ppm)	Điện, p, điện giác
Hàng sè "Jozepson"	K _{J-90}	483.587,96 Hz/v (0,4 ppm)	Điện, p
Hàng sè Von Klitzing	R _{J-90}	25,812807 KΩ (0,2 ppm)	Điện trở
Hỗn sè điện từ trong chén kính	μ ₀	4π·10 ⁻⁷ N/A ² (chuyển x, c)	Điện dung

36

Phân loại (2)

- Chuẩn đầu (Primary standard): Là chuẩn được chỉ định hay thừa nhận rộng rãi là có chất lượng về mặt đo lường cao nhất và các giá trị của nó được chấp nhận không dựa vào các chuẩn khác của cùng đại lượng.
- Chuẩn thứ (Secondary standard): Là chuẩn mà giá trị của nó được ấn định bằng cách so sánh với chuẩn đầu của cùng đại lượng.
- Chuẩn bậc I: là chuẩn mà giá trị của nó được ấn định bằng cách so sánh với chuẩn thứ của cùng đại lượng.
- Chuẩn bậc II: là chuẩn mà giá trị của nó được ấn định bằng cách so sánh với chuẩn bậc I của cùng đại lượng.

34

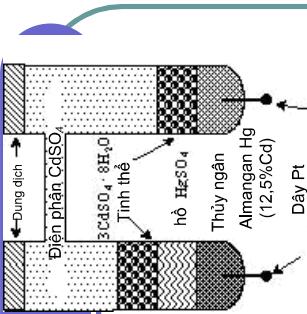
Phát điện áp một chiều
chuẩn

Sức điện động Pin mẫu ở 20°C cho bởi Công thức:
 $E_{\infty} = 1.0118636 \cdot 0.6 \cdot 10^{-4} N \cdot 5.0 \cdot 10^{-5} N^2$

Sức điện động của Pin mẫu lại thay đổi theo nhiệt độ theo Công thức:

$$\Xi_t = E_{20} - 4.610^{-5}(t-20) - 9.510^{-4}(t-20)^2 + 1.0 \cdot 10^{-5}(t-20)^3 + ..$$

Mẫu điện áp Quốc gia được lấy là giá trị trung bình của 20 (hoặc 10) pin mẫu bão hòa này.



A vintage-style vacuum tube radio with two large glass tubes and a wooden cabinet.

०८

Một số chuẩn mẫu về các đại lượng điện

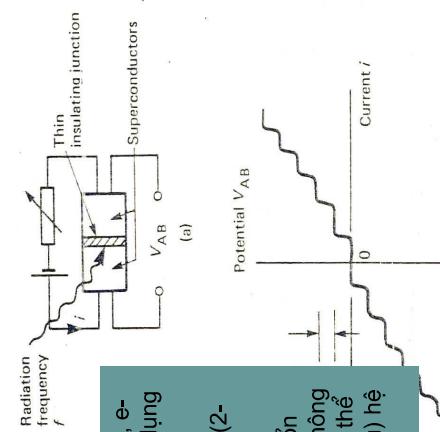
- Chuẩn dòng điện
 - Chuẩn điện áp
 - Chuẩn điện trở
 - Chuẩn điện dung
 - Chuẩn tần số

37

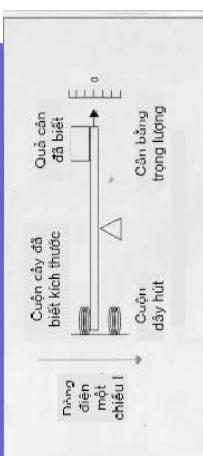
Phần tử Jozepson (1)

$$V = n \frac{h}{2e} f$$

- n- Số cấp chuyển tiếp Siêu dẫn; h- Hằng số Plank, e- Điện tích Electron; f tần số sóng điện từ cực ngắn dùng làm lớp chuyển tiếp siêu dẫn chì-oxit chí tinh khiết.
- Lớp chuyển tiếp để trong bình cách nhiệt nhiệt độ (2-4)K. Tần số sóng điện từ cực ngắn là 9 GHz.
- Điện áp trên một lớp chuyển tiếp (4-5) mV có tính ổn định rất cao: được truyền để so sánh với pin mẫu thông qua một phần áp chính xác (3.10^{-8}) và tổng hợp có thể thiết lập điện áp vào khoảng 1V (để so với Pin mẫu) hệ số không ổn định thấp hơn $5.10^{-8}V$.



a.Chuẩn dòng điện



Chuẩn bằng cân AgNO_3 điên phân

Năm 1060 chủ đảo đweeney thu mua hiện thêng của côn dòn

Năm 1980 chuẩn được thiệt hại qua cơn bão / đến tháng 4-1986

để luring qua call cùm xát cao (đến 4:10).

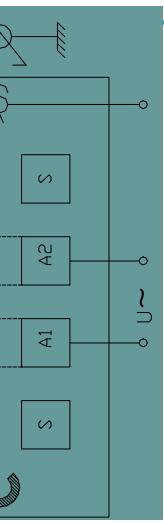
Gần đây thì người ta có đề xuất việc xác định dòng điện thông qua từ trường

- Xác định dòng điện chuẩn rất phức tạp vì vậy trong thực tế người ta sử dụng chuẩn về điện áp.

40

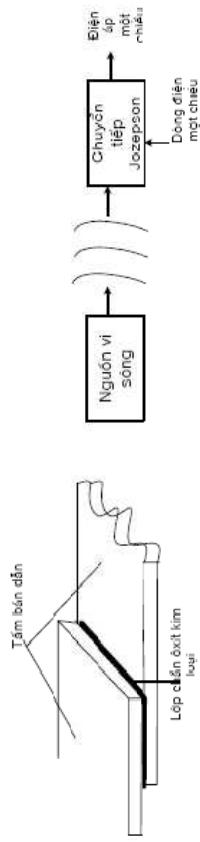
Sơ đồ máy phát tần số

Lớp chuyển tiếp



Chỉ có các nguyên tử Xeđi có năng lượng $F = 4$, $m_f = 0$ mới đi vào buồng chân không, ở đây nó qua 1 điện trường đều và được nung nóng lên bằng tia sóng cực ngắn, có tần số 9.162.631.770 Hz.

43



41

Ví dụ: Một số đài phát tần số trên thế giới

Tên đài	Vị trí	Kinh vĩ tuyến	Tổ chức	Tần số KHz	Sai số 10 ⁻⁶	Cách phát
CHV	Ottawa Canada	45°18' Bắc 75°45' Tây	Ủy ban nghiên cứu quốc gia	3330	0,05	Liên tục
DCE 77	Menlo Park Tây Đức	50°45' Bắc	Viện vật lý kỹ thuật liên bang	777,5	0,1	Liên tục (trừ từ 4-5 giờ thứ 3 và thứ 2 hang tuần)
FFFH	Sévan Pháp	48°32' Bắc 02°27' Đ	Trung tâm thông tin quốc gia	2500	0,2	Liên tục 8 giờ - 16 giờ (trừ thứ 7, chủ nhật)
GBR	Rebis Anh	52°22' Bắc 01°11' T	Phòng thí nghiệm quốc gia về vật lý	16	0,2	2 giờ 55-3 giờ, 8 giờ, 55-9 giờ, 14-55-15 giờ, 20-55 - 21 giờ
IAM	Rim Ý	41°52' Bắc 12°27' Đ	Viện cao cấp Bưu diễn và thông tin	5000	0,5	Mỗi phút 15 phút từ 7.30 - 5.30h hàng ngày (trừ chủ nhật).
JJY	Tottori Nhật	35°42' Bắc 139°31' Đ	Bộ Bưu điện và thông tin	2500	0,5	Liên tục (ngắt quãng từ 25 đến 34 phút hang giờ)
				5000 10.000 15.000		

Phát tần số chuẩn

Nguyên lý của máy phát thời gian hay tần số chuẩn đều dựa trên công thức:

$$\hbar\nu = E_2 - E_1$$

h- hằng số Plank; ν - là tần số; E_1 và E_2 là hai mức năng lượng trong khi chuyển mức.

Hiện nay dùng 3 loại mẫu nguyên tử về thời gian: Xedi, Hitro, Rubidi

Bảng tóm tắt các đặc tính của các mẫu thời gian hay sử dụng

Đặc tính	Xedi	Hitro	Rubidi	Thạch anh
Tính lắp lại đơn định(trung bình trong 1 sec)	± 3.10 ⁻¹²	± 2.10 ⁻¹²		
Trái	Rất nhỏ	Rất nhỏ	5.10 ⁻¹²	5.10 ⁻¹²
Tần số cộng hưởng	9.192.631.770	1420405.751	± 1.10 ⁻¹³	± 5.10 ⁻¹⁰
Trọng lượng máy (khoang)	30kg	400	15	10
Nhiệt độ làm việc	-20 ÷ +60°C	0 ÷ 50°C	0 ÷ 50°C	0 ÷ 50°C
Số lần cộng hưởng nguyên tử trong một giây	10 ⁶	10 ²	10 ¹²	330K
Nhiệt độ cộng hưởng	360K	300K	300K	330K

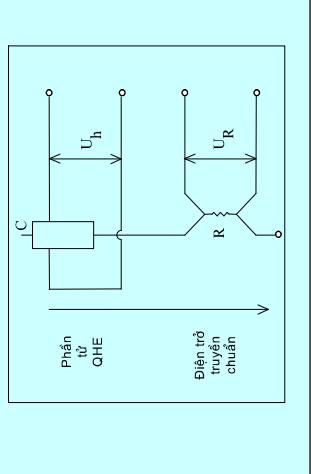
42

Chuẩn điện trở

$$U_h = R_{k=90} I / i$$

$$R_h = \frac{U_h}{I} = R_{k=90} / i$$

U_h: Điện áp Hall, R_h = Điện trở Hall - ống từ.
 I: Hiện dòng Hall, i: Hiện dòng Hall.
 R_{k=90}: Điện trở Hall.



47

Chuẩn điện trở

Từ lâu, điện trở mẫu là một bộ gồm 10 cuộn dây manganin có điện trở định mức 1Ω để trong hộp kín 2 lớp đỗ dây không khí nén, có giá trị $1,000002\Omega$ với phuong sai $\sigma = 1.10^{-7}$.

Truyền điện trở khác bằng cầu 1 chiều.

Từ năm 1990, điện trở mẫu được xác định thông qua hiệu ứng Hall lượng tử từ (QHE), nhò có hằng số vật lý von Klitzing.

Hằng số Von Klitzing được xác định $R_{k=90} = 25,81280\Omega$ với sai số $0,2,10^{-6}$. Phần tử cơ bản của một QHE là một planar MOSFET mỏng để trong một môi trường nhiệt độ thấp. $1-2K$ ($-271^{\circ}C$). Từ trường được đặt vuông góc với lá mỏng bán dẫn có cường độ từ cảm một vài Tesla.

45

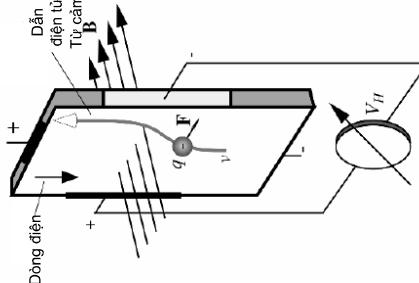
Ví dụ

Bảng 3.13 Điện trở mẫu của Fluke.

Lỗi mẫu	Đầu ra	Bộ khống ô định	Quan hệ với Theo định nghĩa SI và	Ứng dụng
QHE quantum Hall effect	$\frac{h}{ie^2}$	0,2 ppm ($\pm 1\sigma$)		Mẫu đầu tư dùng ở phòng TN, biến quan trọng H lỏng
Thomas 1Ω	1Ω	0,05 ppm	2 Ω với mẫu cấp trên	Mẫu đầu phòng thí nghiệm, biến quan trọng
EST SR 104 10kΩ	10Ω - 10MΩ	0,15 ppm	2 Ω với mẫu cấp trên	Mẫu đầu phòng thí nghiệm biến quan trọng không khí nhưng có hiện chỉnh nhiệt độ
Fluke 742A	1Ω - 10MΩ	2,5 ppm/6 tháng	Quan hệ với mẫu cấp trên	Mẫu cấp 2 dùng ở phòng thí nghiệm và hiện trường
Calibrator điện trở 5450	1Ω đến 100MΩ 1/7 giá trị cu thê	0,5 ppm/90 ngày	Quan hệ với mẫu quốc gia	Mẫu công tác nhiệt độ bao quanh 18-25°C
Fluke 5700	1Ω đến 100MΩ 17 giá trị	11 ppm/90 ngày	2 Ω với chuẩn quốc gia	Mẫu công tác làm việc ở nhiệt độ 15 - 25°C
Fluke 5100	1Ω đến 100MΩ 8 decimal	10 ppm/6 tháng	Quan hệ với chuẩn quốc gia	Mẫu làm việc
Các hợp điện trở	6 decimal 0,1-1MΩ	100 ppm		Hợp đồng trữ

48

Hiệu ứng Hall



- Điện áp cảm ứng Hall tỉ lệ với
cường độ từ cảm B và dòng điện
đi qua tâm QHE

46

Tạo ra mẫu công tác và mẫu biến đổi (2)

- Các vấn đề tạo mẫu công tác (mẫu biến đổi):

- Lượng tử hóa chuẩn mẫu:

- Sau khi đã xác định đơn vị, cần có cách phân chia mẫu thành những bội số và ước số của đơn vị.

- Đơn vị nhỏ nhất của chuẩn mẫu gọi là **lượng tử**.

- Sai số lượng tử

$$\beta = \frac{q_k}{X_k} = \frac{1}{N_k}$$

- Tổ hợp các lượng tử của mẫu tham mưu biến đổi

Các lượng tử của mẫu được tổ hợp với nhau thành những dải lượng mẫu biến thiên. Tổ hợp các quy tắc gọi là biểu diễn các con số có giá trị xác định gọi là hệ thống đếm.

- Thuật toán biến đổi trong quá trình ra mẫu

Trong quá trình so sánh với dải lượng cần đo, mẫu cần phải thay đổi để được giá trị của nó. Thay đổi theo một chiến lược như thế nào để tối ưu theo một mục tiêu nhất định, đó là thuật toán biến đổi mẫu.

51

Chuẩn điện dung

- Chuẩn điện dung được thực hiện bằng tụ điện tĩnh theo lý thuyết Thompson - Lombard. Tụ gồm 4 thanh thép đường kính 50mm dài 500mm có trực song song và nằm trên đỉnh hình vuông, giữa chúng có 1 thanh mản chắn tĩnh đặt ở ngay tâm của hình vuông: Sự thay đổi điện dung của tụ điện (của tùng cắp điện cực) thay đổi theo khoảng di chuyển của thanh mản chắn.

$$\Delta C = \frac{1}{2\pi} \ln 2\Delta L = \frac{1}{2\pi \mu_0 C^2} \ln 2\Delta L$$

μ_0 : từ dẫn của không khí, C = tốc độ ánh sáng.

ΔL : độ bằng phuong pháp giao thoa với $\Delta L = 100\text{mm}$ sai số 10^{-7} . $\Delta C = 0,4002443 \text{ pF}$, sai số không quá 5.10^{-7} .

Điện dung mẫu được truyền sang các điện dung khác thông qua các hộp điện. Từ các mẫu này ta có thể suy ra các dải lượng điện khác thông qua các hộp điện trở và hộp điện dung chính xác cao.

49

2.3. Liên kết chuẩn

- Tổ chức chuẩn thế giới

- Tổ chức đảm bảo đo lường của Việt nam

Theo sơ đồ tổ chức quốc tế về công ước mét ở Việt nam có
Tổng cục tiêu chuẩn đo lường chất lượng trực thuộc Hội đồng bộ trưởng chịu trách nhiệm về việc xây dựng các tiêu chuẩn, quản lý các phương tiện đo lường để đảm bảo chất lượng các sản phẩm sản xuất tại Việt nam.

Về việc đảm bảo đo lường, trực thuộc Tổng cục TC-ĐL-CL có các trung tâm đo lường

- Trung tâm đo lường nhà nước

- Trung tâm đo lường 1, trung tâm đo lường 2..

- Các phòng thí nghiệm chuẩn chuyên ngành Vilas

2.3. Tạo ra mẫu công tác và mẫu biến đổi

- Sau khi tạo mẫu quốc gia, phải tổ chức mạng lưới quốc tế và quốc gia để truyền chuẩn đến những phòng thí nghiệm tiêu chuẩn khu vực. Những chuẩn này phải đạt độ chính xác yêu cầu: cách bố trí, quy luật biến đổi phù hợp với tín hiệu kiểm tra và thiết bị so sánh.

52

50

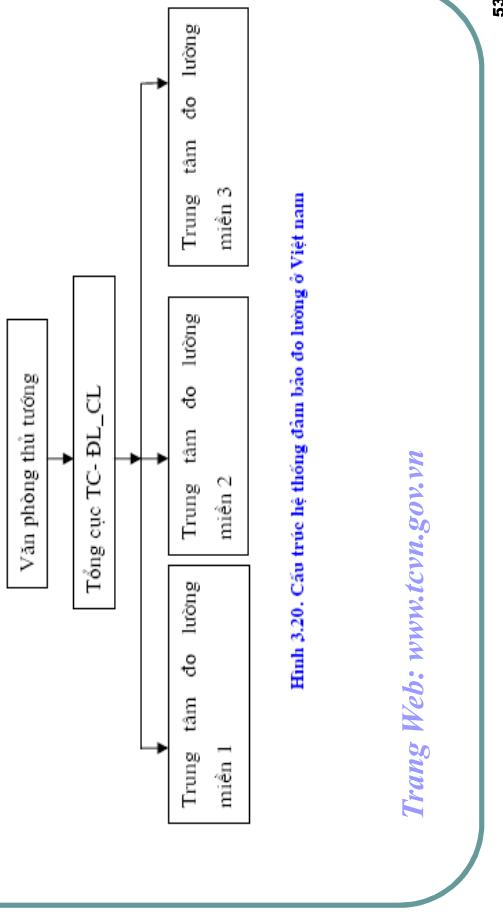
Tổ chức quốc tế về chuẩn ISO31-1992

nationmaster.com

- ISO 31-0: Nguyên tắc chung
- ISO 31-1: Không gian và thời gian
- ISO 31-2: Hiện tượng tuân hoàn và các phần liên quan
- ISO 31-3: Cơ
- ISO 31-4: Nhiệt
- ISO 31-5: Điện và từ
- ISO 31-6: Ánh sáng và bức xạ điện có liên quan
- ISO 31-7: Âm
- ISO 31-8: Hoá học và vật lý phân tử
- ISO 31-9: Vật lý nguyên tử và hạt nhân
- ISO 31-10: Phản ứng hạt nhân và bức xạ ion hoá
- ISO 31-11: Dấu hiệu và ký hiệu toán học dùng trong khoa học vật lý và công nghệ
- ISO 31-12: Số đặc trưng
- ISO 31-13: Vật lý trạng thái rắn

55

Cấu trúc đảm bảo đo lường Việt nam



53

Hình 3.20. Cấu trúc hệ thống đảm bảo đo lường ở Việt nam

Trang Web: www.tcmn.gov.vn

Tổ chức quốc tế về chuẩn Châu Âu EUROMET



Membership and organisation



TC-AUV Acoustics, ultrasound & vibration	TC-L Length	TC-M Mass & related quantities
TC-EM Electricity & Magnetism	TC-M Mass & related quantities	TC-MC Metrology in Chemistry
TC-F Flow	TC-PR Photometry & Radiometry	TC-T Thermometry
TC-IR Ionising Radiation	TC-IR Time & Frequency	TC-TF Time & Frequency
TC-IM Interdisciplinary Metrology		

Joint EUROMET-EURACHEM Technical Committee "Metrology in Chemistry" (Metchem or MC)
mol **cd** **kg** **m** **s** **K** **A**

Trung tâm đo lường Việt nam

- Xây dựng chuẩn, bao hành, truyền chuẩn, hiệu chuẩn: Tạo xây dựng và ban hành chuẩn quốc gia, theo đúng quy định và quy tắc quốc tế, thường xuyên thông tin trao đổi với các chuẩn quốc tế khác, đảm bảo sao cho chuẩn đầu của Việt nam nằm trong danh sách các chuẩn có uy tín.
- Đại diện cho phía Việt nam giải quyết các tranh chấp về chất lượng kết quả đo, phương tiện đo khi có tranh chấp.

Trang Web: www.vni.gov.vn

56

54

Tổ chức truyền mẫu quốc tế (2)

Phòng thí nghiệm địa phương
Truyền chuẩn sơ cấp (dùng ở MAP)
Mẫu đầu Volt nhân tạo tại địa phương
(Theo MAP)
Mẫu 10V
So sánh với mảng J-Array thông qua MAP.
Mẫu phân áp (10:1 và 100:1)
Mẫu làm việc
Dụng cụ đo sử dụng (dịch vụ cho R&D)

: J-Array: Đại diện độc lập
: 732B: của điện áp V

: 734A: : 732B

: 752A: : 752B

: 5700A: : 842A

59

Ký hiệu

- = Định nghĩa
- = Thiết bị thực nghiệm
- - - - - = Thiết bị sử dụng và thương mại
- = Thiết bị thương mại

Tổ chức quốc tế về chuẩn Châu Âu EUROMET (2)

Organisation make-up

- **EUROMET Committee (EC):** Takes decisions and consists of one delegate per Signatory
- **EUROMET Executive Committee (EEC):** Prepares EUROMET actions and consists of eight members elected by the EUROMET Committee
- **Contact Person:** One per country, per subject field
- **Technical Committee Chairperson (TCC):** Coordinate EUROMET projects, per subject field.

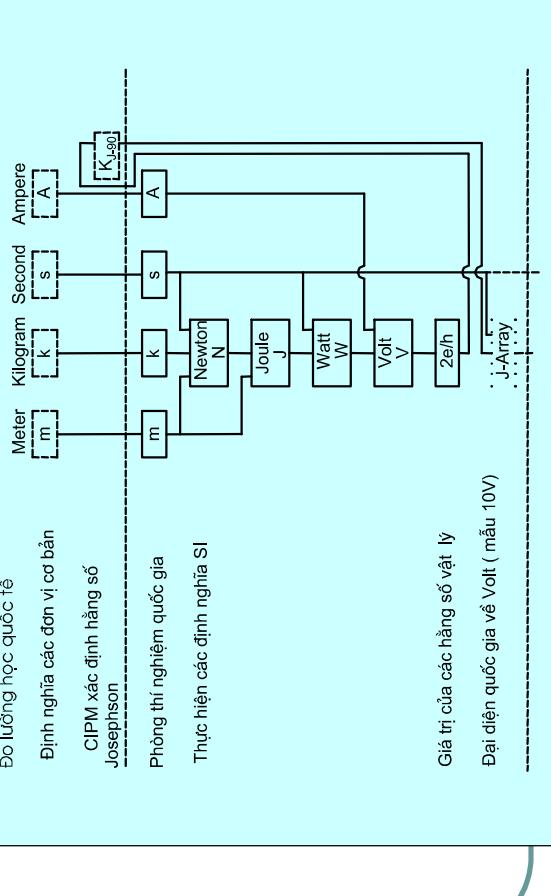
Members
Austria, Belgium, Czech Republic, Commission of European Communities, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Italy, Luxembourg, The Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom.

Publications

- EUROMET DIRECTORY 2002
- **Guide 1:** EUROMET's Policy on the Application of Quality System in National Metrology Institutes
- **Guide 2:** EUROMET and its International Relations
- **Guide 3:** EUROMET Guidelines on Conducting Comparisons
- **Guide 5:** EUROMET Co-operation in Research
- **Guide 6:** EUROMET Traceability
- **Guide 7:** EUROMET Consultation on Facilities
- **Guide 8:** Review Criteria and Procedures for EUROMET CMCs
- **Guide 9:** EUROMET Review Procedures for other RMOs, CMCs.

57

Ví dụ: Tổ chức truyền mẫu quốc tế (1)



59