

CHƯƠNG 1.

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ ĐỊNH NGHĨA (2 LT)

1.1. Quá trình đo lường, định nghĩa phép đo.

Trong quá trình nghiên cứu khoa học nói chung và cụ thể là từ việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, thử nghiệm cho đến khi vận hành, sửa chữa các thiết bị, các quá trình công nghệ... đều yêu cầu phải biết rõ các thông số của đối tượng để có các quyết định phù hợp. Sự đánh giá các thông số quan tâm của các đối tượng nghiên cứu được thực hiện bằng cách đo các đại lượng vật lý đặc trưng cho các thông số đó.

- **Định nghĩa phép đo:** Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng đại lượng cần đo để có kết quả bằng số so với đơn vị đo.

Kết quả đo lường (A_x) là giá trị bằng số, được định nghĩa bằng tỉ số giữa đại lượng cần đo (X) và đơn vị đo (X_0):

$$A_x = X/X_0.$$

- **Quá trình đo lường:** quá trình đo là quá trình xác định tỉ số:

$$A_x = \frac{X}{X_0} \quad (1.1)$$

Từ (1.1) có phương trình cơ bản của phép đo: $X = A_x \cdot X_0$, chỉ rõ sự so sánh X so với X_0 , như vậy muốn đo được thì đại lượng cần đo X phải có tính chất là các giá trị của nó có thể so sánh được, khi muốn đo một đại lượng không có tính chất so sánh được thường phải chuyển đổi chúng thành đại lượng có thể so sánh được.

Ví dụ: đo được dòng điện $I=5A$, có nghĩa là: đại lượng cần đo là dòng điện I , đơn vị đo là $A(ampe)$, kết quả bằng số là 5.

- **Đo lường học:** 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 và áp dụng các thành quả đo lường học vào phục vụ sản xuất và đời sống.

Như vậy trong quá trình đo lường cần phải quan tâm đến: đại lượng cần đo X (các tính chất của nó), đơn vị đo X_0 và phép tính toán để xác định tỉ số (1.1) để có các phương pháp xác định kết quả đo lường A_x thỏa mãn yêu cầu.

1.2. Các đặc trưng của kỹ thuật đo.

Mục đích của quá trình đo lường là tìm được kết quả đo lường A_x , tuy nhiên để kết quả đo lường A_x thỏa mãn các yêu cầu đặt để có thể sử dụng được đòi hỏi phải nắm vững các đặc trưng của quá trình đo lường.

Các đặc trưng của kỹ thuật đo lường gồm:

- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| - Đại lượng cần đo | - Kết quả đo. |
| - Điều kiện đo | - Thiết bị đo |
| - Đơn vị đo | - Người quan sát hoặc các thiết bị |
| - Phương pháp đo | thu nhận kết quả đo |

1.2.1. Đại lượng đo.

- **Định nghĩa:** đại lượng đo là một thông số đặc trưng cho đại lượng vật lý cần đo.

Mỗi quá trình vật lý có thể có nhiều thông số nhưng trong mỗi trường hợp cụ thể chỉ quan tâm đến một thông số là một đại lượng vật lý nhất định.

Ví dụ: nếu đại lượng vật lý cần đo là dòng điện thì đại lượng cần đo có thể là giá trị biên độ, giá trị hiệu dụng, tần số ...

- **Phân loại đại lượng đo:** có thể phân loại theo bản chất của đại lượng đo, theo tính chất thay đổi của đại lượng đo, theo cách biến đổi đại lượng đo.

▪ **Phân loại theo bản chất của đối tượng đo:**

- *Đại lượng đo điện:* đại lượng đo có tính chất điện, tức là có đặc trưng mang bản chất điện, ví dụ: điện tích, điện áp, dòng điện, trở kháng.
- *Đại lượng đo không điện:* đại lượng đo không có tính chất điện, ví dụ: nhiệt độ, độ dài, khối lượng ...
- *Đại lượng đo năng lượng:* là đại lượng đo mang năng lượng, ví dụ: sức điện động, điện áp, dòng điện, từ thông, cường độ từ trường ...
- *Đại lượng đo thông số:* là thông số của mạch điện, ví dụ: điện trở, điện cảm, điện dung ...
- *Đại lượng đo phụ thuộc thời gian:* chu kì, tần số ...

▪ **Phân loại theo tính chất thay đổi của đại lượng đo:**

- *Đại lượng đo tiền định:* đại lượng đo đã biết trước qui luật thay đổi theo thời gian.

Ví dụ: dòng điện dân dụng i là đại lượng tiền định do đã biết trước qui luật thay đổi theo thời gian của nó là một hàm hình sin theo thời gian, có tần số $\omega = 2\pi f = 314 \text{ rad/s}$, biên độ I , góc pha ban đầu φ .

- *Đại lượng đo ngẫu nhiên:* đại lượng đo có sự thay đổi theo thời gian không theo qui luật.

Trong thực tế đa số các đại lượng đo là đại lượng ngẫu nhiên, tuy nhiên tùy yêu cầu về kết quả đo và tùy tần số thay đổi của đại lượng đo có thể xem gần đúng đại lượng đo ngẫu nhiên là tiền định hoặc phải sử dụng phương pháp đo lường thống kê.

▪ **Phân loại theo cách biến đổi đại lượng đo:**

- *Đại lượng đo liên tục (đại lượng đo tương tự-analog):* đại lượng đo được biến đổi thành một đại lượng đo khác tương tự với nó.

Tương ứng sẽ có dụng cụ đo tương tự, ví dụ: ampe mét có kim chỉ thị, vôn-mét có kim chỉ thị ...

- *Đại lượng đo số (digital):* đại lượng đo được biến đổi từ đại lượng đo tương tự thành đại lượng đo số.

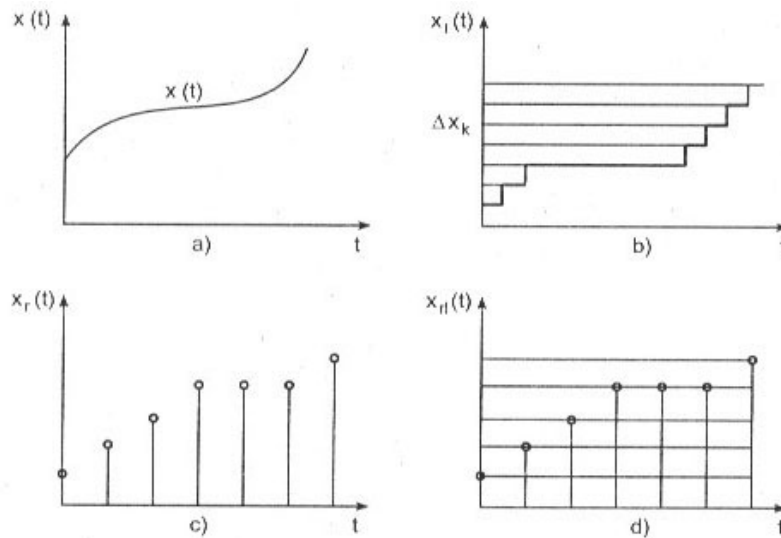
Tương ứng sẽ có dụng cụ đo số, ví dụ: ampe mét chỉ thị số, vôn-mét chỉ thị số...

Hầu hết các đại lượng đo sẽ được qua các công đoạn xử lý (bằng các phương tiện xử lý: sensor) để chuyển thành đại lượng đo điện tương ứng.

- **Tín hiệu đo:** Tín hiệu đo là loại tín hiệu mang đặc tính thông tin về đại lượng đo.

Trong trường hợp cụ thể thì tín hiệu đo là tín hiệu mang thông tin về giá trị của đại

lượng đo lường, trong nhiều trường hợp có thể xem tín hiệu đo là đại lượng đo.



Hình 1.1. Các dạng tín hiệu.

a. Liên tục; b. Lượng tử; c. Rời rạc; d. Rời rạc lượng tử (số).

1.2.2. Điều kiện đo.

Đại lượng đo chịu ảnh hưởng quyết định của môi trường sinh ra nó, ngoài ra kết quả đo phụ thuộc chặt chẽ vào môi trường khi thực hiện phép đo, các điều kiện môi trường bên ngoài như: nhiệt độ, độ ẩm của không khí, từ trường bên ngoài...ảnh hưởng rất lớn đến kết quả đo.

Để kết quả đo đạt yêu cầu thì phải thực hiện phép đo trong một điều kiện xác định, thường phép đo đạt kết quả theo yêu cầu nếu được thực hiện trong điều kiện chuẩn là điều kiện được qui định theo tiêu chuẩn quốc gia hoặc theo qui định nhà sản xuất thiết bị đo. Khi thực hiện phép đo luôn cần phải xác định điều kiện đo để có phương pháp đo phù hợp.

1.2.3. Đơn vị đo.

- **Định nghĩa:** Đơn vị đo là giá trị đơn vị tiêu chuẩn về một đại lượng đo nào đó được quốc tế qui định mà mỗi quốc gia đều phải tuân thủ.

Ví dụ: nếu đại lượng đo là độ dài thì đơn vị đo có thể là m (mét), inch, dặm...; đại lượng đo là khối lượng thì có các đơn vị đo là kg(kilôgam), aoxơ(ounce), pound... Trên thế giới người ta đã chế tạo ra những đơn vị tiêu chuẩn được gọi là các chuẩn.

Hệ thống đơn vị chuẩn quốc tế là hệ SI, thành lập năm 1960, các đơn vị được xác định: đơn vị chiều dài là mét(m); đơn vị khối lượng là kilôgam(kg); đơn vị thời gian là giây(s); đơn vị cường độ dòng điện là ampe(A); đơn vị nhiệt độ là kelvin(K); đơn vị cường độ ánh sáng là nến candela(Cd); đơn vị số lượng vật chất là môn(mol).

Các đại lượng	Tên đơn vị	Kí hiệu
Độ dài	mét	m
Khối lượng	kilôgam	kg
Thời gian	giây	s
Dòng điện	ampe	A

Nhiệt độ	Kelvin	K
Số lượng vật chất	môn	Mol
Cường độ ánh sáng	Candêla	Cd

1.2.4. Thiết bị đo và phương pháp đo.

- Thiết bị đo:

- **Định nghĩa:** thiết bị đo là thiết bị kỹ thuật dùng để gia công tín hiệu mang thông tin đo thành dạng tiện lợi cho người quan sát.

Những tính chất của thiết bị đo có ảnh hưởng đến kết quả và sai số của phép đo.

- **Phân loại:** gồm thiết bị mẫu, các chuyển đổi đo lường, các dụng cụ đo lường, các tổ hợp thiết bị đo lường và hệ thống thông tin đo lường..., mỗi loại thiết bị thực hiện những chức năng riêng trong quá trình đo lường.

- Phương pháp đo:

- **Định nghĩa:** phương pháp đo là việc phối hợp các thao tác cơ bản trong quá trình đo, bao gồm các thao tác: xác định mẫu và thành lập mẫu, so sánh, biến đổi, thể hiện kết quả hay chỉ thị.

Các phương pháp đo khác nhau phụ thuộc vào các phương pháp nhận thông tin đo và nhiều yếu tố khác như đại lượng đo lớn hay nhỏ, điều kiện đo, sai số, yêu cầu...

- **Phân loại:** trong thực tế thường phân thành hai loại phương pháp đo:
 - o Phương pháp đo biến đổi thẳng.
 - o Phương pháp đo so sánh.

1.2.5. Người quan sát.

- **Định nghĩa:** người quan sát là người thực hiện phép đo và gia công kết quả đo.

- Nhiệm vụ của người quan sát khi thực hiện phép đo:

- **Chuẩn bị trước khi đo:** phải nắm được phương pháp đo, am hiểu về thiết bị đo được 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 môi trường xung quanh.
- **Trong khi đo:** phải biết điều khiển quá trình đo để có kết quả mong muốn.
- **Sau khi đo:** nắm chắc các phương pháp gia công kết quả đo để gia công kết quả đo. Xem xét kết quả đo đạt yêu cầu hay chưa, có cần phải đo lại hay phải đo nhiều lần theo phương pháp đo lường thống kê.

1.2.6. Kết quả đo.

- **Định nghĩa:** kết quả đo là những con số kèm theo đơn vị đo hay những đường cong ghi lại quá trình thay đổi của đại lượng đo theo thời gian.

Kết quả đo không phải là giá trị thực của đại lượng cần đo mà chỉ có thể coi là giá trị ước lượng của đại lượng cần đo, nghĩa là nó 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 giá trị thực. Để đánh giá sai lệch giữa giá trị ước lượng và giá trị thực người ta sử dụng khái niệm sai số của phép đo, là hiệu giữa giá trị thực và giá trị ước lượng. Từ sai số đo có thể đánh giá phép đo có đạt yêu cầu hay không.

Kết quả đo sẽ được gia công theo một thuật toán (angôrit) nhất định bằng tay hoặc bằng máy tính để có được kết quả mong muốn.

1.3. Phân loại phương pháp đo.

Tùy thuộc vào đối tượng đo, điều kiện đo và độ chính xác yêu cầu của phép đo mà người quan sát phải biết chọn các phương pháp đo khác nhau để thực hiện tốt quá trình đo lường.

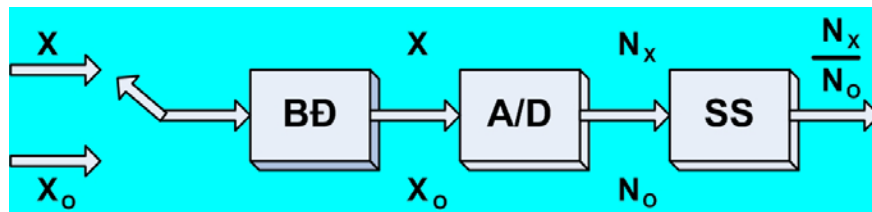
Có thể có nhiều phương pháp đo khác nhau nhưng trong thực tế thường phân thành 2 loại phương pháp đo chính là phương pháp đo biến đổi thẳng và phương pháp đo kiểu so sánh.

1.3.1. Phương pháp đo biến đổi thẳng.

- **Định nghĩa:** là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu biến đổi thẳng, nghĩa là không có khâu phản hồi.

- **Quá trình thực hiện:**

- Đại lượng cần đo X qua các khâu biến đổi để biến đổi thành con số N_X , đồng thời đơn vị của đại lượng đo X_O cũng được biến đổi thành con số N_O .
- Tiến hành quá trình so sánh giữa đại lượng đo và đơn vị (thực hiện phép chia N_X/N_O),
- Thu được kết quả đo: $A_X = X/X_O = N_X/N_O$.



Hình 1.2. Lưu đồ phương pháp đo biến đổi thẳng.

Quá trình này được gọi là quá trình biến đổi thẳng, thiết bị đo thực hiện quá trình này gọi là thiết bị đo biến đổi thẳng. Tín hiệu đo X và tín hiệu đơn vị X_O sau khi qua khâu biến đổi (có thể là một hay nhiều khâu nối tiếp) có thể được qua bộ biến đổi tương tự-số A/D để có N_X và N_O , qua khâu so sánh có N_X/N_O .

Dụng cụ đo biến đổi thẳng thường có sai số tương đối lớn vì tín hiệu qua các khâu biến đổi sẽ có sai số bằng tổng sai số của các khâu, vì vậy dụng cụ đo loại này thường được sử dụng khi độ chính xác yêu cầu của phép đo không cao lắm.

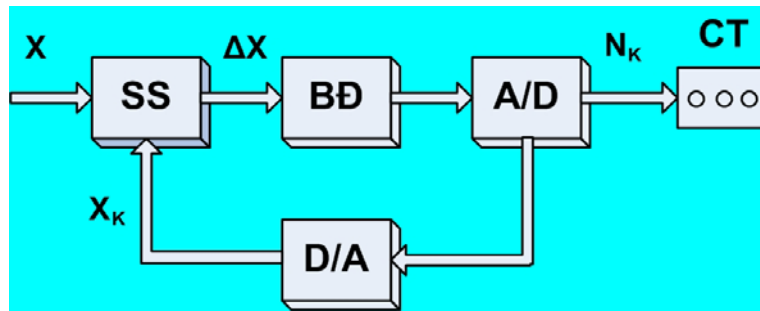
1.3.2. Phương pháp đo kiểu so sánh.

- **Định nghĩa:** là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu mạch vòng, nghĩa là có khâu phản hồi.

- **Quá trình thực hiện:**

- Đại lượng đo X và đại lượng mẫu X_O được biến đổi thành một đại lượng vật lý nào đó thuận tiện cho việc so sánh.
- Quá trình so sánh X và tín hiệu X_K (tỉ lệ với X_O) diễn ra trong suốt quá trình đo, khi hai đại lượng bằng nhau đọc kết quả X_K sẽ có được kết quả đo.

Quá trình đo như vậy gọi là quá trình đo kiểu so sánh. Thiết bị đo thực hiện quá trình này gọi là thiết bị đo kiểu so sánh (hay còn gọi là kiểu bù).



Hình 1.3. Lưu đồ phương pháp đo kiểu so sánh.

- **Các phương pháp so sánh:** bộ so sánh SS thực hiện việc so sánh đại lượng đo X và đại lượng tỉ lệ với mẫu X_K , qua bộ so sánh có: $\Delta X = X - X_K$. Tùy thuộc vào cách so sánh mà sẽ có các phương pháp sau:

▪ **So sánh cân bằng:**

- *Quá trình thực hiện:* đại lượng cần đo X và đại lượng tỉ lệ với mẫu $X_K = N_K \cdot X_0$ được so sánh với nhau sao cho $\Delta X = 0$, từ đó suy ra $X = X_K = N_K \cdot X_0$

⇒ suy ra kết quả đo:

$$A_X = X/X_0 = N_K.$$

Trong quá trình đo, X_K phải thay đổi khi X thay đổi để được kết quả so sánh là $\Delta X = 0$ từ đó suy ra kết quả đo.

- *Độ chính xác:* phụ thuộc vào độ chính xác của X_K và độ nhạy của thiết bị chỉ thị cân bằng (độ chính xác khi nhận biết $\Delta X = 0$).

Ví dụ: cầu đo, điện thế kế cân bằng ...

▪ **So sánh không cân bằng:**

- *Quá trình thực hiện:* đại lượng tỉ lệ với mẫu X_K là không đổi và biết trước, qua bộ so sánh có được $\Delta X = X - X_K$, đo ΔX sẽ có được đại lượng đo $X = \Delta X + X_K$ từ đó có kết quả đo:

$$A_X = X/X_0 = (\Delta X + X_K)/X_0.$$

- *Độ chính xác:* độ chính xác của phép đo chủ yếu do độ chính xác của X_K quyết định, ngoài ra còn phụ thuộc vào độ chính xác của phép đo ΔX , giá trị của ΔX so với X (độ chính xác của phép đo càng cao khi ΔX càng nhỏ so với X).

Phương pháp này thường được sử dụng để đo các đại lượng không điện, như đo ứng suất (dùng mạch cầu không cân bằng), đo nhiệt độ...

▪ **So sánh không đồng thời:**

- *Quá trình thực hiện:* dựa trên việc so sánh các trạng thái đáp ứng của thiết bị đo khi chịu tác động tương ứng của đại lượng đo X và đại lượng tỉ lệ với mẫu X_K , khi hai trạng thái đáp ứng bằng nhau suy ra $X = X_K$.

Đầu tiên dưới tác động của X gây ra một trạng thái nào đó trong thiết bị đo, sau đó thay X bằng đại lượng mẫu X_K thích hợp sao cho cũng gây ra cùng trạng thái như khi X tác động, từ đó suy ra $X = X_K$. Như vậy rõ ràng là X_K phải thay đổi khi X thay đổi.

- *Độ chính xác:* phụ thuộc vào độ chính xác của X_K . Phương pháp này chính xác vì khi thay X_K bằng X thì mọi trạng thái của thiết bị đo vẫn giữ

nguyên.

Thường thì giá trị mẫu được đưa vào khắc độ trước, sau đó qua các vạch khắc mẫu để xác định giá trị của đại lượng đo X. Thiết bị đo theo phương pháp này là các thiết bị đánh giá trực tiếp như vôn-mét, ampe-mét chỉ thị kim.

▪ **So sánh đồng thời:**

- *Quá trình thực hiện:* so sánh cùng lúc nhiều giá trị của đại lượng đo X và đại lượng mẫu X_K , căn cứ vào các giá trị bằng nhau suy ra giá trị của đại lượng đo.

Ví dụ: xác định 1 inch bằng bao nhiêu mm: lấy thước có chia độ mm (mẫu), thước kia theo inch (đại lượng cần đo), đặt điểm 0 trùng nhau, đọc được các điểm trùng nhau là: 127mm và 5 inch, 254mm và 10 inch, từ đó có được:

$$1 \text{ inch} = 127/5 = 254/10 = 25,4 \text{ mm}$$

Trong thực tế thường sử dụng phương pháp này để thử nghiệm các đặc tính của các cảm biến hay của thiết bị đo để đánh giá sai số của chúng.

Từ các phương pháp đo trên có thể có các cách thực hiện phép đo là:

- **Đo trực tiếp:** kết quả có chỉ sau một lần đo
- **Đo gián tiếp:** kết quả có bằng phép suy ra từ một số phép đo trực tiếp
- **Đo hợp bộ:** như gián tiếp nhưng phải giả một phương trình hay một hệ phương trình mới có kết quả
- **Đo thống kê:** đo nhiều lần và lấy giá trị trung bình mới có kết quả

1.4. Phân loại thiết bị đo.

Thiết bị đo là phương tiện kỹ thuật để thực hiện quá trình đo. Thiết bị đo là sự thể hiện phương pháp đo bằng các khâu chức năng cụ thể.

Thiết bị đo được chia thành nhiều loại tùy theo chức năng, thường gồm có: mẫu, dụng cụ đo, chuyển đổi đo lường, hệ thống thông tin đo lường.

1.4.1. Mẫu.

- **Định nghĩa:** thiết bị đo để khôi phục một đại lượng vật lý nhất định.

Thiết bị mẫu phải có độ chính xác rất cao từ 0,001% đến 0,1% tùy theo từng cấp, từng loại.

1.4.2. Dụng cụ đo.

- **Định nghĩa:** thiết bị để gia công các thông tin đo lường và thể hiện kết quả đo dưới dạng con số, đồ thị hoặc bảng số.

1.4.3. Chuyển đổi đo lường.

- **Định nghĩa:** thiết bị biến đổi tín hiệu đo ở đầu vào thành tín hiệu ra thuận tiện cho việc truyền, biến đổi, gia công tiếp theo hoặc lưu giữ mà không cho kết quả ra trực tiếp.

- **Phân loại:** có hai loại chuyển đổi:

- **Chuyển đổi các đại lượng điện thành các đại lượng điện khác:** các bộ phân áp, phân dòng; biến áp, biến dòng; các bộ A/D, D/A...
- **Chuyển đổi các đại lượng không điện thành các đại lượng điện:** là các chuyển đổi sơ cấp- bộ phận chính của đầu đo (cảm biến - sensor): các chuyển đổi nhiệt điện trở, cặp nhiệt, chuyển đổi quang điện...

1.4.4. Hệ thống thông tin đo lường.

- **Định nghĩa:** là tổ hợp các thiết bị đo và những thiết bị phụ để tự động thu thập số liệu từ nhiều nguồn khác nhau, truyền các thông tin đo lường qua khoảng cách theo kênh liên lạc và chuyển nó về một dạng để tiện cho việc đo và điều khiển.
- **Phân loại:** có thể phân hệ thống thông tin đo lường thành nhiều nhóm:
 - **Hệ thống đo lường:** là hệ thống để đo và ghi lại các đại lượng đo.
 - **Hệ thống kiểm tra tự động:** là hệ thống thực hiện nhiệm vụ kiểm tra các đại lượng đo, cho ra kết quả lớn hơn, nhỏ hơn hay bằng chuẩn.
 - **Hệ thống chẩn đoán kỹ thuật:** là hệ thống kiểm tra sự làm việc của đối tượng để chỉ ra chỗ hỏng hóc cần sửa chữa..
 - **Hệ thống nhận dạng:** là hệ thống kết hợp việc đo lường, kiểm tra để phân loại đối tượng tương ứng với mẫu đã cho.
 - **Tổ hợp đo lường tính toán:** có chức năng có thể bao quát toàn bộ các thiết bị ở trên, là sự ghép nối hệ thống thông tin đo lường với máy tính; có thể tiến hành đo, kiểm tra nhận dạng, chẩn đoán và cả điều khiển đối tượng.

Hệ thống thông tin đo lường có thể phục vụ cho đối tượng ở gần (khoảng cách dưới 2km) nhưng cũng có thể phục vụ cho đối tượng ở xa, khi đó cần phải ghép nối vào các kênh liên lạc. Một hệ thống như vậy gọi là hệ thống thông tin đo lường từ xa.

Bài tập:

Phân đọc thêm và tài liệu tham khảo cho sinh viên:

Phần chuẩn bị cho bài học tiếp:

1. Xem lại lý thuyết Xác suất thống kê: luật phân bố xác suất chuẩn, luật phân bố xác suất Student.