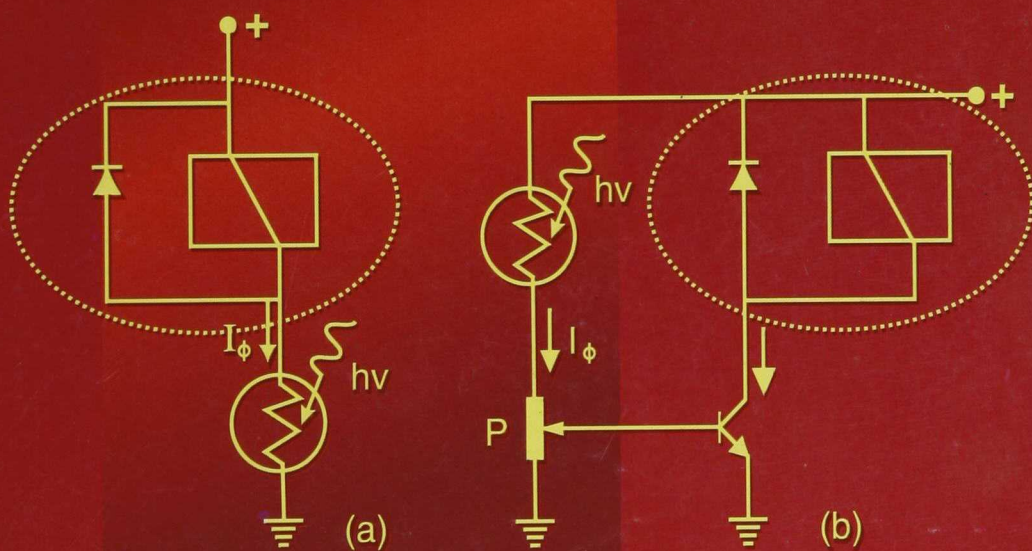


ĐẶNG HÙNG (Chủ biên)
NGAC VĂN AN - ĐỖ TRUNG KIÊN
NGUYỄN ĐĂNG LÂM - LÊ XUÂN THÊ

VẬT LÝ KỸ THUẬT



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

ĐẶNG HÙNG (Chủ biên)
NGẠC VĂN AN - ĐỖ TRUNG KIÊN
NGUYỄN ĐĂNG LÂM - LÊ XUÂN THÈ

VẬT LÝ KỸ THUẬT

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Bản quyền thuộc HFVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục

11 – 2007/CXB/348 – 2119/GiD

Mã số : 7K628T7 DAI

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Vật lý Kỹ thuật đã được đưa vào giảng dạy cho sinh viên các ngành Vật lý, Vật lý Sư phạm, Công nghệ Khoa học Vật liệu từ nhiều năm trở lại đây.

Việc đo lường các đại lượng vật lý không điện bằng điện là phương pháp tối ưu đã được áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu, trong các ngành khoa học và kỹ thuật. Để có thể thực hiện được phép đo điện các đại lượng vật lý không phải điện, người ta sử dụng các bộ chuyển đổi để biến đổi đại lượng vật lý cần đo sang đại lượng điện như dòng điện, hiệu điện thế hoặc điện lượng. Các bộ chuyển đổi trên còn gọi là các biến tử, hay cảm biến (sensor).

Trong phạm vi giáo trình này, chương 1 trình bày khái quát về đo lường các đại lượng vật lý, các loại sai số xảy ra trong quá trình đo và cách khắc phục. Những chương tiếp theo, chúng tôi giới thiệu các loại biến tử, trong đó dẫn ra nguyên lý hoạt động, các hiệu ứng vật lý được áp dụng cho từng loại biến tử và các công thức lý thuyết liên quan. Mỗi loại biến tử được giới thiệu kèm theo các sai số thường gặp và cách khắc phục trên sơ đồ mạch điện đo đặc tương ứng. Khả năng ứng dụng và các hạn chế cũng được đề cập đến.

Do còn hạn chế về tài liệu tham khảo và do giới hạn thời lượng của một giáo trình, chắc chắn cuốn sách này còn nhiều khiếm khuyết cần được chỉnh lý và bổ sung. Chúng tôi hy vọng sẽ nhận được những ý kiến đóng góp của độc giả và các bạn sinh viên.

Các tác giả

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG

1.1. ĐO LƯỜNG CÁC ĐẠI LƯỢNG KHÔNG PHẢI ĐIỆN

1.1.1 Khái niệm chung

Đo lường là phương pháp duy nhất để thu nhận thông tin về các đại lượng đặc trưng cho các hiện tượng hoặc các quá trình vật lý.

Trong khoa học, sản xuất, quốc phòng, người ta cần phải đo lường rất nhiều các đại lượng đặc trưng cho các quá trình vật lý khác nhau.

Trong đó các phép đo : cơ, nhiệt, quang, hóa, âm... tức là các phép đo các đại lượng không phải điện nhiều hơn các phép đo các đại lượng điện.

Khi chưa có thiết bị điều khiển tự động và máy tính, con người trực tiếp thu nhận các đại lượng thông qua giác quan và xử lý thông tin đo được.

Ngày nay, các thông tin đo được thường cho tác dụng trực tiếp vào thiết bị điều khiển tự động hoặc máy tính. Vì vậy, các thông tin này phải được biến đổi thành các đại lượng điện (hiệu điện thế hay dòng điện) một cách tối ưu cho từng hệ xử lý.

Ví dụ : Đo và khống chế nhiệt độ.

Những biến đổi của nhiệt độ được thể hiện bằng sự biến đổi của điện áp U. Điện áp này được điều chế và số hóa có thể truyền đến trung tâm xử lý ở xa đối tượng đo. Từ trung tâm, máy tính có thể phân tích, xử lý và điều khiển để khống chế nhiệt độ của đối tượng.

1.1.2 Những ưu điểm lớn của phương pháp đo điện các đại lượng không phải điện

1. Dễ dàng thay đổi độ nhạy của thiết bị trong một phạm vi rất rộng. Nghĩa là có thể chế tạo một máy đo các đại lượng từ rất nhỏ cho đến rất lớn. Về mặt này, kỹ thuật điện tử cho phép ta tăng độ nhạy của máy lên nhờ các mạch khuếch đại.

2. Các thiết bị điện có quán tính rất nhỏ. Dải tần làm việc rất rộng (có dao động ký tới 200MHz, tức là chỉ có quán tính $0,5 \cdot 10^{-8}$ s). Vì vậy có thể đo được các đại lượng biến đổi từ chậm đến rất nhanh.

3. Có thể đo các đại lượng từ xa, tập trung về trung tâm các kết quả đo của nhiều đại lượng để tính toán, xử lý rồi lại ra lệnh trở lại điều khiển cả quá trình sản xuất.

4. Có thể tổ hợp (modul hóa các thiết bị đo lường và điều khiển). Có thể thực hiện được phương pháp đo lường hiện thị số. Các thiết bị đo kiểu này được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành kỹ thuật khác nhau :

- Sản xuất hàng tiêu dùng phục vụ đời sống.
- Tự động hóa các quá trình luyện kim, công nghiệp hóa học, dệt...
- Trong nghiên cứu các hiện tượng hạt nhân.
- Trong khí tài quân sự.

1.2 NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA

1.2.1 Định nghĩa phép biến đổi đo

Là phương pháp cho ta nhận được ánh xạ của một giá trị của một đại lượng vật lý bằng một giá trị của một đại lượng vật lý khác có phụ thuộc hàm số với nó.

Ví dụ : Để đo nhiệt độ ta dùng cặp nhiệt điện.

Mỗi nhiệt độ ứng với một chỉ số của vôn kế chỉ thị suất điện động nhiệt điện. Như vậy, đại lượng nhiệt độ \leftrightarrow điện áp theo ánh xạ 1 : 1

Bất kỳ một dụng cụ đo nào cũng dùng một phép biến đổi đo. Tức là dùng hàm số quan hệ giữa đại lượng ra và đại lượng vào. Ở ví dụ trên :

T	là đại lượng vào
Suất điện động nhiệt điện $\epsilon_{nd} = f(T)$	là đại lượng ra

1.2.2 Biến tử đo (cảm biến) – Transducer (Transformer)

Là một thiết bị kỹ thuật xây dựng trên một nguyên tắc vật lý xác định (tức là dựa trên một hiệu ứng vật lý xác định) thực hiện một phần phép biến đổi đo.

Ta cần phân biệt biến tử đo và biến tử năng lượng. Biến tử đo có nhiệm vụ thực hiện phép biến đổi đo một cách trung thực, chính xác thông tin cần đo. Còn biến tử năng lượng cần phải có hiệu suất cao. Cùng một biến tử có thể dùng làm biến tử đo, vừa dùng làm biến tử năng lượng. Chẳng hạn như

tế bào quang điện bán dẫn (diode quang điện) có thể dùng đo cường độ ánh sáng như quang thông kế, nhưng cũng có thể dùng làm biến tử năng lượng chuyển đổi quang năng thành điện năng (pin mặt trời).

1.2.3 Một số ví dụ về biến tử đo và thiết bị đo

1. Đo nhiệt độ

– Biến tử là nhiệt kế thủy ngân Hg :

$$h = f(T).$$

– Biến tử là thanh kim loại kép :

$$\Delta l = f(T).$$

– Biến tử là cặp nhiệt điện :

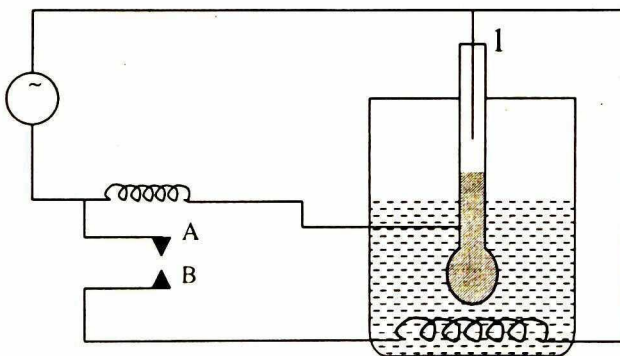
$$U_{nd} = f(T).$$

2. Điều hoà nhiệt độ (hay khống chế nhiệt độ)

Trên hình vẽ 1, nhiệt kế thủy ngân có tiếp điểm 1 có thể di chuyển ở những nhiệt độ khác nhau.

Ta cần bình nước ổn định ở nhiệt độ T_1 . Bếp điện đun nước, khi đạt $T = T_1$ thì tiếp điểm 1 được nối với cột thủy ngân làm mạch kín (mạch role). Khi này, role sẽ hút cực A làm mạch điện đốt bếp bị ngắt.

Khi $T < T_1$ thì ngược lại mạch role sẽ bị ngắt làm cho hai tiếp điểm A và B đóng, bếp đun hoạt động.

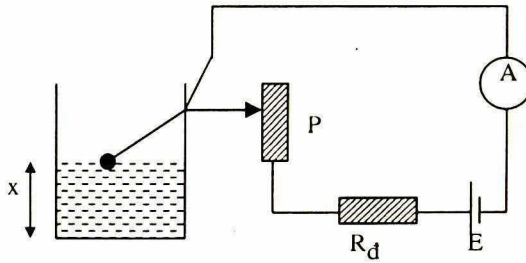


Hình 1. Hệ khống chế nhiệt độ

3. Máy đo xăng dầu trong các động cơ

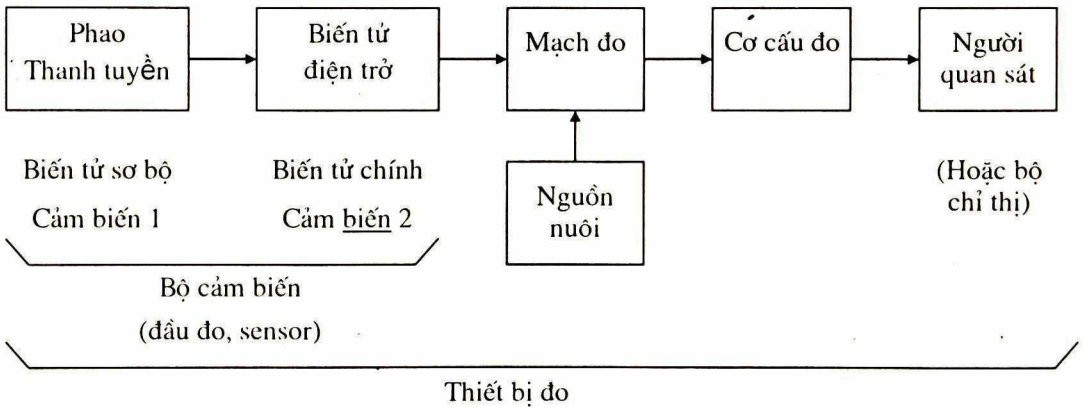
Khi mức xăng thay đổi, phao sẽ lên hoặc xuống, làm con trở của chiết áp P dịch chuyển. Vì thế, R_p thay đổi tương ứng và dòng điện I qua mạch chỉ thị trên ampe kế A cũng biến thiên tương ứng.

Nguồn E cố định, R_d cố định thì $I = f(x)$. Đọc giá trị I trên ampe kế sẽ xác định được mức xăng x.



Hình 2. Máy đo mức xăng dầu

Ta có thể mô tả quá trình tác động của đại lượng lối vào x ở trên :



Hình 3. Sơ đồ khối thiết bị đo mức xăng dầu

4. Bộ cảm biến (đầu đo) hay sensor

Là một tập hợp cấu trúc gồm một hoặc nhiều biến tử đo, đặt trực tiếp gần đối tượng đo. Ở ví dụ trên, gồm hai biến tử :

- Biến tử cơ học : phao, thanh truyền.
- Biến tử điện trở : R_p biến thiên làm dòng điện I biến thiên.

1.3 NGUYÊN TẮC TRUYỀN THÔNG TIN – ĐIỀU CHẾ TÍN HIỆU TRUYỀN ĐI

Với ví dụ thiết bị đo xăng dầu, ta thấy mức nhiên liệu sẽ phụ thuộc vào thời gian động cơ làm việc. Tức là đại lượng vào x luôn phụ thuộc vào thời gian : $x = x(t)$.

Vì vậy, một đại lượng điện đặc trưng cho một quá trình vật lý nào đó thường có đặc điểm là phụ thuộc vào thời gian.

Ví dụ : $I = I(t)$ hoặc $U = U(t)$.

Tín hiệu này có thể truyền đến một bộ phận phân tích, xử lý và điều khiển ở cạnh đối tượng được đo. Nhưng có nhiều trường hợp, hệ thống xử lý ở xa. Vì thế, tín hiệu phải được truyền đi xa. Muốn vậy phải điều chế tín hiệu.

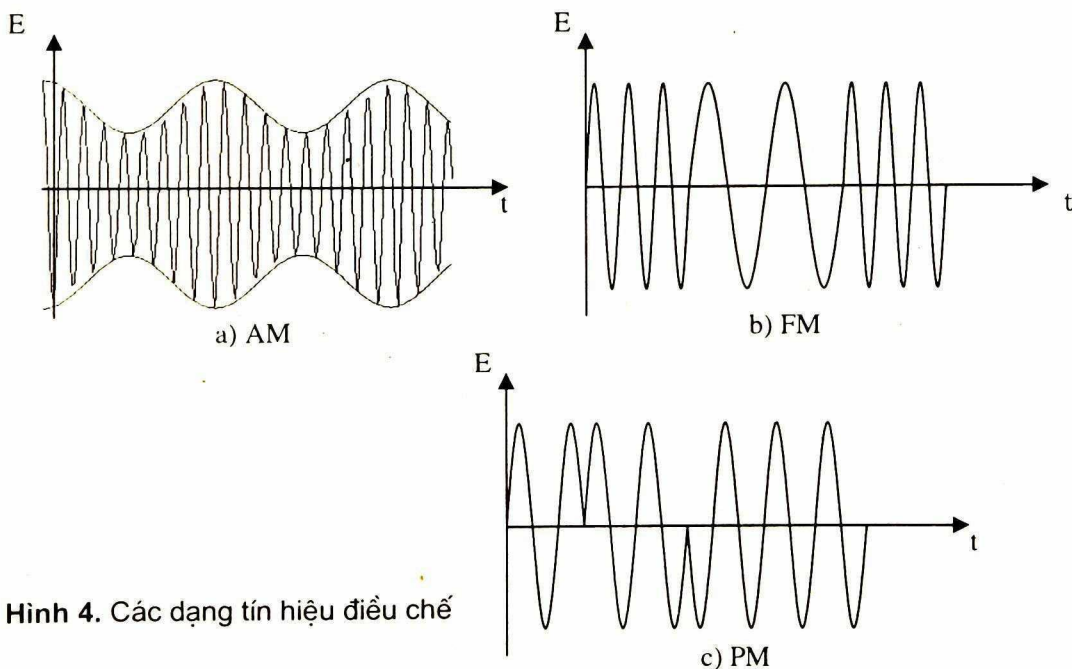
Xét một sóng cao tần $E = E_0 \cos(\omega t + \varphi)$.

Sóng cao tần có ba thông số :

- Biên độ E_0 .
- Tần số ω .
- Pha $\omega t + \varphi$.

Thông tin truyền đi có thể được gửi vào một trong ba thông số này bằng cách điều chế các thông số đó theo quy luật của thông tin :

- $E = E_0(t) \cos(\omega t + \varphi)$ gọi là điều biên AM (*Amplitude Modulation*).
- $E = E_0 \cos\{\omega(t)t + \varphi\}$ gọi là điều tần FM (*Frequency Modulation*).
- $E = E_0 \cos\{\omega t + \varphi(t)\}$ gọi là điều pha PM (*Phase Modulation*).



Hình 4. Các dạng tín hiệu điều chế

Ở nơi nhận (trung tâm) sẽ nhận được sóng cao tần có điều chế. Tại đây sẽ tách sóng để nhận được sóng âm tần là dạng của tín hiệu ban đầu.

Điều chế như trên được gọi là điều chế tương tự, tức là E_0 , ω , φ tuyến tính với đại lượng cần đo là x (biến điệu đúng theo quy luật của x).

Ngày nay, ngành tin học (*Informations*) đang phát triển. Người ta thường xử lý số liệu bằng máy tính (lưu trữ và xử lý). Do vậy phải thực hiện điều chế số. Nghĩa là số hóa tín hiệu đã được điều chế tương tự : DAM, DFM, DPM (D : *digital*).

1.4 NHỮNG TÍNH CHẤT CHUNG CỦA BIẾN TỬ ĐO

1.4.1 Đại lượng vào tự nhiên

Mỗi biến tử đo được cấu tạo sao cho nó chỉ nhạy cảm với một đại lượng vật lý trong số nhiều đại lượng vật lý tác dụng vào nó. Đại lượng này gọi là đại lượng vào tự nhiên.

Ví dụ : Biến tử biến trở có thể chịu ảnh hưởng nhiệt độ của dây, độ ẩm của khung và các yếu tố khác. Song đại lượng vào tự nhiên là độ dịch chuyển của con trượt.

Muốn dùng biến tử biến trở để đo các đại lượng khác như nhiệt độ thì cần dùng biến tử sơ bộ. Biến tử này sẽ biến sự thay đổi nhiệt độ thành độ dịch chuyển (ví dụ lá kim loại kép), tức là biến đổi nhiệt độ thành đại lượng vào tự nhiên.

1.4.2 Đặc trưng của biến tử

Đó là sự phụ thuộc hàm số của đại lượng lối ra vào đại lượng lối vào. Sự phụ thuộc này được biểu diễn dưới dạng biểu thức hay đồ thị. Thường người ta cố gắng thực hiện sự phụ thuộc này là tuyến tính.

Sự phụ thuộc tuyến tính $\alpha = \varphi(x)$ được diễn tả bằng hai thông số :

– Đại lượng ban đầu α_0 .

– Độ dốc $S = \frac{\Delta\alpha}{\Delta x}$. (1.1)

S còn được gọi là độ nhạy của biến tử. Độ nhạy của biến tử thường được biểu diễn qua đơn vị thường dùng.