

Chương 2 – CÁC BỘ CẢM BIẾN

§1. Cảm Biến Quang Điện

Cảm biến quang điện là các linh kiện quang điện biến đổi trạng thái điện khi có ánh sáng thích hợp tác động vào bề mặt của nó.

Tín hiệu vào là ánh sáng, tín hiệu ra tín hiệu điện.

1. Tính chất cơ bản của ánh sáng :

- Ánh sáng có 2 tính chất cơ bản là tính sóng và tính hạt.
- Dạng sóng của ánh sáng là sóng điện từ được lan truyền trong chân không với vận tốc rất lớn ($3 \cdot 10^8$ m/s)

+ Ánh sáng có tính chất sóng nên khi dòng ánh sáng xuyên qua 1 chất nào đó có thể bị hấp thụ hoặc tán xạ làm cho cường độ tia sáng giảm.

+ Ánh sáng có tính chất hạt : thể hiện qua sự tương tác với vật chất, ánh sáng gồm các hạt photon có năng lượng rất nhỏ. Do trong vật chất các điện tử có xu hướng giải phóng khỏi phân tử thành các điện tử tự do nên cần cấp cho nó một năng lượng đủ lớn để thoát khỏi lực liên kết. Khi 1 photon được hấp thụ sẽ có 1 điện tử được giải phóng gây nên hiện tượng giải phóng điện tử. Hiện tượng giải phóng điện tích dưới tác dụng của ánh sáng do hiệu ứng quang điện gây nên. Đó là nội dung cơ bản của các định luật quang điện.

2. Nguồn sáng : 3 dạng

- Đèn sợi đốt : là một bóng thủy tinh chứa khí hiếm và sợi đốt bằng vonfram.

+ Ưu điểm : thông lượng lớn, dải phổ tần rộng và có thể biến đổi được

+ Nhược điểm : quán tính lớn, tuổi thọ thấp

- Đèn LED (điot phát quang) : đây là nguồn sáng bán dẫn, năng lượng được giải phóng do sự tái hợp điện tử, lỗ trống ở vùng chuyển tiếp p-n làm phát sinh các photon.

+ Ưu điểm : quán tính nhỏ, có khả năng điều biến tần số cao, độ tin cậy cao, tuổi thọ cao

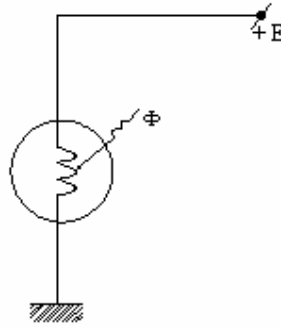
+ Nhược điểm : thông lượng nhỏ, dễ nhạy với nhiệt độ.

- Lazer : là nguồn sáng đơn sắc có độ chói lớn rất định hướng và tính liên kết mạnh. Dựa trên hiện tượng khuếch đại ánh sáng bằng bức xạ kích thích.

+ Ưu điểm : Bức sóng đơn sắc hoàn toàn xác định. Thông lượng lớn, chùm tia mảnh, độ định hướng cao và truyền đi xa.

3. Tế bào quang dẫn :

- Tế bào quang điện là một quang điện trở có cấu tạo gồm 1 khối bán dẫn được đặt trong một ống thủy tinh.

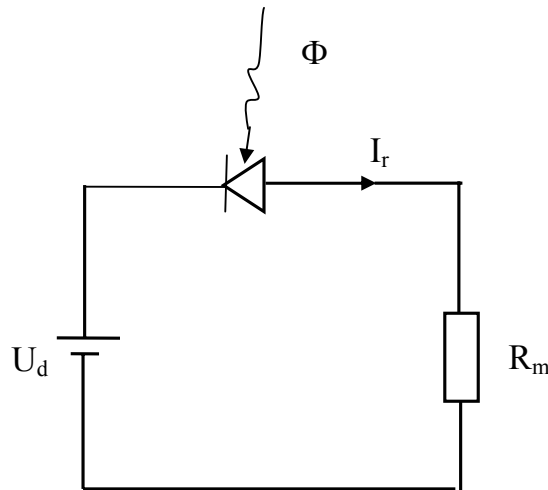


Hình 3

- Nguyên lý làm việc : dựa vào hiện tượng giải phóng hạt mang điện trong vật liệu bán dẫn dưới tác dụng của ánh sáng. Khả năng dẫn điện của vật liệu bán dẫn tăng.

- Có độ nhạy cao.
- Vật liệu chế tạo là các bán dẫn đa tinh thể đồng nhất.

4. Photo diot :



Hình 4

$$U_d = 0 \rightarrow I_{ht} = 0$$

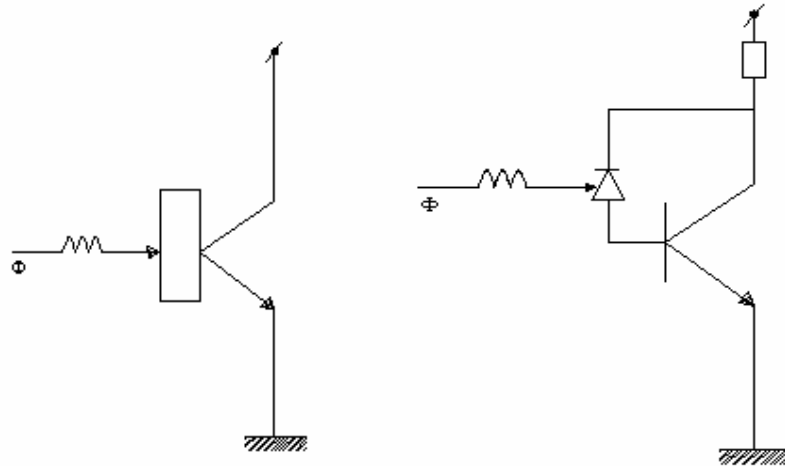
Khi $U_d \neq 0$ thì I_{ht} của hạt cơ bản giảm

I_{ht} hạt dẫn không cơ bản tăng chính $I_r = I_o$

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda < \lambda_o$ (bước sóng ngưỡng) thì xuất hiện các cặp điện tử - lỗ trống dưới tác dụng của điện trường đều, di chuyển theo hướng chuyển động của các hạt không cơ bản làm cho dòng ngược I_r tăng, dẫn đến U_{R_m} tăng. Từ đó xác định được quang thông ϕ

5. Photo tranzitor :

- tranzitor : có cực bazơ được chiếu sáng và không có điện áp đặt trên đó.



Hình 5a

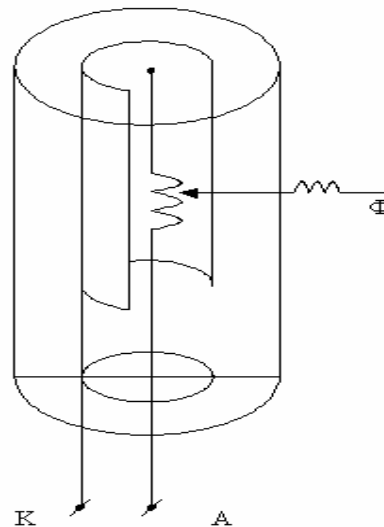
Hình 5b

- Có thể coi là một tổ hợp của 1 photo diot và 1 tranzitor.

§2. Cảm Biến Phát Xạ

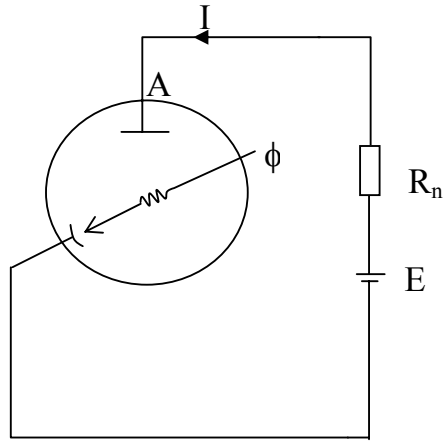
Cảm biến phát xạ là sự biến đổi tín hiệu quang thành tín hiệu điện được thực hiện nhờ hiện tượng phát xạ quang điện. Số điện tử phát xạ khỏi bề mặt không tỉ lệ với quang thông chiếu vào nó.

1. Tế bào quang điện chân không :

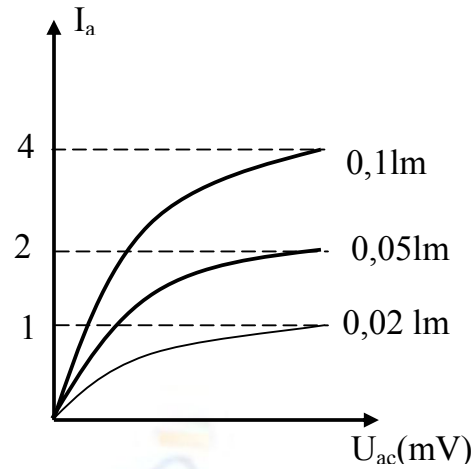


Hình 1a

- Cấu tạo : gồm 1 bóng thủy tinh được hút chân không có đặt anot và catot.
($p = 10^{-6} \div 10^{-8}$ mmHg)



Hình 1b



Hình 1c

- Nguyên lý : dưới tác dụng của ánh sáng chiếu vào bề mặt kim loại làm cho các điện tử tự do của kim loại được giải phóng tạo nên dòng I_a . Dòng này phụ thuộc thông lượng ánh sáng.

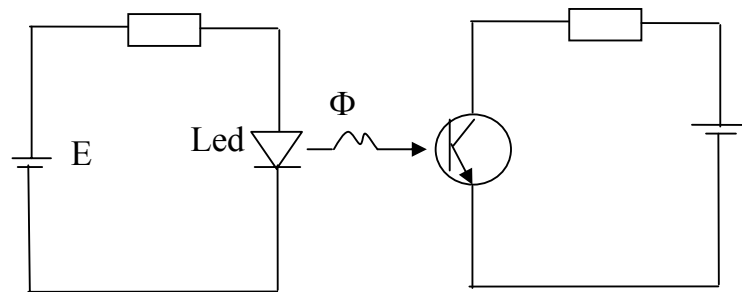
2. Tế bào quang điện chất khí :

- Cấu tạo : giống tế bào quang điện chân không chỉ khác bên trong có khí trơ (Acgông)

- Nguyên lý : dưới tác dụng của U_{AC} lớn các điện tử chuyển động mạnh trong chất khí. Chúng va chạm vào các phân tử khí gây nên ion hóa chất khí làm cho dòng I_a tăng.

3. Ứng dụng của cảm biến quang điện :

- Thường được sử dụng khi một khóa chuyển mạch dùng để đóng ngắt



mạch điện

- Trạng thái làm việc của âm biến phụ thuộc quang thông đèn LED gửi tới.

TaiLieu.vn

§3. Cảm Biến Nhiệt Độ

- Để đo nhiệt độ trong hệ thống tự động có nhiều biện pháp khác nhau. Trên cơ sở đó người ta sử dụng các bộ cảm biến nhiệt độ với nguyên lý làm việc khác nhau. VD : nhiệt điện trở, nhiệt ngẫu, quang...

1. Thang đo nhiệt độ :

Được xác định từ các định luật nhiệt động

a. Thang nhiệt độ nhiệt động tuyệt đối : Thang Kenvin ($^{\circ}\text{K}$) là nhiệt độ cân bằng của điểm cân bằng 3 trạng thái nước, nước đá và hơi.

b. Thang Celcius : thang nhiệt độ bách phân ($^{\circ}\text{C}$)

$$T(^{\circ}\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15$$

c. Thang Farenheit :

$$T(^{\circ}\text{C}) = [T(^{\circ}\text{F}) - 32] \frac{5}{9}$$

$$T(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} \cdot T(^{\circ}\text{C}) + 32$$

2. Cảm biến nhiệt điện trở :

- Cảm biến nhiệt điện trở là cảm biến có điện trở biến đổi theo nhiệt độ

- Kim loại điện trở biến đổi theo nhiệt độ, thể hiện qua α (hệ số nhiệt điện trở)

- Phân loại : 3 loại

+ Cảm biến nhiệt điện trở kim loại

+ Cảm biến nhiệt điện trở bán dẫn

+ Nhiệt điện trở

a. Cảm biến nhiệt điện trở kim loại

Có 2 loại :

- Dây kim loại : gồm một sợi dây kim loại được dán trên bìa cách điện.

Vật liệu thường dùng là Pt, Ni, W, Cu.

Khoảng nhiệt độ đo được : Pt ($200^{\circ}\text{C} \div 1200^{\circ}\text{C}$)

Ni ($-190^{\circ}\text{C} \div 250^{\circ}\text{C}$)

Cu ($-50^{\circ}\text{C} \div 180^{\circ}\text{C}$)

$R_{\theta} = R_0(1 + \alpha\theta)$ khi nhiệt độ θ tăng thì dẫn đến R tăng theo. Qua

R đo được ta xác định được nhiệt độ qua công thức trên.

Để cảm biến có độ nhạy cao ta phải chọn kim loại có điện trở suất (ρ)

lớn $R = \rho \cdot \frac{l}{q}$ khi R tăng thì l tăng, q giảm

Điện trở R càng lớn thì độ nhạy càng cao và dải đo càng hẹp.

- Màng mỏng : dùng để đo nhiệt độ trên bề mặt vật rắn. Khi đo người ta dán màng mỏng lên bề mặt vật cần đo (mỏng cỡ μm)

b. Cảm biến nhiệt điện trở silic (bán dẫn)

- Các vật liệu bán dẫn rất nhạy cảm với nhiệt độ. Do đó người ta dùng vật liệu bán dẫn để chế tạo cảm biến đo nhiệt độ.

- Silic tinh khiết có hệ số nhiệt điện trở $\alpha < 0$, nhưng khi được tác động ở một dải nhiệt độ nào đó thì $\alpha > 0$

$$\theta < 200^{\circ}\text{C} \text{ thì } \alpha > 0$$

$$\theta > 200^{\circ}\text{C} \text{ thì } \alpha < 0$$

$$R_T = R_0 [1 + A(T - T_0) + B(T - T_0)^2]$$

Trong đó : R_0, T_0 là điện trở, nhiệt độ ở điểm chuẩn (0°K)

$$A = 0,007874 \text{ (K}^{-1}\text{)}$$

$$B = 1,874 \cdot 10^5 \text{ (K}^{-2}\text{)}$$

c. Nhiệt điện trở :

- Được chế tạo từ các hỗn hợp bán dẫn oxit dạng tinh thể. Các hỗn hợp này ở dạng bột với tỉ lệ nhất định sau đó được nén định dạng thiêu kết ở 1000°C .

- So với các loại cảm biến khác thì loại này có độ nhạy cao nhất gấp hàng chục lần so với cảm biến nhiệt điện trở kim loại.

- Gồm 2 loại :

+ cảm biến nhiệt điện trở có $\alpha > 0$

+ cảm biến nhiệt điện trở có $\alpha < 0$

3. Cảm biến cặp nhiệt ngẫu

a. Cấu tạo : gồm 2 dây kim loại có bản chất hóa học khác nhau được hàn kín với nhau.

b. Nguyên lý làm việc : dựa vào hiệu ứng nhiệt điện, được hình thành từ 2 cơ sở là hiệu ứng Thomson và hiệu ứng Seebeck.

- Hiệu ứng Thomson : nếu trong dây dẫn có 2 điểm nhiệt độ khác nhau thì giữa chúng có hiệu điện thế hay sức điện động sđđ, chỉ phụ thuộc bản chất vật dẫn và nhiệt độ của 2 điểm.

- Hiệu ứng Seebeck : nếu mạch điện là 2 vật dẫn khác nhau được nối kín tại 2 điểm và giữ ở 2 nhiệt độ t_1, t_2 . Chúng tạo thành 1 cặp nhiệt điện, khi $t_1 \neq t_2$ các điện tích khuếch tán sang nhau và tạo nên 1 sức điện động. Do đó trong mạch có dòng điện i .

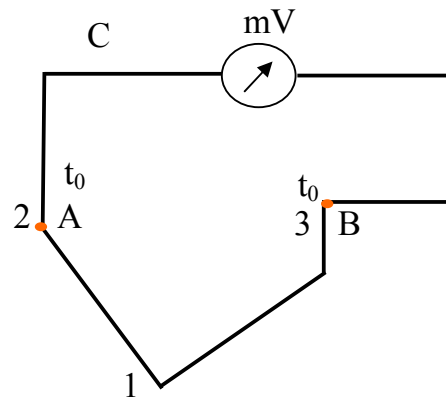
$$\text{Khi } t_1 = t_2 \text{ thì } E_{AB} = e_{AB}(t_1) + e_{BA}(t_2) = 0 \Rightarrow e_{AB}(t_1) = -e_{BA}(t_2)$$

$$\text{Khi } t_1 \neq t_2 \text{ thì } E_{AB}(t) = e_{AB}(t_1) + e_{BA}(t_2) = e_{AB}(t_1) - e_{AB}(t_2)$$

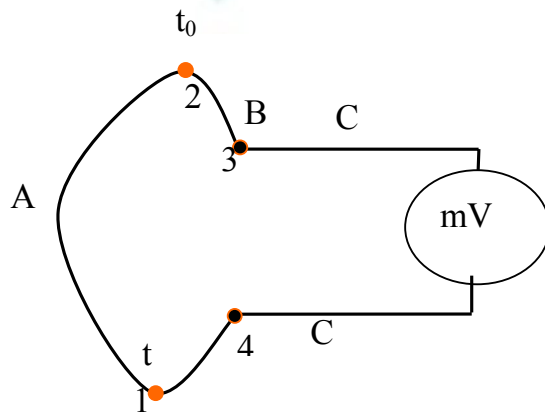
$$\text{Nếu } t_2 = t_0 = \text{const: } E_{AB}(t) = e_{AB}(t) - C = f(t) \text{ với } C = e_{AB}(t_0)$$

Như vậy bằng cách đo sức điện động nhiệt E , ta xác định được nhiệt độ của vật cần đo.

- Sơ đồ đấu dây : 1 - Mỗi hàn làm việc ; 2-3 Mỗi hàn tự do ;



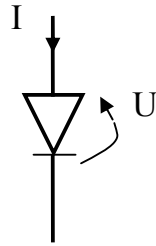
c – dây dẫn
Hình 3a



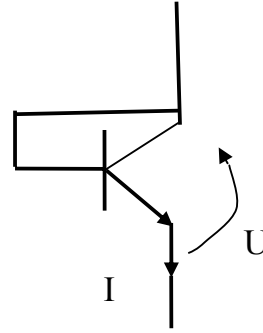
Hình 1b

1 - Mối hàn làm việc ; 2 Mối hàn tự do ; 3 – 4 Mối hàn trung hòa ;
c – dây dẫn

c. Đo nhiệt độ bằng bán dẫn diode, tranzitor :
- Dùng diode :



Hình 2a



Hình 2b

- Dùng tranzitor

Khi nhiệt độ tăng thì I tăng, U tăng. Qua U ta xác định được nhiệt độ

- Dải đo : $-50^{\circ}\text{C} \div 150^{\circ}\text{C}$
- Độ nhạy : $s = \frac{du}{dt}$ (khoảng $2.5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$)

4. Cảm biến quang đo nhiệt độ :

- Hỏa kế bức xạ ($300^{\circ}\text{C} \div 6000^{\circ}\text{C}$) đo gián tiếp
- Hỏa kế quang học ($800^{\circ}\text{C} \div 6000^{\circ}\text{C}$)
- Hỏa kế quang điện ($800^{\circ}\text{C} \div 6000^{\circ}\text{C}$)

5. Nhiệt kế áp suất (áp kế nhiệt) :

- Dựa vào sự phụ thuộc của áp suất làm việc của các chất trong hệ thống vào nhiệt độ. Tùy theo trạng thái làm việc của các chất mà nhiệt kế áp suất chia làm 2 loại : khí và lỏng
- Dải đo : $-150^{\circ}\text{C} \div 600^{\circ}\text{C}$

§4. Cảm Biến Vị Trí Và Di Chuyển

A – Khái niệm chung :

- Trong tự động điều kiện làm việc xác định vị trí và di chuyển đóng một vai trò quan trọng. Có 2 phương pháp cơ bản để xác định vị trí và di chuyển.

- Phương pháp 1 : bộ cảm biến cung cấp tín hiệu là 1 hàm phụ thuộc vào vị trí của vật (phần tử của cơ bản). Phần tử này có liên quan đến vật di chuyển cần xác định.

- Phương pháp 2 : ứng với 1 di chuyển cơ bản, bộ cảm biến phát ra xung. Việc xác định vị trí của vật được xác định bằng việc đếm số xung phát ra.

- Các bộ cảm biến có thông số là : R, L, C, M, E

Ngoài 2 phương pháp trên còn có các phương pháp hiện đại hơn :

- + phương pháp song đàn hồi từ
- + phương pháp quang học laser
- + phương pháp sợi quang

B - Cảm biến điện trở :

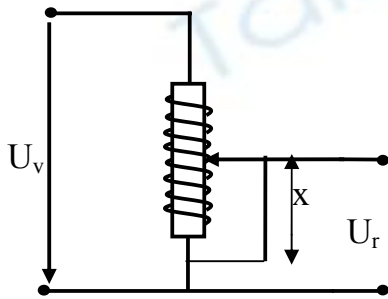
- Định nghĩa : cảm biến điện trở là cảm biến mà đương lượng đầu vào là các di chuyển cơ (thẳng hoặc quay) còn đương lượng đầu ra là sự biến đổi điện trở tương ứng.

- Phân loại : 3 loại

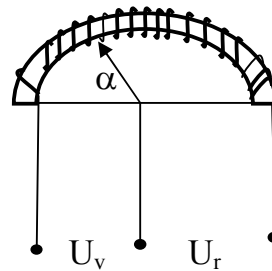
- + Cảm biến điện trở dây quấn
- + Cảm biến điện trở tiếp xúc
- + Cảm biến điện trở biến dạng

1. Cảm biến điện trở dây quấn :

- Cấu tạo, nguyên lý làm việc giống như một biến trở điều chỉnh. Đương lượng đầu vào là đương lượng vào tác động trực tiếp vào tiếp điểm động cảm biến dẫn đến trị số đầu ra cảm biến biến đổi tương ứng. Tiếp điểm động cảm biến có thể chuyển động thẳng hoặc quay.



Hình 1a



Hình 1b

- Cấu tạo : gồm 3 bộ phận chính

- + Khung quấn dây : làm bằng vật liệu cách điện chịu nhiệt có tiết diện không đổi (tuyến tính) hoặc thay đổi (phi tuyến)
- + Dây điện trở : được sử dụng có điện trở suất lớn, ít bị oxi hóa và hệ số nhiệt điện trở α thấp. Bên ngoài dây được phủ một lớp sơn cách điện. Độ lớn điện trở dây phụ thuộc độ chính xác của cảm biến.

$$d = (0.03 \div 0.1) \text{mm} : \text{độ chính xác cao}$$

$$d = (0.1 \div 0.5) \text{mm} : \text{độ chính xác thấp}$$

- + Tiếp điểm động : được làm bằng vật liệu dẫn điện tốt, chịu mài mòn, có điện trở bé