

QUÂN KHU 3
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ SỐ 20
---✍️📖✍️---



GIÁO TRÌNH LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

Nghề đào tạo: Điện tử công nghiệp
Trình độ đào tạo: Cao đẳng nghề

LƯU HÀNH NỘI BỘ

Biên soạn: Phạm Thanh Nga

Năm 2022

Lời nói đầu

Linh kiện điện tử là bước đầu và căn bản của ngành Điện tử công nghiệp. Môn học nghiên cứu cấu tạo, nguyên tắc làm việc cũng như những ứng dụng điển hình của các linh kiện điện tử cơ bản. Đây là môn cơ sở quan trọng trước khi tiếp cận sâu hơn vào phần kỹ thuật điện tử. Môn học trang bị kiến thức nền tảng để học viên tiếp thu kiến thức các môn học tiếp theo như Kỹ thuật mạch điện tử, Kỹ thuật xung, Kỹ thuật đo lường... và thực tập tại xưởng thực hành. Giáo trình gồm 02 chương:

Chương 1: Linh kiện điện tử thụ động

Chương 2: Linh kiện bán dẫn

Trong quá trình biên soạn, đã được các đồng nghiệp đóng góp nhiều ý kiến, mặc dù cố gắng sửa chữa, bổ sung cho cuốn sách được hoàn chỉnh hơn, song chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế.

Mong nhận được các ý kiến đóng góp của bạn đọc.

Chương 1

LINH KIỆN ĐIỆN TỬ THỤ ĐỘNG

Trạng thái điện của một phần tử được thể hiện qua hai thông số trạng thái là điện áp u giữa 2 đầu và dòng điện i chảy qua nó, khi phần tử tự nó tạo được các thông số này thì nó được gọi là phần tử tích cực (có thể đóng vai trò như một nguồn điện áp hay nguồn dòng điện). Ngược lại, phần tử không tự tạo được điện áp hay dòng điện trên nó thì cần phải được nuôi từ một nguồn sức điện động bên ngoài. Người ta gọi đó là các phần tử thụ động, cụ thể trong mạch điện và thiết bị điện tử là điện trở, tụ điện và cuộn dây. Chương này sẽ đề cập đến một số tính chất quan trọng của các loại linh kiện đó.

1. Điện trở

1.1 Khái niệm

Điện trở là linh kiện dùng để ngăn cản dòng điện trong mạch. Nói một cách khác là nó điều khiển mức dòng và điện áp trong mạch.

Để đạt được một giá trị dòng điện mong muốn tại một điểm nào đó của mạch điện hay giá trị điện áp mong muốn giữa hai điểm của mạch thì ta phải dùng điện trở có giá trị thích hợp. Tác dụng của điện trở không khác nhau trong mạch điện một chiều và cả mạch xoay chiều, nghĩa là chế độ làm việc của điện trở không phụ thuộc vào tần số của tín hiệu tác động lên nó.

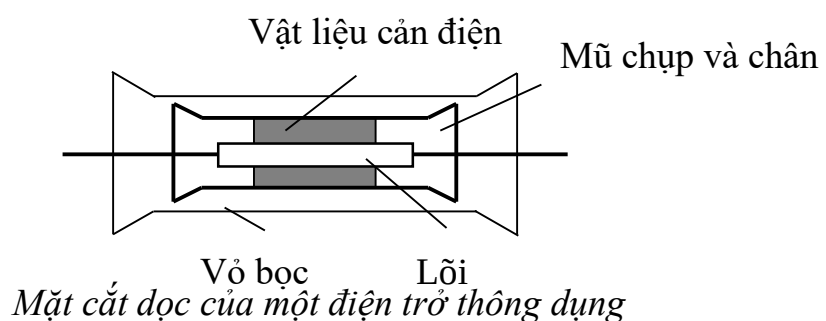
Điện trở của dây dẫn :

Điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào chất liệu, độ dài và tiết diện của dây. được tính theo công thức sau:

$$R = \rho \cdot L / S$$

- Trong đó ρ là điện trở suất phụ thuộc vào chất liệu
- L là chiều dài dây dẫn
- S là tiết diện dây dẫn
- R là điện trở đơn vị là Ohm

1.2 Cấu tạo chung



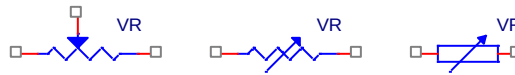
1.3 Kí hiệu, hình dáng thực tế

a. Kí hiệu:

Điện trở thường :



Điện trở biến đổi :



b. Đơn vị:

- Đơn vị điện trở là Ω (Ohm) , $K\Omega$, $M\Omega$
- $1K\Omega = 1000 \Omega$
- $1M\Omega = 1000 K \Omega = 1000.000 \Omega$

c. Hình dáng thực tế



1.4 Phân loại và cấu tạo

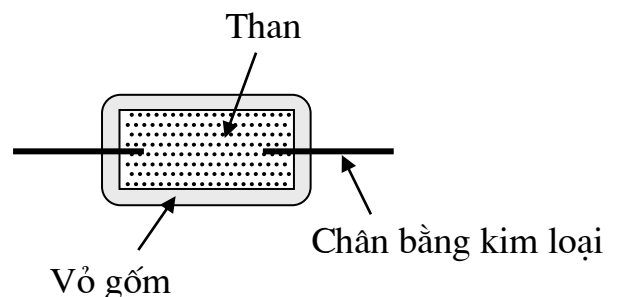
1.4.1 Điện trở có giá trị cố định

a. Điện trở than

- *Cấu tạo*: Bao gồm vỏ bằng gốm, bên trong có than ép. Nối liền với lớp than là 2 chân bằng kim loại.

- *Đặc điểm* :

- + Công suất từ $(0,125 \div 1)W$,
- + Trị số từ vài Ω đến $10 M\Omega$,
- + Sai số lớn $(1 \rightarrow 20)\%$,
- + Rẻ tiền,
- + Tính ổn định kém, khi nhiệt độ thay đổi dễ gây ra nhiễu, dung sai lớn...



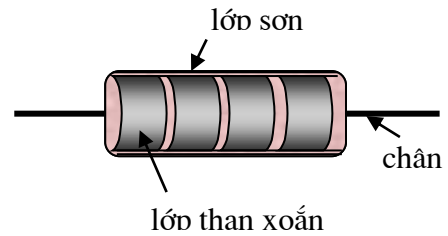
b. Điện trở màng than

- **Cấu tạo:** Điện trở loại này bao gồm 1 lớp than tinh thể cứng phủ bên ngoài của lõi gốm.

Trị số điện trở đ- ợc khống chế bằng cách điều chỉnh độ dày của lớp than và bằng cách cắt lớp màng này thành 1 đ- ờng xoắn sau khi đã định hình.

- **Đặc điểm:**

- + Công suất từ 0,25W - 2W,
- + Có độ ổn định cao,
- + Dung sai nhỏ và rất rẻ tiền.

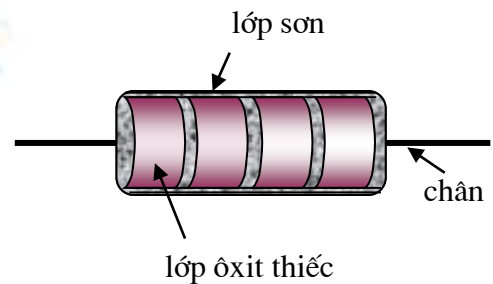


c. **Điện trở Ôxit kim loại**

- **Cấu tạo:** Những điện trở này có cấu tạo giống nh- điện trở màng than, nh- ng lớp than đ- ợc thay thế bằng ôxit thiếc.

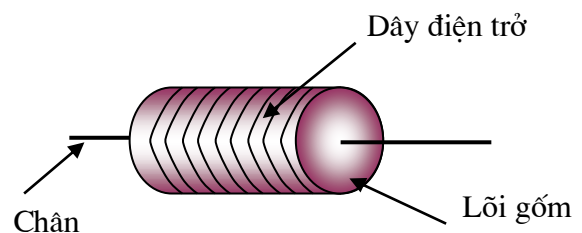
- **Đặc điểm:**

- + Công suất từ 0,5w-5w,
- + Độ tin cậy và độ ổn định cao,
- + Đắt tiền.



d. **Điện trở dây quấn**

- **Cấu tạo:** Vật liệu làm điện trở là dây hợp kim (Manganin) có điện trở cao đ- ợc quấn trên mặt ngoài của 1 lõi gốm và đ- ợc phủ lên một lớp men chịu nhiệt.



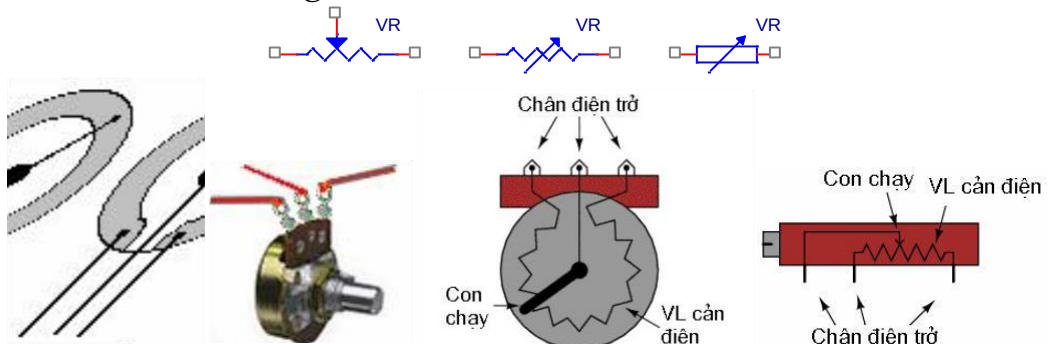
- **Đặc điểm:**

- + Công suất tiêu tốn là 25W hoặc lớn hơn.
- + Sai số nhỏ,
- + Giá thành đắt.

Ng- ời ta sử dụng điện trở dây quấn khi cần có điện trở có trị số nhỏ.

1.4.2 Điện trở có giá trị thay đổi (Biến trở - VR - Variable Resistor)

a. **Kí hiệu và hình dáng**



Trong nhiều trường hợp khi muốn thay đổi giá trị trở kháng một cách linh hoạt và thuận tiện người ta phải sử dụng các linh kiện có trở kháng thay đổi, sự thay đổi này phụ thuộc vào vị trí của con trượt (gọi là potentiometer)

Biến trở còn được gọi là chiết áp được cấu tạo gồm một điện trở màng than hay dây quấn có dạng hình cung góc quay 270° . Chiết áp có một trục xoay ở giữa nối với một con trượt làm bằng than (cho biến trở dây quấn) hay làm bằng kim loại cho biến trở than, con trượt sẽ ép lên mặt điện trở để tạo kiểu nối tiếp xúc làm thay đổi trị số điện trở khi xoay trục.

Biến trở dây quấn là loại biến trở tuyến tính có trị số điện trở tỉ lệ với góc xoay. Biến trở than là loại biến trở phi tuyến có trị số điện trở thay đổi theo hàm logarit với góc xoay (tức là ban đầu tăng nhanh sau con chạy càng dịch ra xa giá trị điện trở sẽ càng tăng chậm lại). Loại than có công suất danh định thấp từ $1/4 \div 1/2W$ với giá trị điển hình: 100, 220, 470, 1K, 2.2K, 4.7K, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M, 2.2M và 4.7M. Loại dây quấn có công suất danh định cao hơn từ $1W \div 3W$ với các giá trị điển hình: 10, 20, 47, 100, 220, 470, 1K, 2.2K, 4.7K, 10K, 22K và 47K.

Có 3 loại biến trở: đa dụng, chính xác và điều chuẩn (loại này còn gọi là trimơ, nó không có trục xoay mà phải điều chỉnh bằng cái vặn vít với độ chính xác rất cao)

1.5 Thông số kĩ thuật, tính chất, công dụng

1.5.1. Thông số kĩ thuật

a. Trị số điện trở và dung sai:

* Trị số của điện trở là tham số cơ bản, yêu cầu đối với trị số là ít thay đổi theo nhiệt độ, độ ẩm, thời gian. Nó đặc trưng cho khả năng cản điện của điện trở.

Trị số của điện trở phụ thuộc vào vật liệu cản điện, kích thước của điện trở và nhiệt độ môi trường.

Công thức: $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$

Trong đó: ρ : điện trở suất của vật liệu cản điện [$\Omega \cdot m$]

l : chiều dài dây dẫn [m]

S : tiết diện dây dẫn [m^2]

* Dung sai (sai số): biểu thị mức độ chênh lệch trị số thực tế của điện trở so với trị số danh định và được tính theo %.

Dung sai được tính: $\frac{R_{tt} - R_{dd}}{R_{dd}}$

Với R_{tt} và R_{dd} là giá trị điện trở thực tế và danh định

Dựa vào đó người ta sản xuất điện trở theo 5 cấp chính xác

Cấp 005 : có sai số $\pm 0.5\%$

Cấp II : có sai số $\pm 10\%$

Cấp 001 : có sai số $\pm 0.1\%$

Cấp III : có sai số $\pm 20\%$

Cấp I : có sai số $\pm 5\%$

Cấp 005; 001: Dùng trong mạch yêu cầu độ chính xác cao.

Cấp I; II; III: Dùng trong kỹ thuật mạch điện tử thông thường.

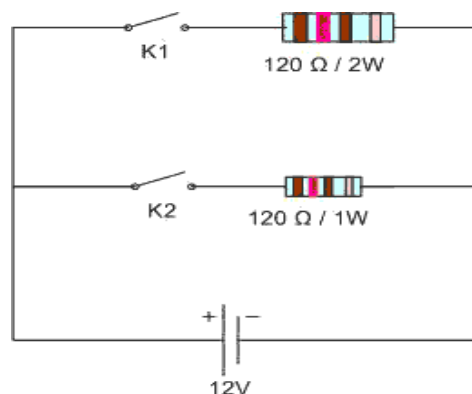
b. *Công suất tiêu tán cho phép của điện trở ($P_{u\max}$):* Là công suất lớn nhất đặt lên điện trở mà không làm hỏng nó

Khi mắc điện trở vào một đoạn mạch, bản thân điện trở tiêu thụ một công suất P tính được theo công thức

$$P = U \cdot I = U^2 / R = I^2 \cdot R$$

- Theo công thức trên ta thấy, công suất tiêu thụ của điện trở phụ thuộc vào dòng điện đi qua điện trở hoặc phụ thuộc vào điện áp trên hai đầu điện trở.
- Công suất tiêu thụ của điện trở là hoàn toàn tính được trước khi lắp điện trở vào mạch.
- Nếu đem một điện trở có công suất danh định nhỏ hơn công suất nó sẽ tiêu thụ thì điện trở sẽ bị cháy.
- Thông thường người ta lắp điện trở vào mạch có công suất danh định $> = 2$ lần công suất mà nó sẽ tiêu thụ.

$$P_R \geq 2 \cdot P_u$$



Điện trở cháy do quá công suất

- Ở sơ đồ trên cho ta thấy : Nguồn Vcc là 12V, các điện trở đều có trị số là 120Ω nhưng có công suất khác nhau, khi các công tắc K1 và K2 đóng, các điện trở đều tiêu thụ một công suất là

$$P = U^2 / R = (12 \times 12) / 120 = 1,2W$$

- Khi K1 đóng, do điện trở có công suất lớn hơn công suất tiêu thụ , nên điện trở không cháy.

- Khi K2 đóng, điện trở có công suất nhỏ hơn công suất tiêu thụ, nên điện trở bị cháy.

c. Hệ số nhiệt của điện trở: TCR (temperature co-efficient of resistor)

Hệ số nhiệt của điện trở biểu thị sự thay đổi trị số của điện trở theo nhiệt độ môi trường và được tính theo công thức:

$$TCR = \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T} \cdot 100\% \text{ [ppm/}^{\circ}\text{C]}$$

ΔR : lượng thay đổi của trị số điện trở khi nhiệt thay đổi một lượng ΔT .

TCR là trị số biến đổi tương đối tính theo phần triệu của điện trở trên 1°C .

TCR càng bé tức độ ổn định nhiệt độ càng cao.

Điện trở than làm việc ổn định nhất ở nhiệt độ 20°C . Khi nhiệt độ tăng hay giảm thì trị số của điện trở than đều tăng.

Điện trở dây cuốn có sự thay đổi điện trở theo nhiệt độ như chất dẫn điện thông thường, nghĩa là trị số của điện trở tăng giảm theo sự giảm tăng của nhiệt độ. Có thể tính sự thay đổi của trị số điện trở theo TCR và ΔT như sau:

$$\Delta R = \pm \frac{R}{10^6} \cdot TCR \Delta T \text{ } [\Omega]$$

TCR càng nhỏ càng tốt. Để $TCR \rightarrow 0$ thì người ta thường dùng vật liệu cản điện có $\rho \approx 0.5 \mu\Omega.m$ và có hệ số nhiệt của điện trở nhỏ.

Ví dụ: Bột than nén, màng than tinh thể, màng kim loại (Ni Cr), màng oxit kim loại...

d. Tạp âm của điện trở

Có 2 loại tạp âm là tạp âm xáo động nhiệt và tạp âm dòng điện.

+ Tạp âm xáo động nhiệt là loại tạp âm chung cho tất cả các trở kháng, trở tinh dưới ảnh hưởng của nhiệt độ.

+ Tạp âm dòng điện là do các thay đổi bên trong của điện trở khi có dòng điện chạy qua nó.

Mức tạp âm chủ yếu phụ thuộc vào vật liệu cản điện:

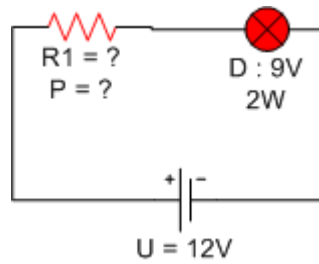
+ Bột than nén có mức tạp âm cao nhất.

+ Màng kim loại và dây quấn có mức tạp âm thấp nhất.

1.5.2. Tính chất, công dụng

Điện trở có mặt ở mọi nơi trong thiết bị điện tử và như vậy điện trở là linh kiện quan trọng không thể thiếu được, trong mạch điện, điện tử có những tác dụng sau:

- *Khống chế dòng điện qua tải cho phù hợp*: Ví dụ có một bóng đèn 9V, nhưng ta chỉ có nguồn 12V, ta có thể đấu nối tiếp bóng đèn với điện trở để sụt áp bớt 3V trên điện trở.



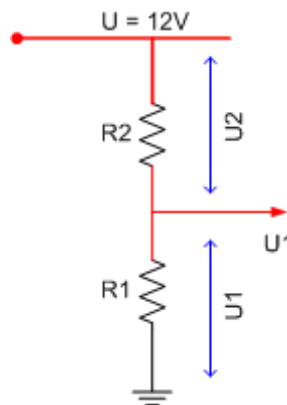
Đấu nối tiếp với bóng đèn một điện trở.

- Như hình trên ta có thể tính được trị số và công suất của điện trở cho phù hợp như sau: Bóng đèn có điện áp 9V và công suất 2W vậy dòng tiêu thụ là $I = P/U = (2/9)$ Ampe đó cũng chính là dòng điện đi qua điện trở.

- Vì nguồn là 12V, bóng đèn 9V nên cần sụt áp trên R là 3V vậy ta suy ra điện trở cần tìm là $R = U/I = 3 / (2/9) = 27 / 2 = 13,5 \Omega$

- Công suất tiêu thụ trên điện trở là : $P = U.I = 3.(2/9) = 6/9$ (W) vì vậy ta phải dùng điện trở có công suất $P > 6/9$ W

- *Mắc điện trở thành cầu phân áp:* để có được một điện áp theo ý muốn từ một điện áp cho trước.



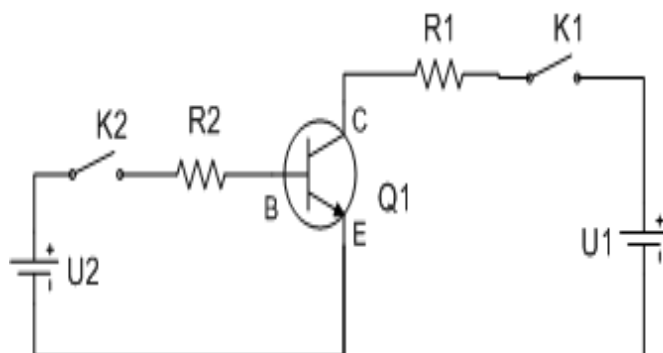
Cầu phân áp để lấy ra áp U1 tùy ý.

Từ nguồn 12V ở trên thông qua cầu phân áp R1 và R2 ta lấy ra điện áp U1, áp U1 phụ thuộc vào giá trị hai điện trở R1 và R2 theo công thức .

$$U1 / U = R1 / (R1 + R2) \Rightarrow U1 = U.R1 / (R1 + R2)$$

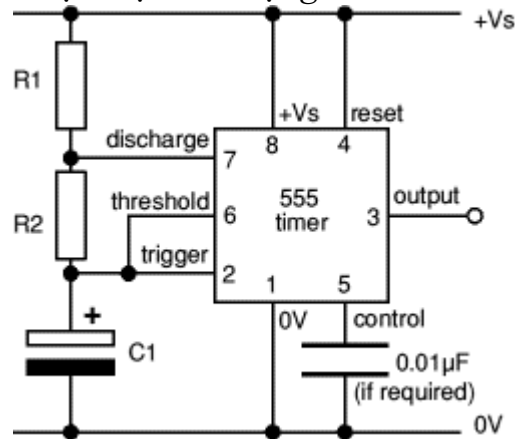
Thay đổi giá trị R1 hoặc R2 ta sẽ thu được điện áp U1 theo ý muốn.

- *Phân cực cho bóng bán dẫn hoạt động .*



Mạch phân cực cho Transistor

- Tham gia vào các mạch tạo dao động RC



Mạch tạo dao động sử dụng IC 555

1.6 Cách đọc trị số điện trở

* *Đọc trực tiếp:*

+ Trị số tr-ớc, đơn vị sau: 100Ω, 1kΩ, 1MΩ, 1,2KΩ

+ Đơn vị xen giữa trị số: 1K2, 1M5, 6K8

+ Đơn vị đứng đầu trị số đứng sau: R47

Nếu có chữ E, R ứng đơn vị Ω,

chữ K ứng đơn vị KΩ,

chữ M ứng với đơn vị MΩ

Ngoài ra ở trên thân của điện trở còn có chỉ số công suất và sai số

Các chữ cái đằng sau chỉ sai số: J: 5%, K: 10%, M: 20% .

Ví dụ: R = 8Ω

P = 25W, Sai số 5%



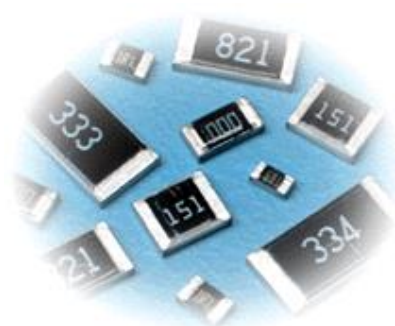
* *Đọc theo mã thập phân:*

Để tránh ghi nhiều số ng-ời ta quy định chỉ ghi 1 số có 3 chữ số. Trong đó 2 chữ số đầu là 2 chữ số đầu của giá trị điện trở. Chữ số thứ 3 là số các số 0 thêm vào tiếp theo bên phải của 2 số tr-ớc.

Ví dụ:

821 -> R = 82.10¹ Ω = 820Ω

333 -> R = 33.10³ Ω = 33KΩ



* Đọc theo mã màu:

Ta tuân thủ theo bảng quy - ớc mã màu quốc tế nh- sau:

Màu	Vòng 1	Vòng 2	Vòng 3	Bội số	Sai số	Hệ số nhiệt độ
Đen	0	0	0	10^0		
Nâu	1	1	1	10^1	1%	
Đỏ	2	2	2	10^2	2%	
Cam	3	3	3	10^3		
Vàng	4	4	4	10^4		
Xanh lục	5	5	5	10^5	5%	
Xanh lam	6	6	6	10^6	6%	
Tím	7	7	7	10^7	7%	
Xám	8	8	8	10^8	8%	
Trắng	9	9	9	10^9		
Vàng kim				10^{-1}	$\pm 5\%$	$\pm 250 \cdot 10^{-6} \%$
Bạc				10^{-2}	$\pm 10\%$	

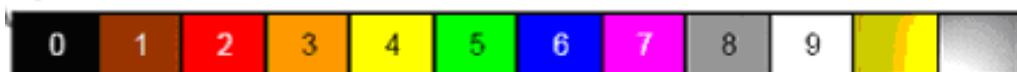
Sai số tính theo %



Nhân tử lũy thừa của 10



Trị số của màu

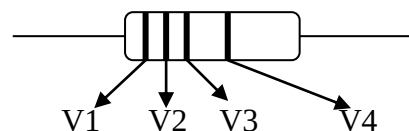


Đen Nâu Đỏ Cam Vàng Lục Lam Tím Xám Trắng Vàng kim Bạc

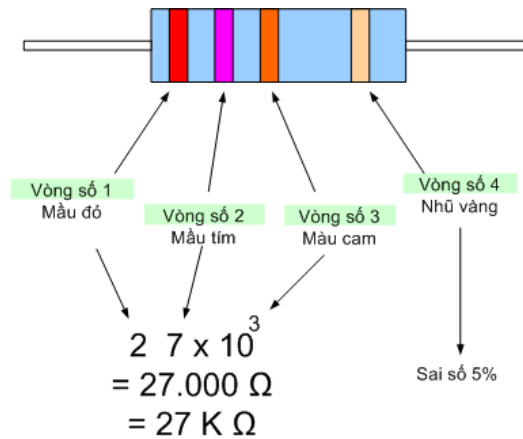
+ Loại 4 vòng màu.

- Vòng 1: Chỉ số thứ nhất, Vòng 1 là vòng gần đầu điện trở hơn vòng cuối cùng. Tuy nhiên, có nhiều điện trở có kích thước nhỏ nên khó phân biệt đầu nào gần đầu điện trở hơn, khi đó ta xem vòng nào được tráng nhũ thì vòng đó là vòng cuối (vòng dung sai). Nên để điện trở ra xa và quan sát bằng mắt, khi đó ta sẽ không nhìn thấy vòng tráng nhũ, nghĩa là dễ dàng nhận ra được vòng nào là vòng 1.

- Vòng 2: Chỉ số thứ 2

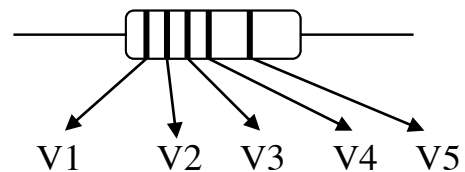


- Vòng 3: Bội số
- Vòng 4: Sai số tính theo % (nếu điện trở không có vòng màu thứ 4 thì sai số là $\pm 20\%$)

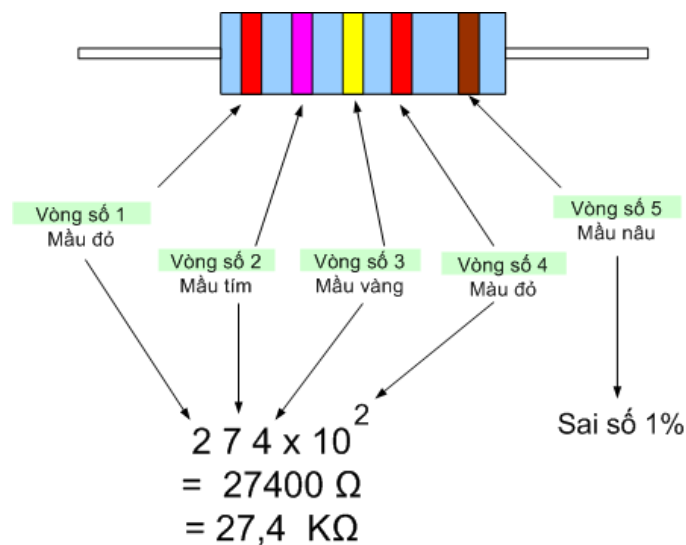


+ Loại 5 vòng màu.

- Vòng 1: Sắt đầu điện trở chỉ số thứ nhất
- Vòng 2: Chỉ số thứ 2
- Vòng 3: Chỉ số thứ 3
- Vòng 4: Bội số
- Vòng 5: Sai số.



Ví dụ:



ROW	GOLD	BLACK	BROWN	RED	ORANGE	YELLOW	GREEN
1 -	1R0	10R	100R	1K0	10K	100K	1M0
2 -	1R1	11R	110R	1K1	11K	110K	1M1
3 -	1R2	12R	120R	1K2	12K	120K	1M2
4 -	1R3	13R	130R	1K3	13K	130K	1M3
5 -	1R5	15R	150R	1K5	15K	150K	1M5
6 -	1R6	16R	160R	1K6	16K	160K	1M6
7 -	1R8	18R	180R	1K8	18K	180K	1M8
8 -	2R0	20R	200R	2K0	20K	200K	2M0
9 -	2R2	22R	220R	2K2	22K	220K	2M2
10 -	2R4	24R	240R	2K4	24K	240K	2M4
11 -	2R7	27R	270R	2K7	27K	270K	2M7
12 -	3R0	30R	300R	3K0	30K	300K	3M0
13 -	3R3	33R	330R	3K3	33K	330K	3M3
14 -	3R6	36R	360R	3K6	36K	360K	3M6
15 -	3R9	39R	390R	3K9	39K	390K	3M9
16 -	4R3	43R	430R	4K3	43K	430K	4M3
17 -	4R7	47R	470R	4K7	47K	470K	4M7
18 -	5R1	51R	510R	5K1	51K	510K	5M1
19 -	5R6	56R	560R	5K6	56K	560K	5M6
20 -	6R2	62R	620R	6K2	62K	620K	6M2
21 -	6R8	68R	680R	6K8	68K	680K	6M8
22 -	7R5	75R	750R	7K5	75K	750K	7M5
23 -	8R2	82R	820R	8K2	82K	820K	8M2
24 -	9R1	91R	910R	9K1	91K	910K	9M1
							10M

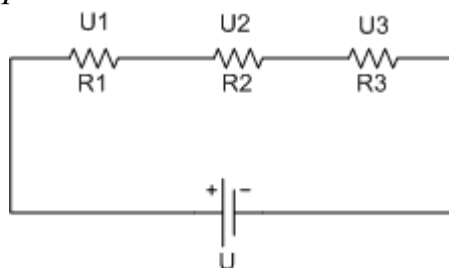
FIGURE 1-10 RANGE OF RESISTORS

Một số điện trở thông dụng

1.7 Cách mắc điện trở

Trong thực tế , khi ta cần một điện trở có trị số bất kỳ ta không thể có được , vì điện trở chỉ được sản xuất khoảng trên 100 loại có các giá trị thông dụng, do đó để có một điện trở bất kỳ ta phải đấu điện trở song song hoặc nối tiếp.

a. Điện trở mắc nối tiếp.



Khi sử dụng điện trở thì cần quan tâm tới hai thông số kỹ thuật là trị số điện trở R và công suất tiêu tán P của nó. Bằng cách mắc nối tiếp nhiều điện trở ta sẽ

có điện trở t-ơng đ-ơng có tham số nh- sau:

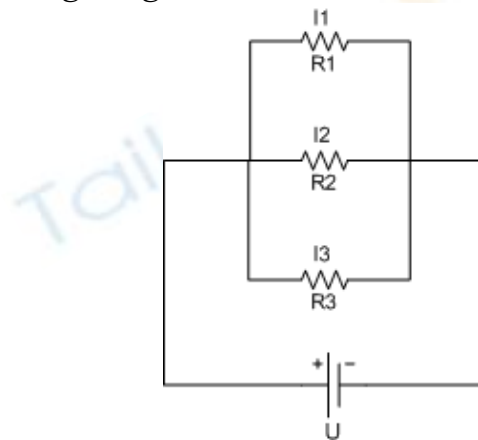
$$R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1)$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Nh- vậy cách ghép nối tiếp sẽ làm tăng trị số điện trở và tăng công suất tiêu tán.

- Dòng điện chạy qua các điện trở mắc nối tiếp có giá trị bằng nhau và bằng $I = (U_1 / R_1) = (U_2 / R_2) = (U_3 / R_3)$
- Từ công thức trên ta thấy rằng , sụt áp trên các điện trở mắc nối tiếp tỷ lệ thuận với giá trị điện trở .

b. Điện trở mắc song song.



R_{td} có trị số điện trở và công suất tiêu tán nh- sau:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2)$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Nh- vậy cách ghép song song làm tăng công suất tiêu tán nh- ng làm giảm trị số điện trở.

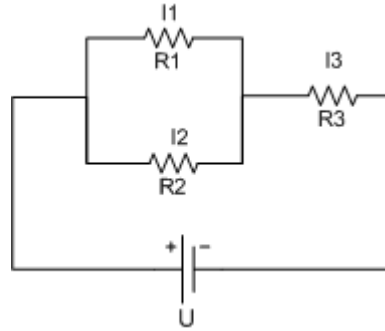
- Dòng điện chạy qua các điện trở mắc song song tỷ lệ nghịch với giá trị điện trở .

$$I_1 = (U / R_1) , \quad I_2 = (U / R_2) , \quad I_3 = (U / R_3)$$

- Điện áp trên các điện trở mắc song song luôn bằng nhau
- *Chú ý:* Khi ghép nối điện trở nên chọn loại có cùng công suất nhiệt để tránh hiện t-ợng có một điện trở chịu nhiệt lớn. Khi thay thế điện trở cũng cần phải thay bằng điện trở không chỉ cùng trị số mà còn phải cùng công suất nhiệt. Nếu mạch chỉ có 2 điện trở song song thì

$$R_{td} = R_1.R_2 / (R_1 + R_2)$$

c. Điện trở mắc hỗn hợp



Nếu mắc điện trở kiểu hỗn hợp (vừa nối tiếp, vừa song song) thì ta tính điện trở tương đương theo các công thức (1) và (2) còn công suất tiêu tán thì bằng tổng công suất tiêu tán của các điện trở thành phần.

- Mắc hỗn hợp các điện trở để tạo ra điện trở tối ưu hơn .
- Ví dụ: nếu ta cần một điện trở 9K ta có thể mắc 2 điện trở 15K song song sau đó mắc nối tiếp với điện trở 1,5K .

1.8 Các linh kiện khác cùng loại

1.8.1. Điện trở nhiệt (Th – Thermistor)

Là một linh kiện có trị số điện trở thay đổi theo nhiệt độ. Có 2 loại nhiệt trở là nhiệt trở âm và nhiệt trở dương. Trị số của nhiệt trở ghi trong sơ đồ là trị số đo được ở 25°C.

Ký hiệu và hình dáng của nhiệt trở:



* **Phân loại** : gồm 2 loại

- Nhiệt trở có hệ số nhiệt dương là loại điện trở khi nhận nhiệt độ cao hơn thì trị số của nó tăng lên và ngược lại.

Nếu nhiệt trở làm bằng vật liệu kim loại thì nó có hiệu ứng nhiệt dương (PTC). Điều này được giải thích là khi nhiệt độ tăng các nguyên tử ở các nút mạng sẽ dao động mạnh và làm cản trở quá trình di chuyển của điện tử.

- Nhiệt trở có hệ số nhiệt âm là loại nhiệt trở khi nhận nhiệt độ cao hơn thì điện trở của nó giảm xuống và ngược lại khi nhiệt độ thấp hơn thì điện trở của nó tăng lên.

Các chất bán dẫn thường có hiệu ứng nhiệt âm (NTC). Trong chất bán dẫn không chỉ có vận tốc của hạt dẫn, mà quan trọng hơn là số lượng hạt dẫn cũng

thay đổi theo nhiệt độ. Tại nhiệt độ thấp, các điện tử và lỗ trống không đủ năng lượng để nhảy từ vùng hoá trị lên vùng dẫn. Khi tăng nhiệt độ khiến các hạt dẫn đủ năng lượng để vượt qua vùng cấm, bởi thế độ dẫn sẽ gia tăng cùng với nhiệt độ. Nói cách khác khi nhiệt độ tăng thì trở kháng chất bán dẫn giảm. Với các chất

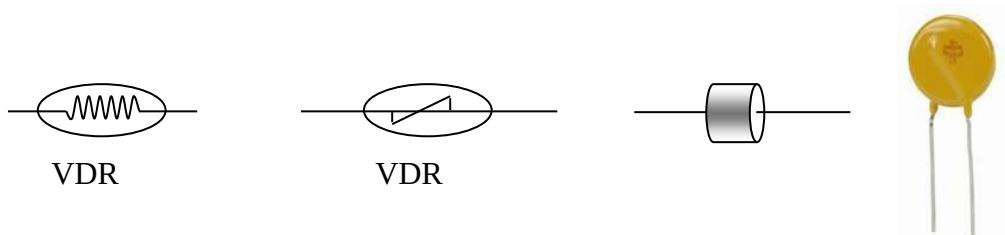
* **Ứng dụng:** Nhiệt trở thường được sử dụng để ổn định nhiệt cho các mạch của thiết bị điện tử (đặc biệt là tầng khuếch đại công suất) để điều chỉnh nhiệt độ hay làm linh kiện cảm biến trong các hệ thống tự động điều khiển theo nhiệt độ.

Ví dụ: Trong các bộ ampli, khi hoạt động lâu các sò công suất sẽ nóng lên, nhờ sử dụng nhiệt trở mà sự thay đổi của nhiệt độ được thể hiện ở sự thay đổi của trị số điện trở làm cho dòng điện qua sò công suất yếu đi, tức là bớt nóng hơn.

1.8.2. Điện trở tùy áp (VDR – Voltage Dependent Resistor)

VDR còn gọi là varistor là một linh kiện bán dẫn có trị số điện trở thay đổi khi điện áp đặt lên nó thay đổi.

Ký hiệu và hình dáng của VDR như hình sau:



Khi điện áp giữa hai cực ở dưới trị số quy định thì VDR có trị số điện trở rất lớn coi như hở mạch. Khi điện áp này tăng lên thì VDR sẽ có trị số giảm xuống để ổn định điện áp ở hai đầu nó. Giá trị điện áp mà VDR ổn định được cho trước bởi nhà sản xuất, đây chính là thông số đặc trưng cho VDR.

VDR thường được mắc song song với các cuộn dây có hệ số tự cảm lớn để dập tắt các điện áp cảm ứng quá cao khi cuộn dây bị mất dòng điện đột ngột tránh làm hỏng các linh kiện trong mạch.

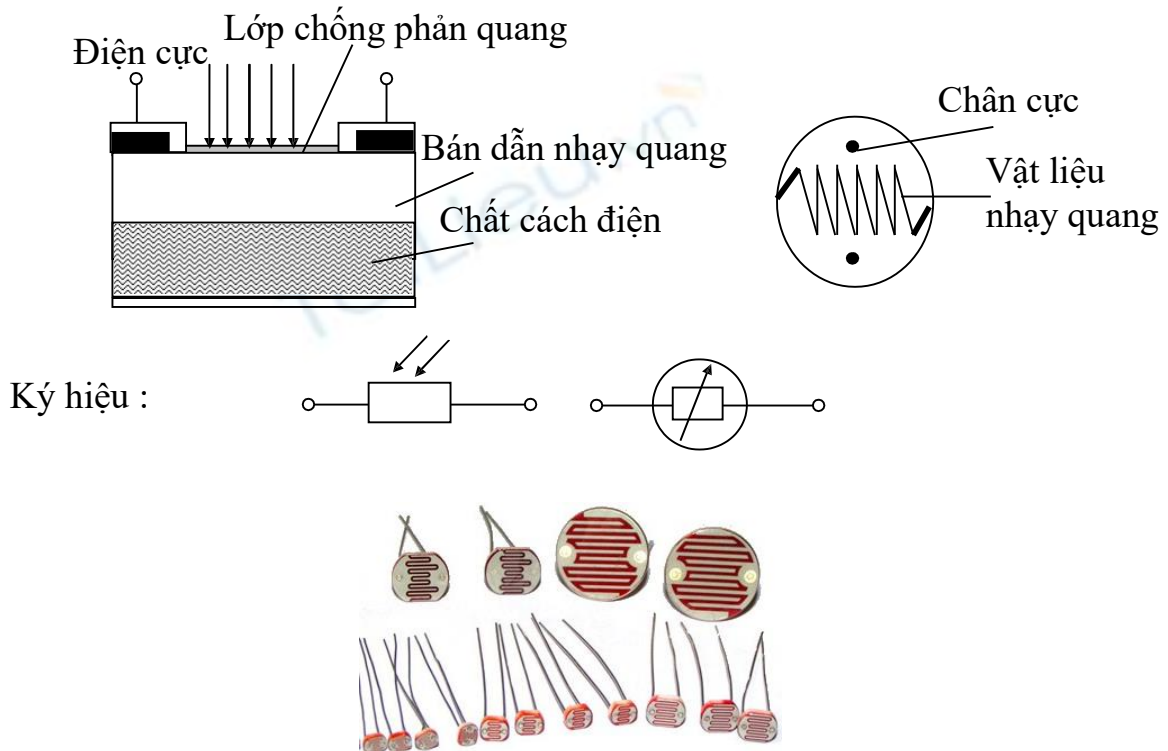
1.8.3. Điện trở quang (Photo Resistor)

Điện trở quang hay còn gọi là quang trở là thiết bị bán dẫn nhạy cảm với bức xạ điện từ quanh phổ ánh sáng nhìn thấy (có bước sóng từ 380 và 780 nm).

Quang trở được tạo nên từ một lớp vật liệu bán dẫn mỏng, thường là CdS (Cadmi sulfua). Bức xạ ánh sáng ngẫu nhiên sẽ truyền một phần năng lượng của

nó cho các cặp điện tử-lỗ trống, các cặp này có thể đạt mức năng lượng đủ lớn để điện tử nhảy lên vùng dẫn. Kết quả hình thành nhiều hạt dẫn tự do, khiến độ dẫn tăng và trở kháng giảm. Số lượng các hạt dẫn tạo ra sẽ tỷ lệ với cường độ bức xạ ánh sáng. Độ chiếu sáng càng mạnh thì điện trở có trị số càng nhỏ và ngược lại. Khi quang trở bị che tối điện trở của nó khoảng vài trăm KΩ đến vài MΩ. Khi được chiếu sáng thì giá trị điện trở này khoảng vài trăm Ω đến vài KΩ.

Trong ứng dụng thực tế một điện áp ngoài sẽ được đấu vào các cực của quang trở. Cho ánh sáng chiếu vào, khi đó dòng có thể chảy qua quang trở và chảy trong mạch ngoài với cường độ tùy thuộc vào cường độ sáng



Điện trở quang gồm :

- + Một lớp vật liệu bán dẫn nhạy quang (có bề dày từ 1 mm đến 0,1 mm, tùy theo vật liệu sử dụng và công nghệ chế tạo)
- + Đế là chất cách điện
- + Tất cả được phủ một lớp chống ẩm trong suốt đối với vùng ánh sáng hoạt động của quang trở.
- + Vỏ bọc bằng chất dẻo có cửa sổ cho ánh sáng đi qua

Nguyên tắc làm việc: Khi chiếu ánh sáng vào lớp vật liệu nhạy quang thì các cặp điện tử – lỗ trống sẽ xuất hiện làm cho nồng độ hạt dẫn điện tăng lên, nói cách khác là điện trở của khối bán dẫn giảm xuống.

Độ dẫn điện của vật liệu bán dẫn nhạy quang được tính theo công thức:

$$\sigma = q(n \cdot \mu_n + p \cdot \mu_p)$$

với μ_n, μ_p là độ linh động của điện tử và lỗ trống

n, p là nồng độ hạt dẫn của điện tử và lỗ trống

Như vậy, điện trở của quang trở phụ thuộc vào cường độ ánh sáng chiếu vào, nghĩa là cường độ dòng qua điện trở thay đổi. Nói cách khác, sự biến đổi cường độ ánh sáng đã chuyển thành sự biến đổi của cường độ dòng điện trong mạch, hay tín hiệu quang đã được chuyển thành tín hiệu điện.

Các tham số chính của quang trở

+ Điện dẫn suất σ_p là hàm số của mật độ quang khi độ dài bước sóng thay đổi.

+ Độ nhạy tương đối của quang trở $S(\lambda)$ là tỉ số giữa điện dẫn suất thay đổi theo bước sóng và điện dẫn suất cực đại khi mật độ năng lượng quang không thay đổi.

+ Thời gian đáp ứng là thời gian hồi đáp của quang trở khi có sự thay đổi cường độ sáng

Thông thường khi cường độ ánh sáng mạnh quang trở làm việc nhanh hơn.

+ Hệ số nhiệt của quang trở: Hệ số này tỉ lệ nghịch với cường độ chiếu sáng. Do vậy quang trở cần làm việc ở mức chiếu sáng tốt nhất để giảm thiểu sự thay đổi trị số theo nhiệt độ.

+ Điện trở tối R_d

R_d là điện trở trong điều kiện không được chiếu sáng của quang trở, nó sẽ cho biết dòng tối (hay dòng rò) lớn nhất.

+ Công suất tiêu tán lớn nhất

Khi hoạt động cần giữ cho nhiệt độ của quang trở nhỏ hơn nhiệt độ cho phép. Kích thước của quang trở càng lớn thì khả năng tiêu tán nhiệt càng tốt.

Vật liệu chế tạo sẽ giới hạn dải nhiệt độ của quang trở từ $(40 \div 75)^{\circ}\text{C}$

Ứng dụng:

Trong ứng dụng thực tế một điện áp ngoài sẽ được đấu vào các cực của quang trở. Cho ánh sáng chiếu vào, khi đó dòng có thể chảy qua quang trở và chảy trong mạch ngoài với cường độ tùy thuộc vào cường độ sáng.

Quang trở thường được sử dụng trong các mạch tự động điều khiển bằng ánh sáng như: phát hiện người qua cửa, tự động mở đèn khi trời tối, điều chỉnh độ sáng và độ nét tự động ở màn hình LCD, camera...

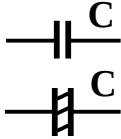
2. Tụ điện

2.1 Khái niệm

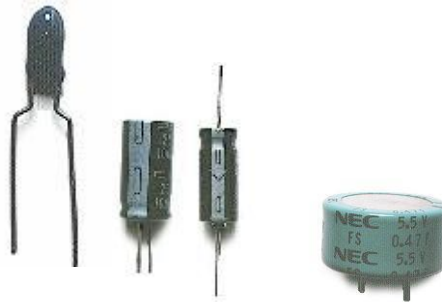
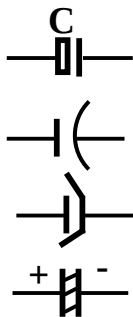
Tụ điện là linh kiện thụ động được sử dụng rộng rãi trong các mạch điện tử, chúng được sử dụng trong mạch lọc nguồn, lọc nhiễu, các mạch truyền tín hiệu xoay chiều, mạch dao động...

2.2 Kí hiệu và hình dáng thực tế

* Tụ thường (Tụ không phân cực)



* Tụ phân cực



* Tụ biến đổi

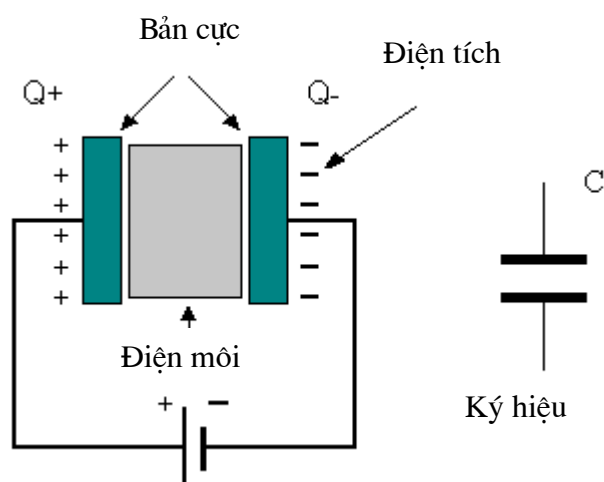


2.3 Cấu tạo

Tụ thường (tụ không phân cực)

Về cấu tạo, tụ không phân cực gồm các lá kim loại xen kẽ với các lá làm bằng chất cách điện gọi là chất điện môi. Tên của tụ được đặt theo tên chất điện môi như: tụ giấy, tụ gốm, tụ mica, tụ dầu

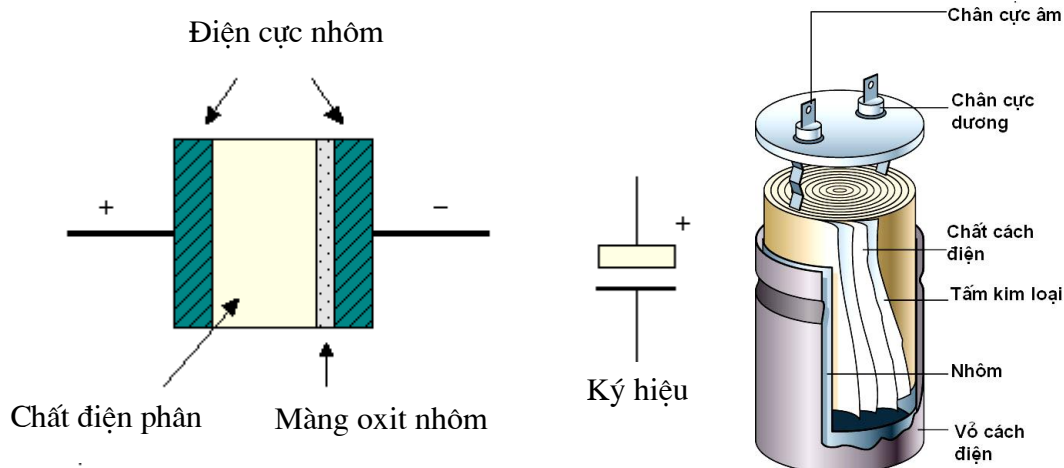
Giá trị của tụ thường có điện dung từ 1,8pF tới 1μF, khi giá trị điện dung lớn hơn thì kích thước của tụ khá lớn nên khi đó chế tạo loại phân cực tính sẽ giảm kích thước đi một cách đáng kể.



Cấu tạo và kí hiệu của tụ không phân cực

Tụ điện phân

Tụ điện phân có cấu tạo gồm 2 điện cực tách rời nhau nhờ một màng mỏng chất điện phân, khi có một điện áp tác động lên hai điện cực sẽ xuất hiện một màng oxit kim loại không dẫn điện đóng vai trò nh- lớp điện môi. Lớp điện môi càng mỏng kích th- ớc của tụ càng nhỏ mà điện dung lại càng lớn. Đây là loại tụ có cực tính đ- ợc xác định và đánh dấu trên thân tụ, nếu nối ng- ợc cực tính lớp điện môi có thể bị phá huỷ và làm hỏng tụ (nổ tụ), loại tụ này dễ bị rò điện do l- ợng điện phân còn d- .



Cấu tạo, ký hiệu và cấu trúc thực tế của tụ điện phân

Ví dụ: Tụ hoá có cấu tạo đặc biệt, vỏ ngoài bằng nhôm làm cực âm, bên trong vỏ nhôm có thỏi kim loại (đồng hoặc nhôm) làm cực d- ơng. Giữa cực d- ơng và cực âm là chất điện phân bằng hoá chất (th- ờng là axitboric) nên gọi là tụ hoá.