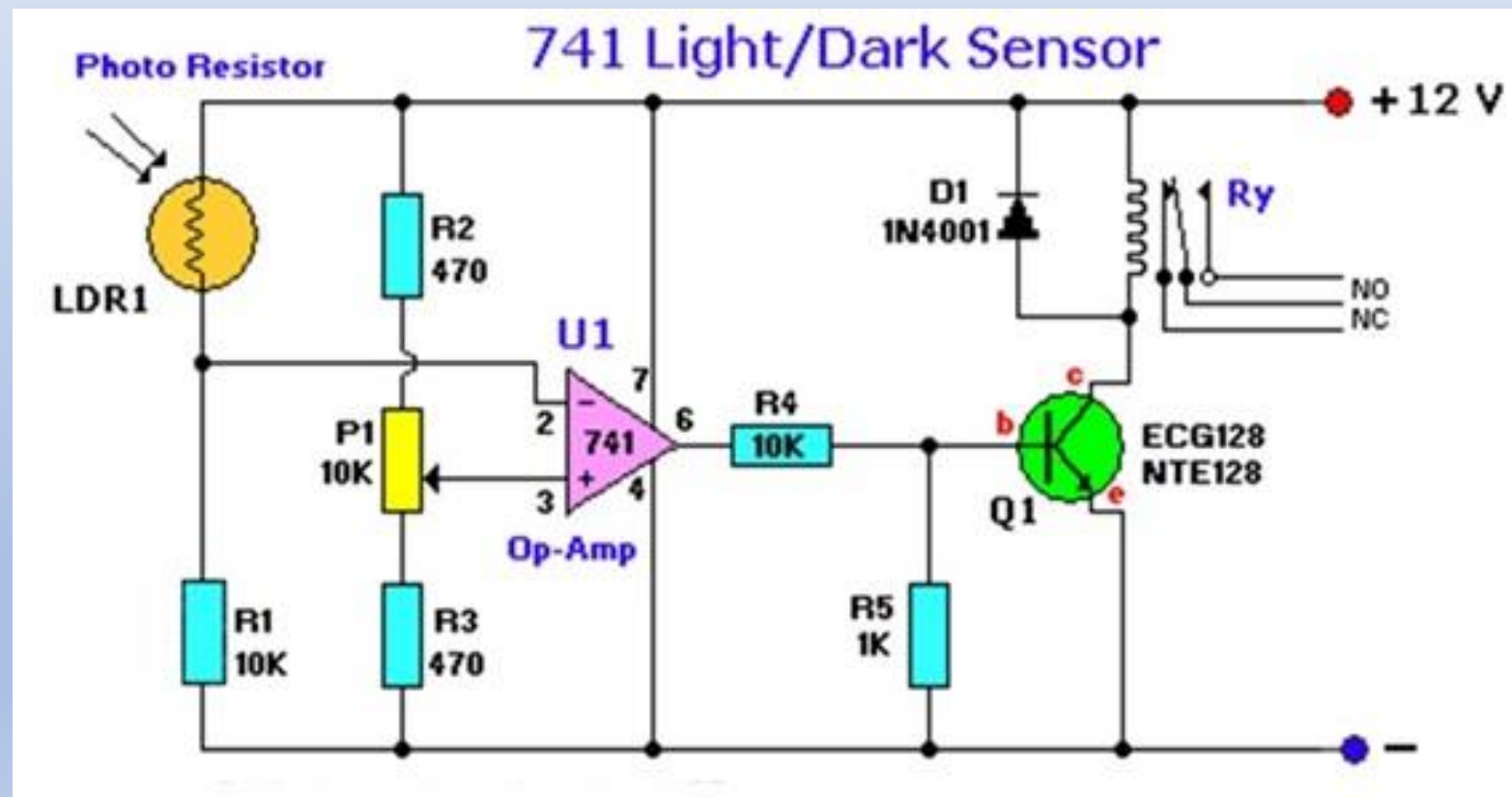


Bài giảng môn:

MẠCH ĐIỆN TỬ

GV:
Lê Ngọc Tuấn



TT	Nội dung	Số tiết	Phân bố thời gian			Ghi chú
			Lý thuyết	Thực hành	Tự học	
1	Chương 1: Linh kiện thụ động	3	3		6	
2	Chương 2: Chất bán dẫn và Diode	3	3		6	
3	Chương 3: Transistor lưỡng cực	9	9		18	
4	Chương 4: Transistor đơn nối	2	2		4	
5	Chương 5: Transistor hiệu ứng trường	5	5		10	
6	Chương 6: Mạch khuếch đại công suất	3	3		6	
7	Chương 7: Bộ khuếch đại thuật toán	5	5		10	
Tổng		30	30		60	

MỤC TIÊU CỦA HỌC PHẦN

Sau khi hoàn tất học phần sinh viên có khả năng nắm vững nguyên lý hoạt động của mỗi linh kiện trong mạch điện. Có khả năng phân tích, tính toán trong các mạch phân cực và khuếch đại.

MÔ TẢ VẮN TẮT NỘI DUNG CỦA HỌC PHẦN

Đây là môn học được dùng để giảng dạy trong ngành Điện, môn học này bao gồm phần linh kiện điện tử, khuếch đại thuật toán và mạch điện tử. Trong phần Linh kiện điện tử sẽ trình bày cho sinh viên biết nguyên lý hoạt động của một số linh kiện được ứng dụng nhiều trong công nghiệp như: Điện trở, Tụ điện, Cuộn cảm, Diod, BJT, UJT, FET, Bộ khuếch đại thuật toán (Op-amp) và các tầng khuếch đại công suất nhỏ, tầng khuếch đại công suất

TÀI LIỆU HỌC TẬP

- **Sách giáo trình chính**

- [1]. Giáo trình Điện Tử Căn Bản, Khoa Điện, ĐH Công Nghiệp TP.HCM.

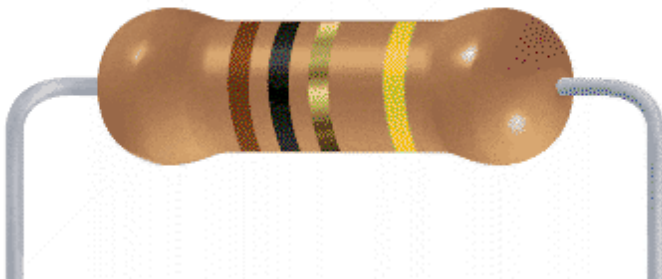
- **Tài liệu tham khảo:**

- [1]. Lê Tiến Thường, Giáo trình điện tử 1, NXB ĐHQG TP. HCM, 2003.
- [2]. Theodore F. Bogart, Jr. Electronic devices and circuits, Macmillan, ISBN 0-02-946517-6.
- [3]. Phạm Minh Hà, Kỹ thuật Mạch điện tử, NXB KHKT, 2000.

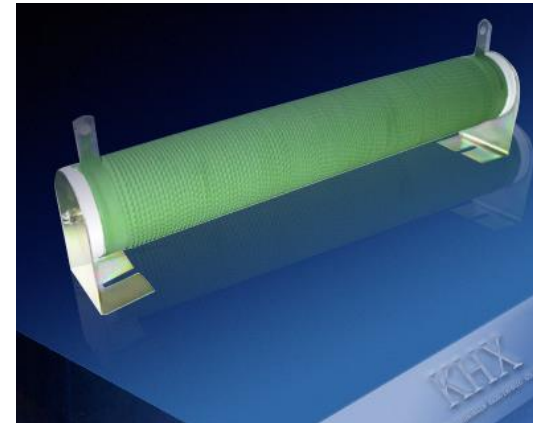
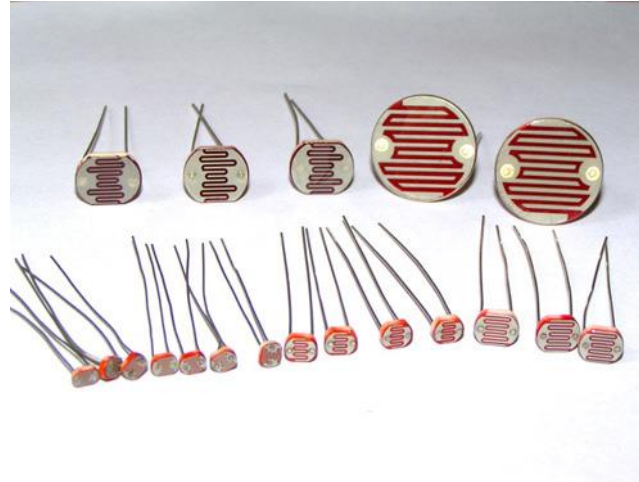
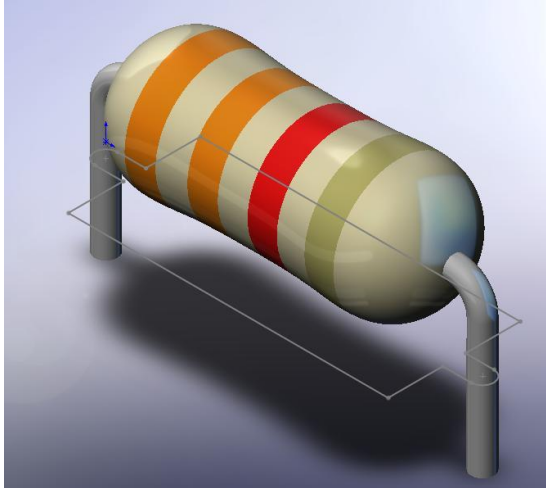
Chương 1

LINH KIỆN THỤ ĐỘNG

Risistor Tool



Phần 1: **ĐIỆN TRỞ** (*Resistor*)



I. ĐIỆN TRỞ CỦA DÂY DẪN

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

ρ : điện trở suất (Ωm hoặc $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)

l : chiều dài (m)

s : tiết diện (mm^2)

R : điện trở dây dẫn (Ω)

- Điện trở suất của một số chất tiêu biểu là:
 - Bạc: $\rho = 0,016 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 - Đồng: $\rho = 0,017 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 - Vàng: $\rho = 0,02 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 - Nhôm: $\rho = 0,026 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 - Thủy tinh: $\rho = 10^{18} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Kí hiệu của điện trở:



Điện trở có đơn vị tính là *Ohm* (Ω).

Các bội số của (Ω) là:

Kilo Ohm: $1\text{K}\Omega = 10^3\Omega$

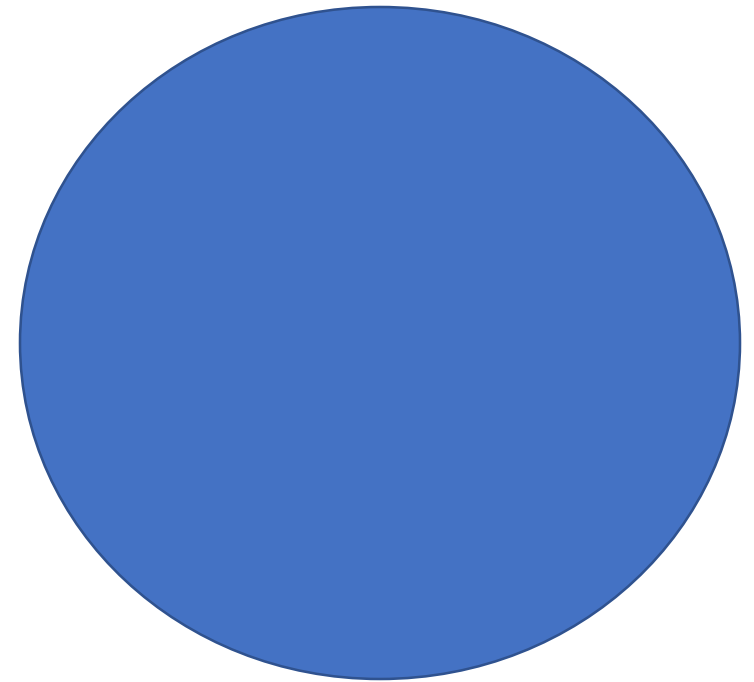
Mega Ohm: $1\text{M}\Omega = 10^6 \Omega$

Giga Ohm: $1\text{G}\Omega = 10^9 \Omega$

III. ĐỊNH LUẬT OHM

$$I = \frac{U}{R}$$

- I: cường độ dòng điện (A)
- V: điện áp (V)
- R: điện trở (Ω)

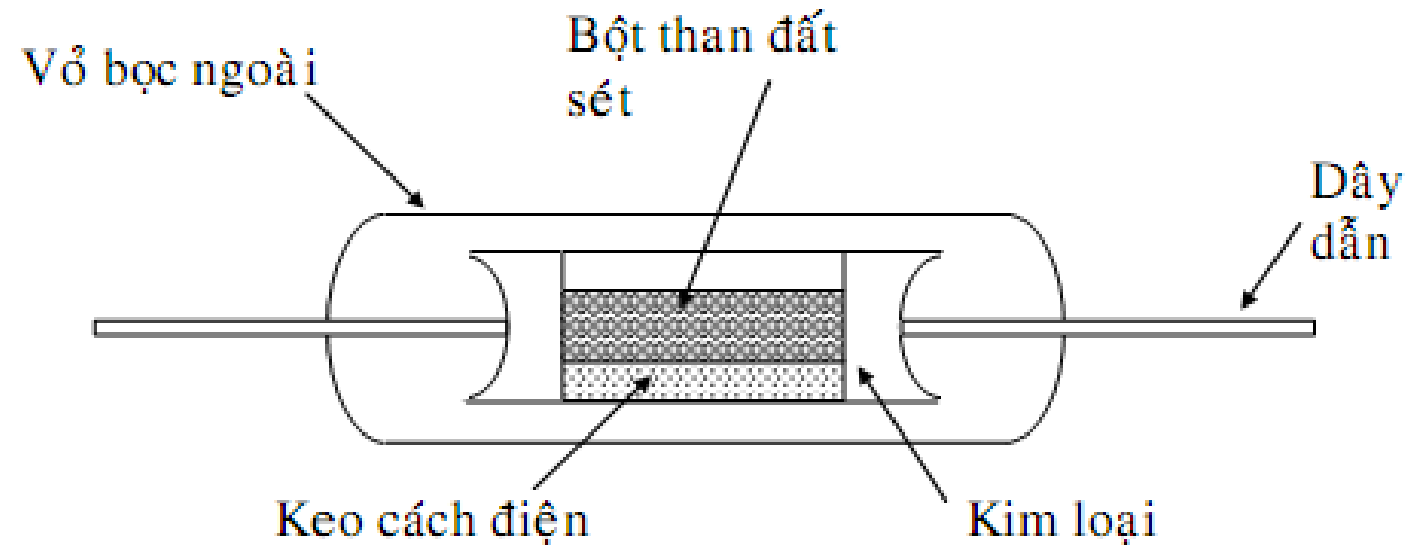


IV. ĐIỆN TRỞ THAN

Điện trở than là loại điện trở được sử dụng nhiều nhất trong các mạch điện tử.



1. Cấu tạo:

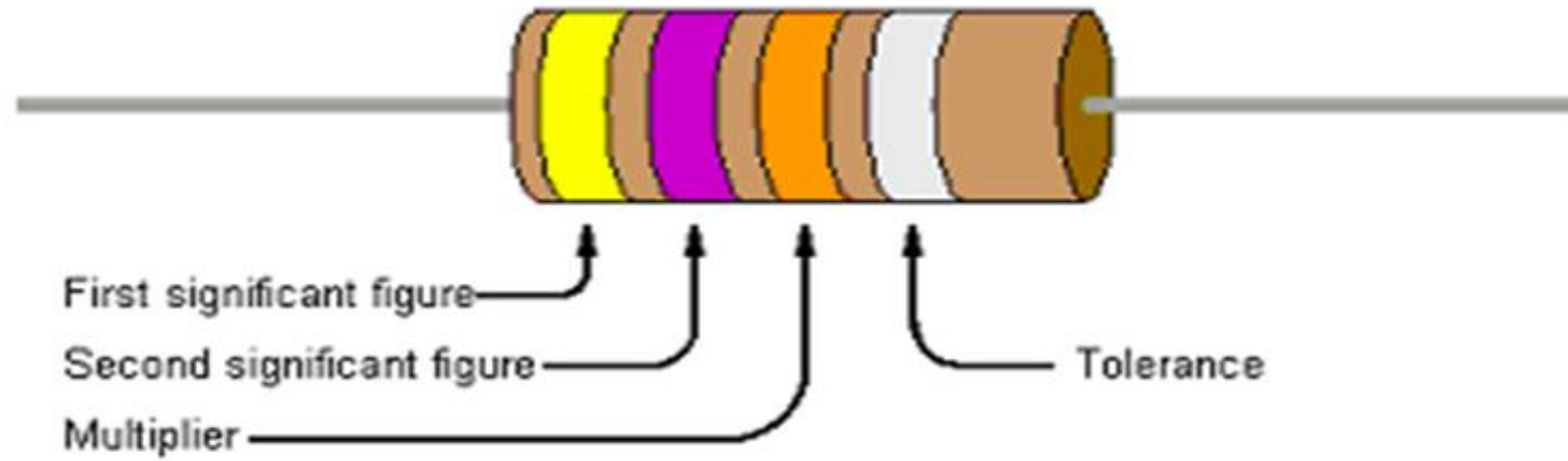


Trị số của điện trở được kí hiệu bằng các vòng màu trên thân điện trở theo quy ước của Hoa Kỳ (E.I.A).



2. Bảng quy ước vòng màu điện trở (theo chuẩn E.I.A)

VÒNG MÀU	Vòng A (số thứ nhất)	Vòng B (số thứ hai)	Vòng C (bội số)	Vòng D (sai số)
Đen		0	10⁰	(± 20% với không vòng màu)
Nâu	1	1	10¹	± 1%
Đỏ	2	2	10²	± 2%
Cam	3	3	10³	± 3%
Vàng	4	4	10⁴	± 4%
Xanh lục	5	5	10⁵	
Xanh lam	6	6	10⁶	
Tím	7	7	10⁷	
Xám	8	8	10⁸	
Trắng	9	9	10⁹	
Vàng kim			10⁻¹	± 5%
Bạc kim			10⁻²	± 10%



3. Cách đọc giá trị vòng màu điện trở

a. Điện trở ba vòng màu:

Là loại điện trở có độ chính xác thấp, sai số cao.
Được đọc theo công thức:

$$R = (AB \times C) \pm 20\%$$

Vòng A: số thứ nhất

Vòng B: số thứ hai

Vòng C: bội số

Khi điện trở không có vòng D thì ta ngầm hiểu sai số của nó là **$\pm 20\%$**

- **VD:** Vòng A: nâu – vòng B: xanh lục – vòng C: nâu

So bảng trên ta được: A:1; B: 5; C: $\times 10^1$

$$R = 15 \times 10^1 \pm 20\% (\Omega)$$

$$R = 150 \Omega \pm 20\%$$

0,68 Ω lam- xám – bạc

1,6 Ω : nâu – lam - vk

b. Điện trở bốn vòng màu:

- Đọc theo công thức:

$$R = (AB \times C) \pm D$$

Vòng A: số thứ nhất

Vòng B: số thứ hai

Vòng C: bội số

Vòng D: sai số

- **VD:** Vòng A: vàng – vòng B: tím – vòng C: đỏ - vòng D: vàng kim

So bảng trên ta được: A:4; B: 7; C: $\times 10^2$; D: $\pm 5\%$

$$R = 47 \times 10^2 \pm 5\% (\Omega)$$

$$R = 4700 \Omega \pm 5\%$$

$$R = 4,7 \text{ k}\Omega \pm 5\%$$

⇔

- Mỗi quan hệ giữa giá trị R với vòng màu C:

- $0,1 \div 0,99\Omega$ vòng C có màu bạc
- $1 \div 9,9\Omega$ vòng C có màu nhũ
- $10 \div 99\Omega$ vòng C có màu đen
- $100 \div 990\Omega$ vòng C có màu nâu
- $1 \div 9,9k\Omega$ vòng C có màu đỏ
- $10 \div 99k\Omega$ vòng C có màu cam
- $100 \div 990k\Omega$ vòng C có màu vàng
- $1 \div 9,9M\Omega$ vòng C có màu xanh lục

c. Điện trở năm vòng màu:

- Là loại điện trở có độ chính xác cao, sai số nhỏ.
Được đọc theo công thức:

$$R = (ABC \times D) \pm E$$

Vòng A: số thứ nhất

Vòng B: số thứ hai

Vòng C: số thứ ba

Vòng D: bội số

Vòng E: sai số

- **VD1:** Vòng A: đỏ – vòng B: tím – vòng C: đen – vòng D:nâu; vòng E: nâu

So bảng trên ta được: A:2; B: 7; C: 0; D: $\times 10^1$; E $\pm 1\%$

$$R = 270 \times 10^1 \pm 1\% (\Omega)$$

$$R = 2700 \Omega \pm 1\% = 2,7 \text{ K } \Omega \pm 1\%$$

- **VD2:** Vòng **A**: cam – vòng **B**: cam – vòng **C**: cam – vòng **D**:nâu; vòng **E**: nâu

So bảng trên ta được: **A**:3; **B**:3; **C**: 3; **D**: $\times 10^1$; **E** $\pm 1\%$

$$R = 333 \times 10^1 \pm 1\% (\Omega)$$

$$R = 3330 \Omega \pm 1\% = 3,33 \text{ K}\Omega \pm 1\%$$

4. Bảng quy ước giá trị điện trở chuẩn :

Nhà SX không chế tạo điện trở có đủ trị số từ nhỏ nhất đến lớn nhất,

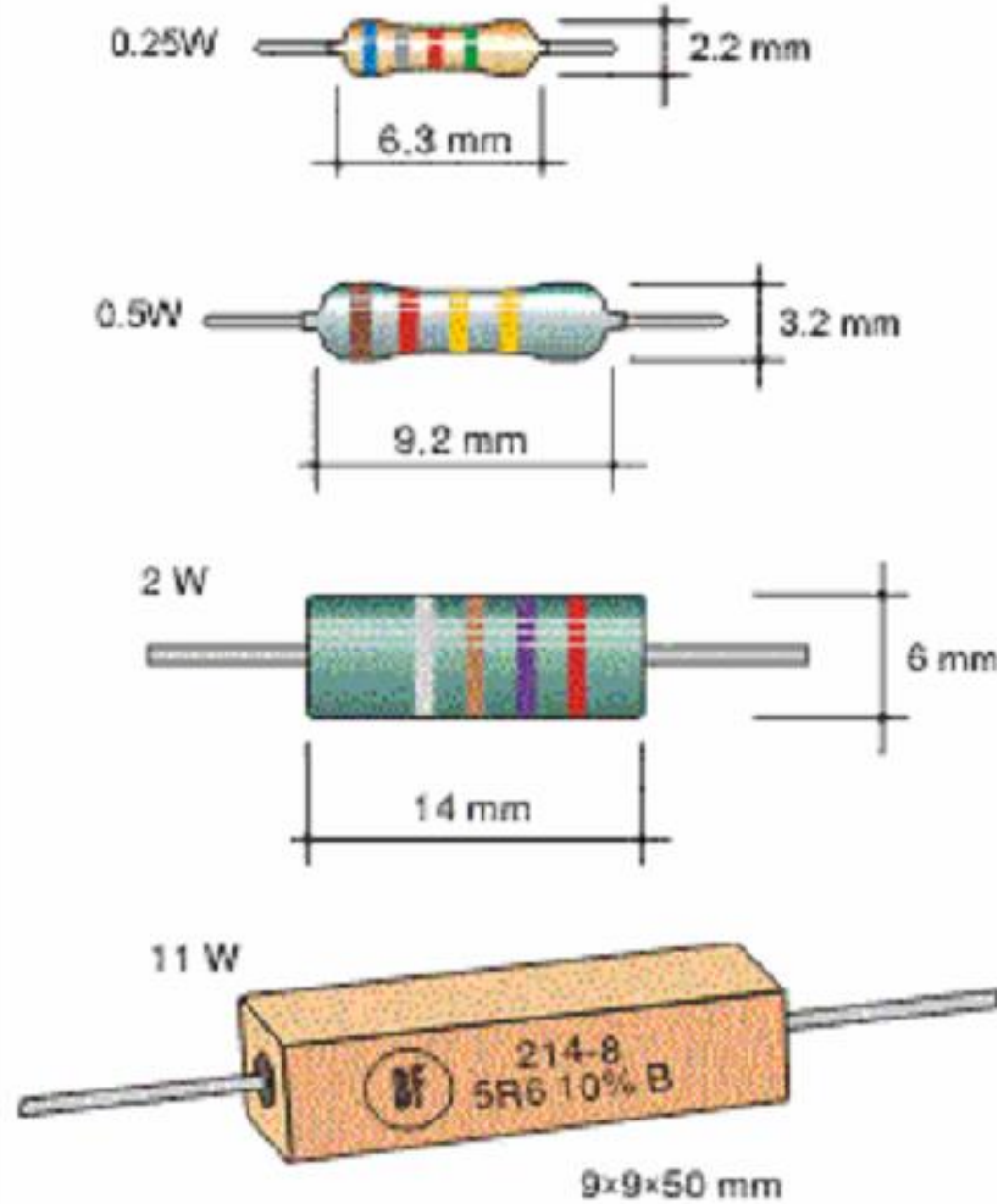
Chỉ chế tạo các điện trở có trị số theo tiêu chuẩn với vòng màu số thứ nhất và số thứ hai có giá trị như sau:

SAI SỐ (%)			
5%	1%	5%	1%
10	10	33	33
	11		36
12	12	39	39
	13		43
15	15	47	47
	16		51
18	18	56	56
	20		62
22	22	68	68
	24		75
27	27	82	82
	30		91

VD: -10:
- 14:

5. Công suất của điện trở

- Là trị số chỉ công suất tiêu tán tối đa của nó.
- Nếu dòng điện qua điện trở mà cho ra công suất lớn hơn công suất này thì điện trở sẽ bị cháy.
- Phụ thuộc vào kích thước điện trở.



Công suất $\frac{1}{4}$ W thì R có chiều dài $\approx 0,7\text{cm}$.

Công suất $\frac{1}{2}$ W thì R có chiều dài $\approx 1\text{ cm}$.

Công suất 1W thì R có chiều dài $\approx 1,2\text{ cm}$.

Công suất 2 W thì R có chiều dài $\approx 1,6\text{ cm}$.

Công suất 4 W thì R có chiều dài $\approx 2,4\text{ cm}$.

Những điện trở có công suất lớn hơn thường là điện trở dây quấn.

6. Cách chọn công suất điện trở

Để điện trở không bị cháy khi có dòng điện thường trực chạy qua thì phải biết công suất do dòng điện sinh ra trên điện trở đó:

Ta có:

$$P = V.I, \text{ và } V = R.I, \quad I = \frac{V}{R}$$



$$P = R.I.I = R.I^2$$

Hay

$$P = V \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

Dựa vào các công thức trên, ta chọn công suất của điện trở (P_R) theo công thức:

$$P_R \geq 2.P$$

Trong đó 2 là hệ số an toàn. Trong những trường hợp đặc biệt thì hệ số an toàn có thể chọn lớn hơn.

V. PHÂN LOẠI ĐIỆN TRỞ

1. Phân loại điện trở theo cấu tạo

- Điện trở than nén (RTN) là loại điện trở dùng bột than ép lại dạng thanh.
- Điện trở màng kim loại (RKM) được sản xuất từ Nicken- Crom, có trị số ổn định hơn điện trở than nên giá thành cao. Công suất của điện trở này thường là $\frac{1}{2}$ W.

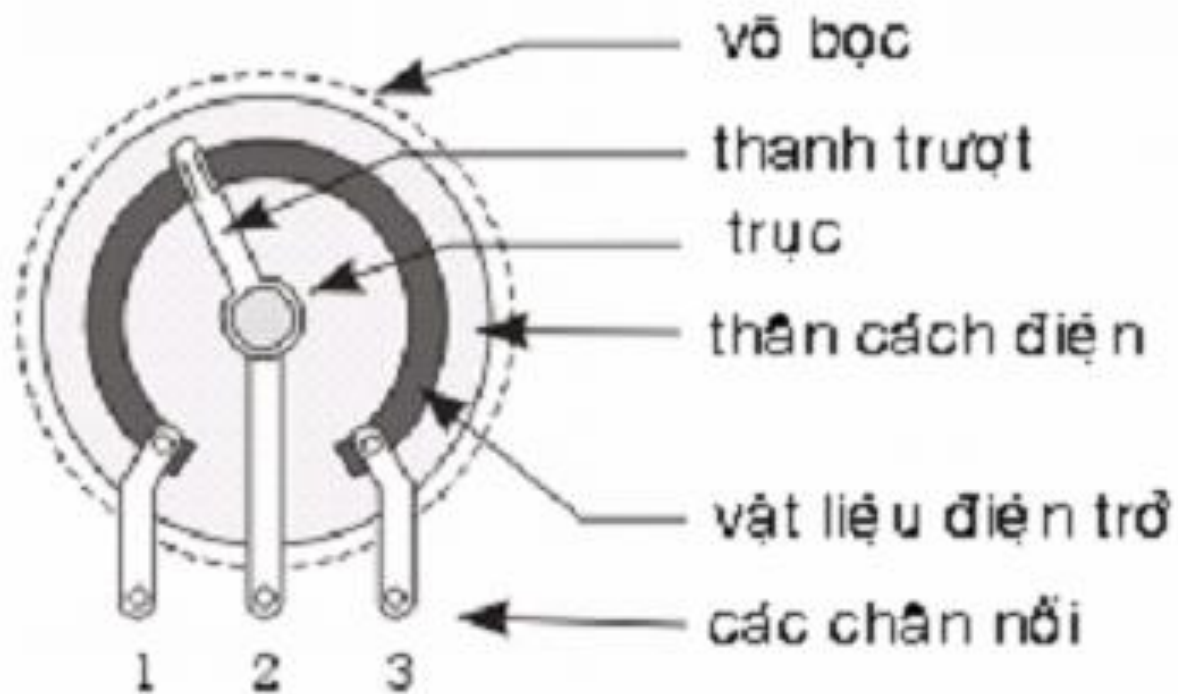
- Điện trở oxit kim loại (ROKM) được sản xuất từ oxit - thiếc nên chịu được nhiệt độ cao và độ ẩm cao, công suất thường là $\frac{1}{2}$ W
- Điện trở dây quấn (RD) trị số nhỏ, dòng điện chịu đựng cao. Công suất từ vài W đến vài chục W.



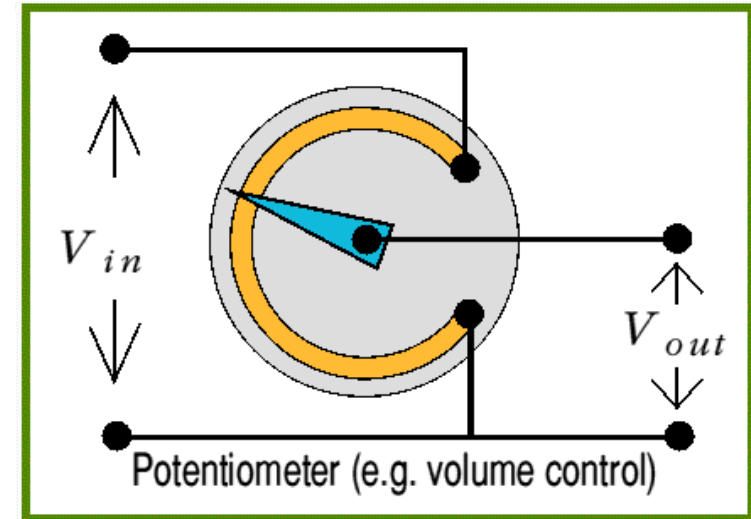
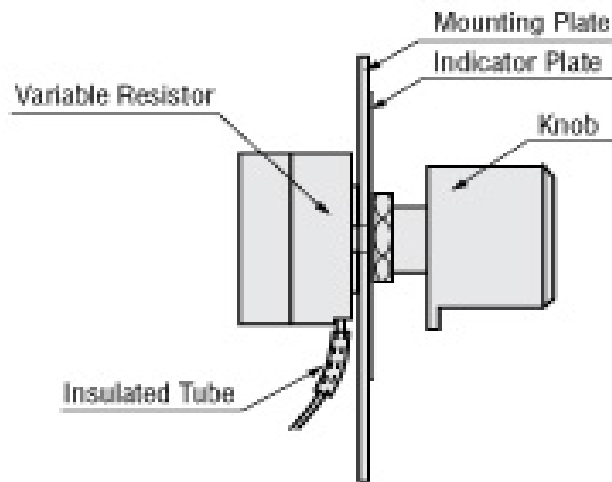
2. Phân loại theo công dụng

a. **Biến trở:** (*Variable Resistor- VR*)

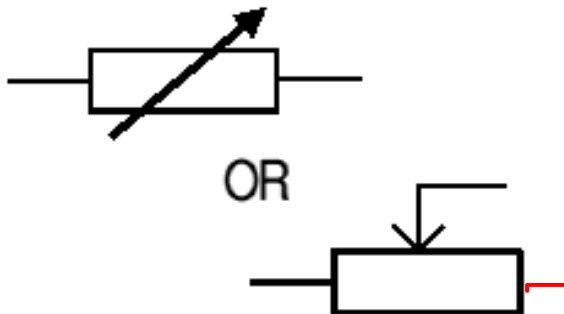
là điện trở có giá trị điều chỉnh được

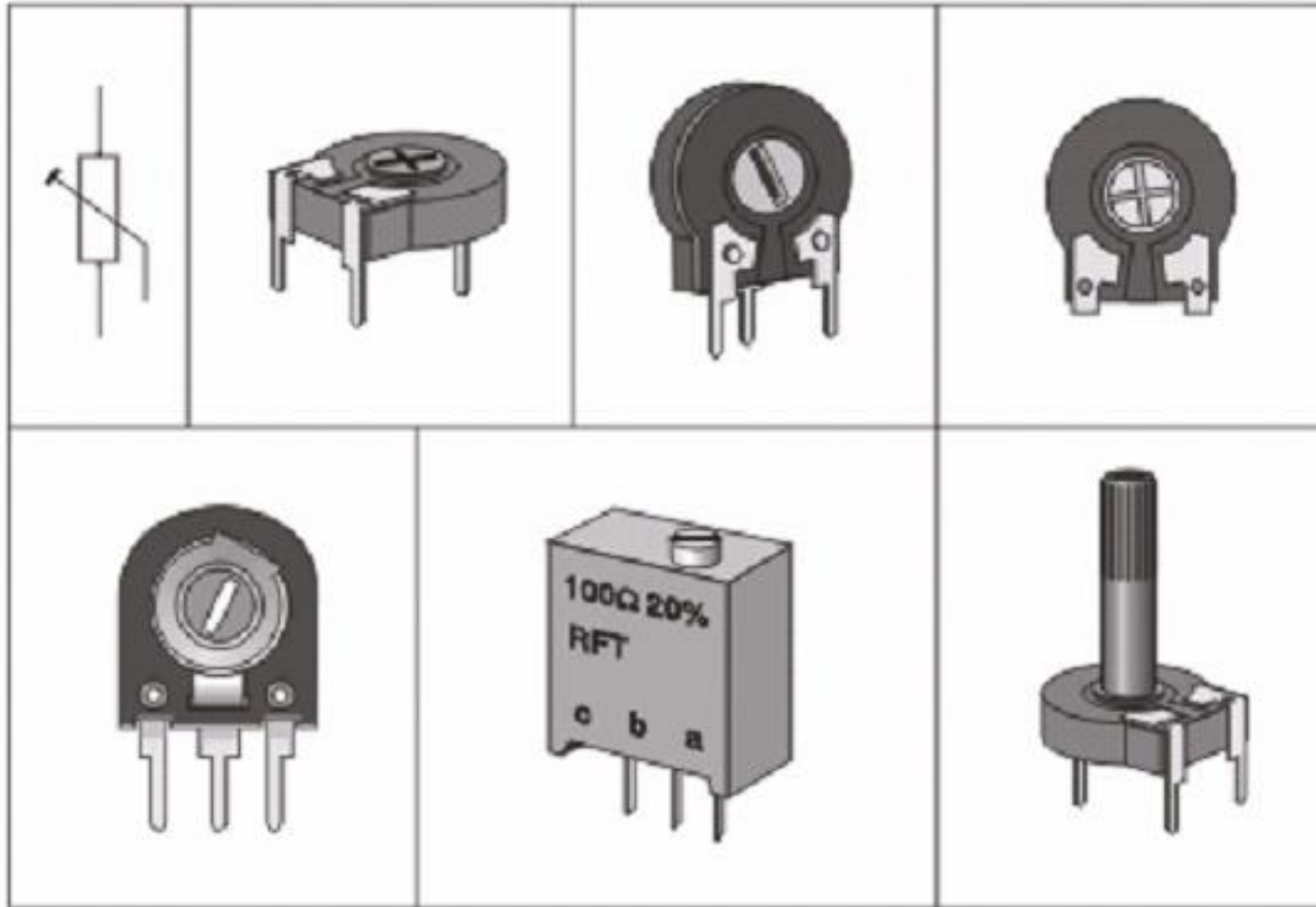


CẤU TẠO, KÝ HIỆU , HÌNH DẠNG BIẾN TRỞ

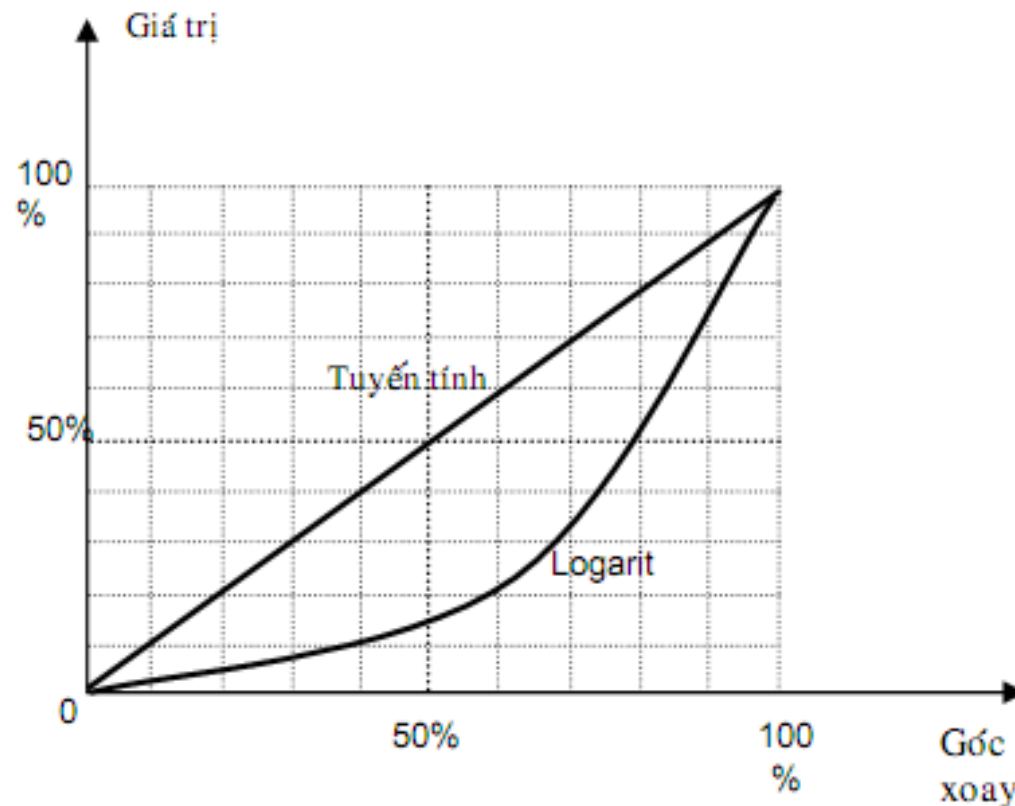


Symbols for variable resistors.





- Biến trở dây quấn là loại biến trở tuyến tính, có tỷ số điện trở tỷ lệ với góc xoay.
- Biến trở than có loại tuyến tính, có loại trị số thay đổi theo hàm logarit.



b. Nhiệt trở: (*Thermistor- Th*)

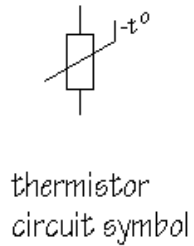
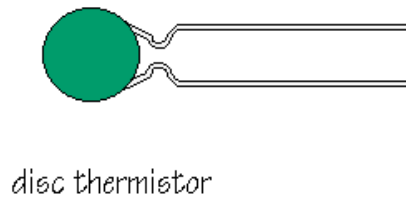
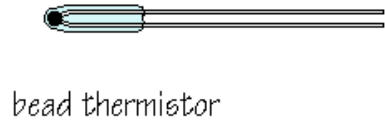
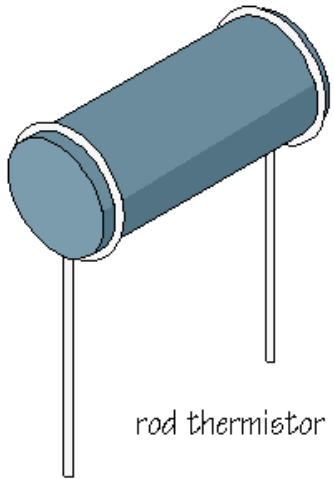
là điện trở có giá trị phụ thuộc vào nhiệt độ

Nhiệt trở có hệ số nhiệt âm (nhiệt trở âm – NTC) là loại nhiệt trở khi nhận nhiệt độ cao hơn thì trị số điện trở giảm xuống, và ngược lại.

Nhiệt trở có hệ số nhiệt dương (nhiệt trở dương – PTC) là loại nhiệt trở khi nhận nhiệt độ cao hơn thì trị số điện trở tăng lên, và ngược lại.



KÝ HIỆU, HÌNH DẠNG CỦA NHIỆT TRỞ



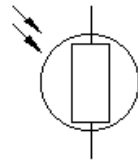
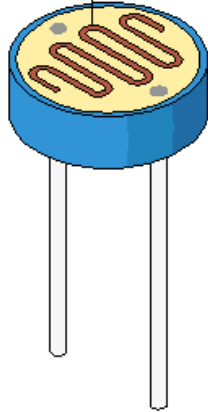
Th

c. Quang trở: (*Photo Resistor, LDR: light-dependent-resistor*)
là điện trở phụ thuộc ánh sáng

- Quang trở thường được chế tạo từ chất Sunfua – Catmi nên kí hiệu (**CdS**). Khi độ chiếu sáng vào quang trở càng mạnh thì điện trở có trị số càng nhỏ và ngược lại.
- Khi bị che tối, trị số điện trở khoảng vài trăm $K\Omega$ đến vài $M\Omega$. Khi được chiếu sáng, trị số điện trở khoảng vài trăm Ω đến vài $K\Omega$.

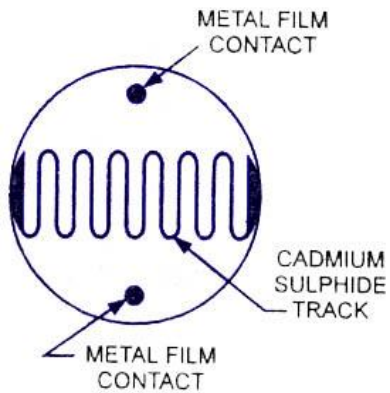
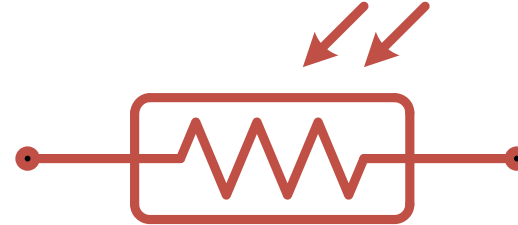
KÍ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG QUANG TRỞ

cadmium sulphide
track

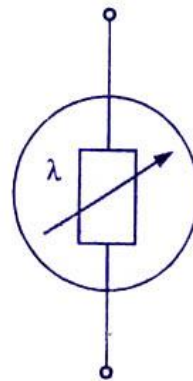


circuit symbol

LDR

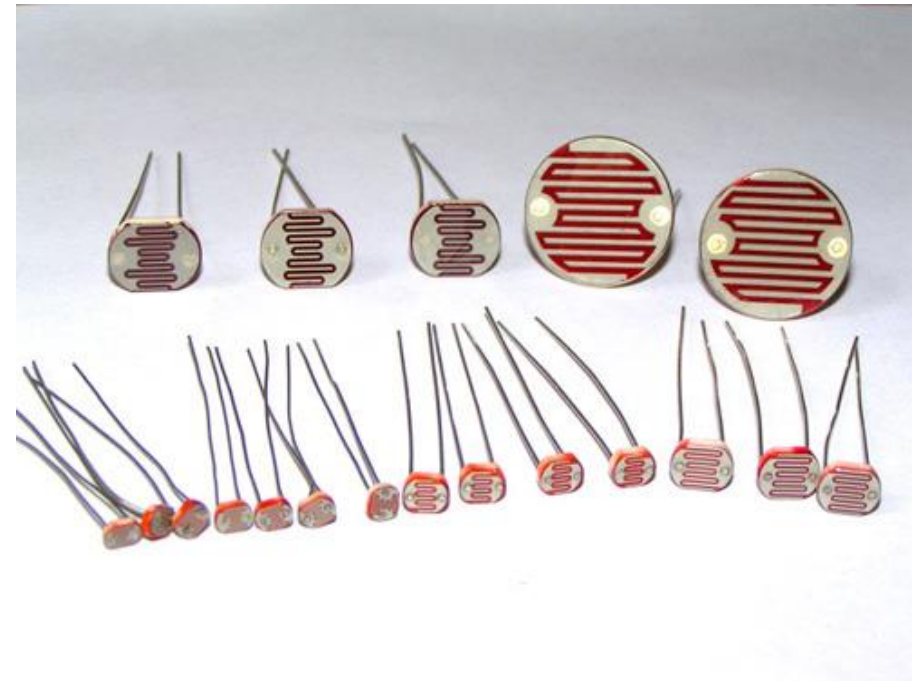


(a) Basic Structure



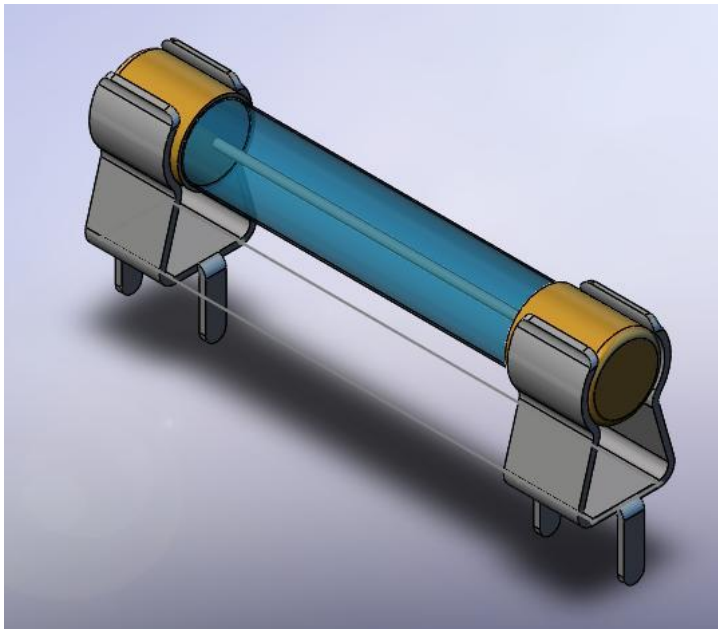
(b) Symbol

LDR



d. Điện trở cầu chì (*Fusistor- F*):

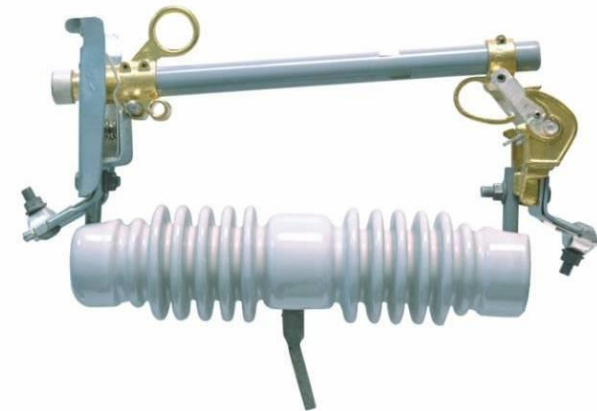
- Khi có dòng điện lớn hơn trị số cho phép thì điện trở sẽ bị nóng và đứt..
- Điện trở cầu chì thường có trị số rất nhỏ.



KÍ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA FUSISTOR



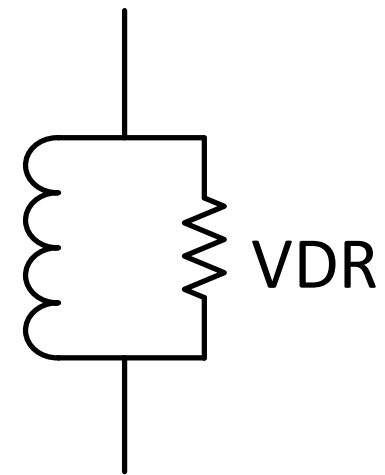
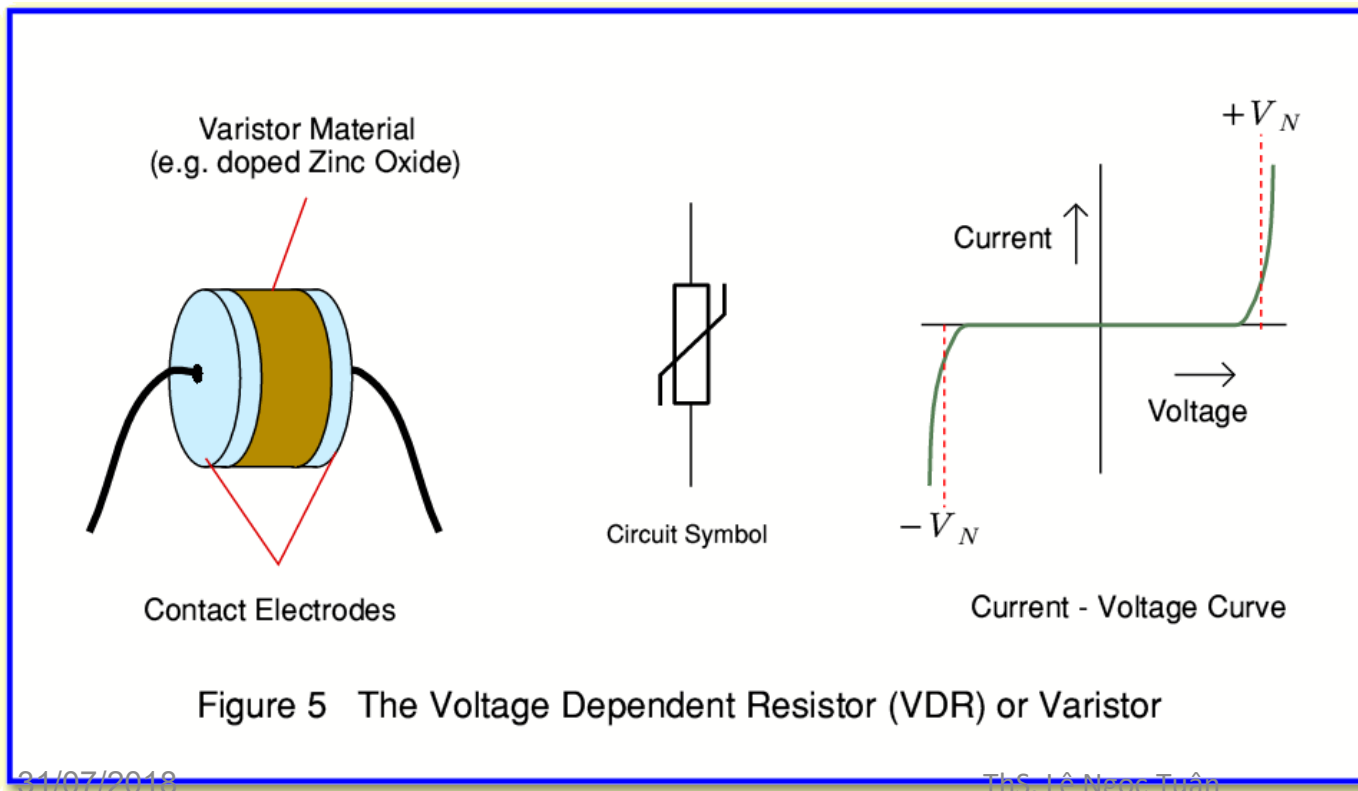
Fuse



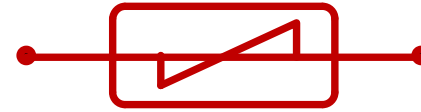
e. Điện trở tùy áp: (*Voltage Dependent Resistor- VDR*)

- Là loại điện trở có trị số thay đổi theo trị số điện áp đặt vào hai đầu của nó.
- Khi điện áp đặt vào hai đầu của điện trở dưới mức quy định thì VDR có trị số điện trở rất lớn, coi như ***hở mạch***.
- Khi điện áp giữa hai đầu tăng cao quá mức quy định thì VDR có trị số giảm xuống rất thấp, coi như ***ngắn mạch***.

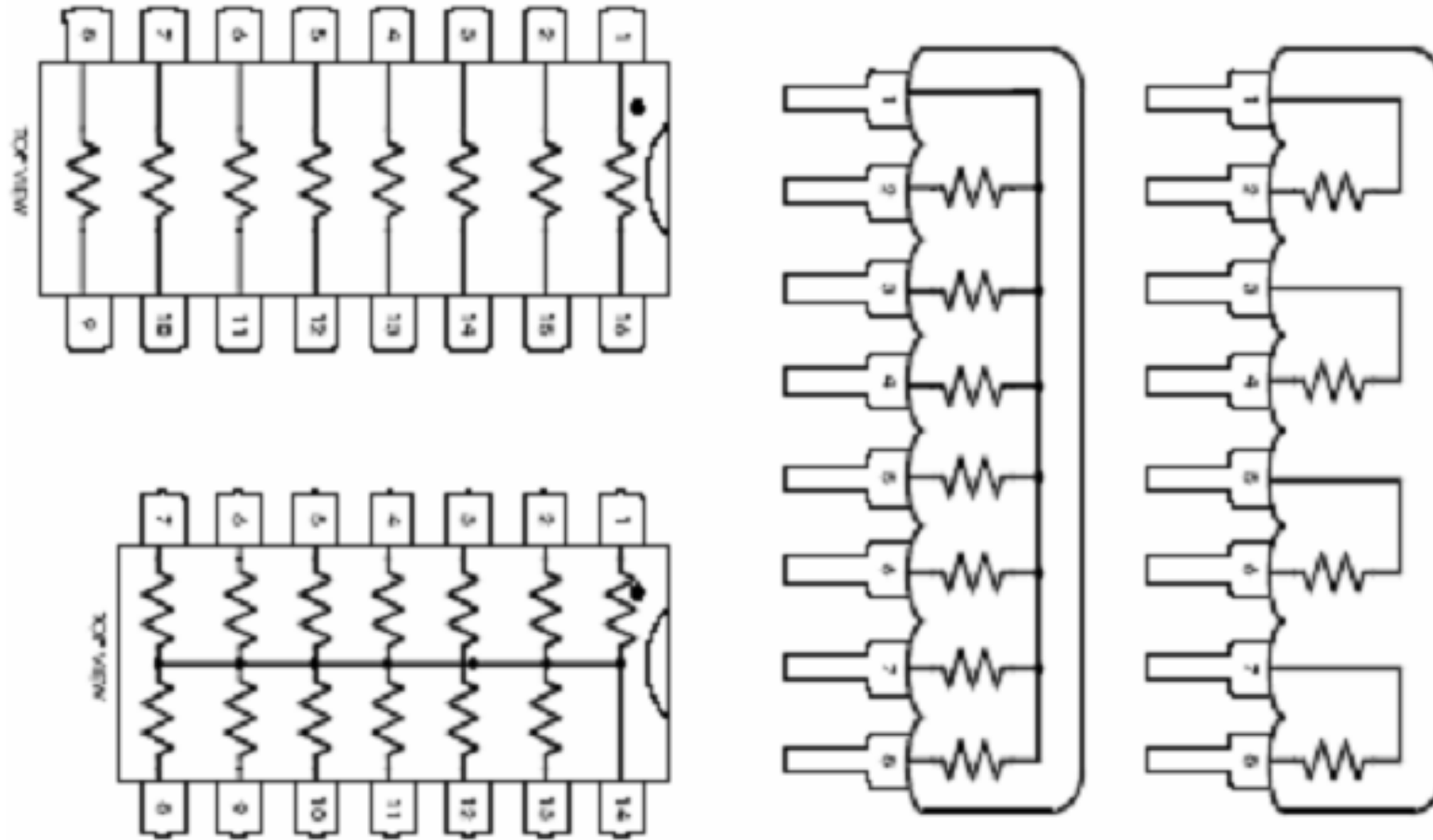
VDR thường được mắc song song các cuộn dây có hệ số tự cảm lớn để dập tắt các điện áp cảm ứng quá cao khi cuộn dây bị mất dòng điện qua đột ngột, tránh làm hư các linh kiện trong mạch.



KÍ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA VDR

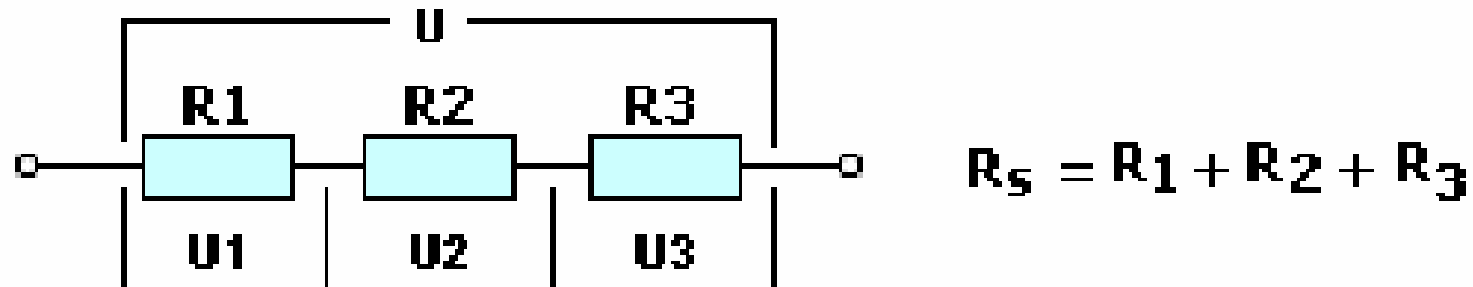


Điện trở tích hợp



VI. CÁC KIỂU GHÉP ĐIỆN TRỞ

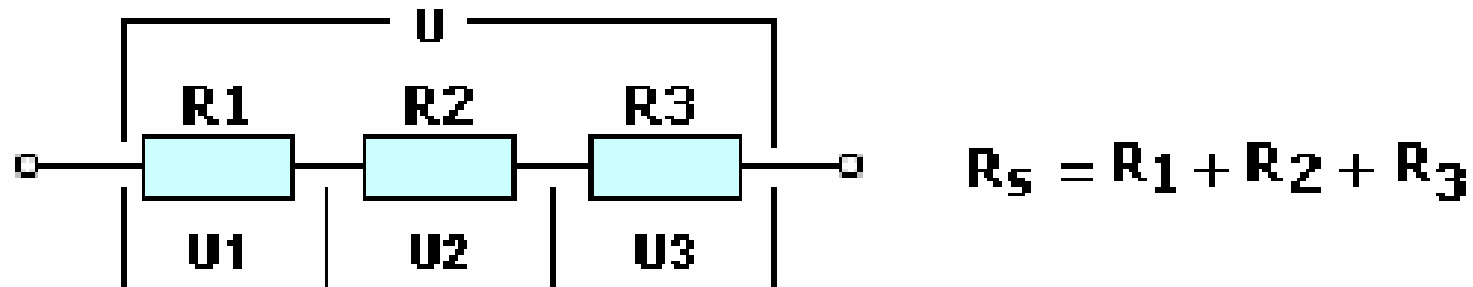
1. Ghép nối tiếp các điện trở:



Khi ghép nối tiếp các điện trở, tổng trở tăng và công suất tiêu tán cũng tăng.

VI. CÁC KIỂU GHÉP ĐIỆN TRỞ

1. Ghép nối tiếp các điện trở:



Khi dùng 3 điện trở ghép nối tiếp nhau, theo định luật Ohm ta có:

$$U_1 = R_1 \cdot I$$

$$U_2 = R_2 \cdot I$$

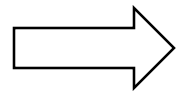
$$U_3 = R_3 \cdot I$$

Tổng số điện áp trên 3 điện trở chính là điện áp nguồn nên:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I$$

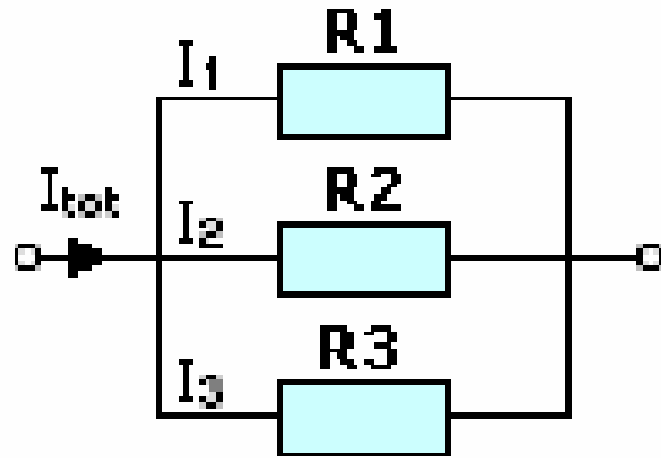
$$U = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I = R \cdot I$$



$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Như vậy, khi ghép nối tiếp các điện trở, tổng trở tăng và công suất tiêu tán cũng tăng.

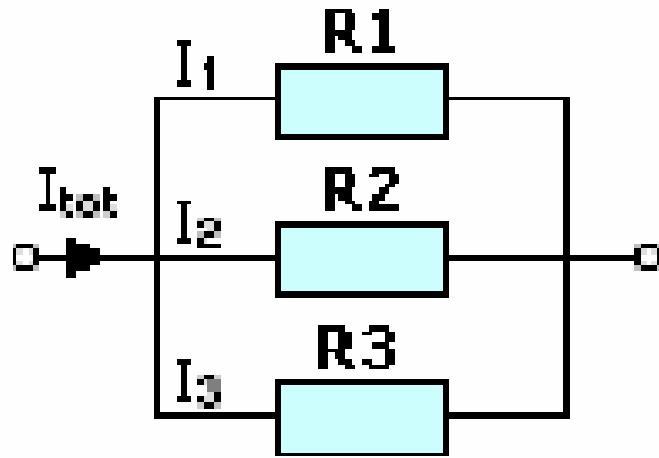
2. Ghép song song các điện trở



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ghép song song các điện trở làm tăng thêm công suất tiêu tán,
nhưng làm giảm giá trị điện trở.

2. Ghép song song các điện trở



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

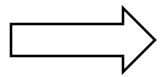
Dùng 3 điện trở ghép song song nhau, theo định luật Ohm ta có:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Tổng số dòng điện trên 3 điện trở chính là dòng điện I của nguồn cung cấp.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

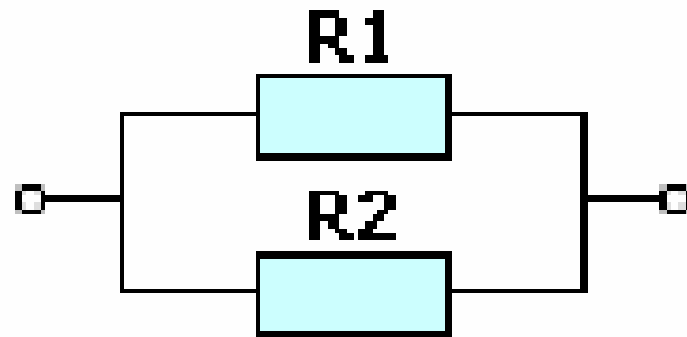
$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Như vậy, cách ghép song song các điện trở làm tăng thêm công suất tiêu tán, nhưng làm giảm giá trị điện trở.

- Ghép song song hai điện trở



$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

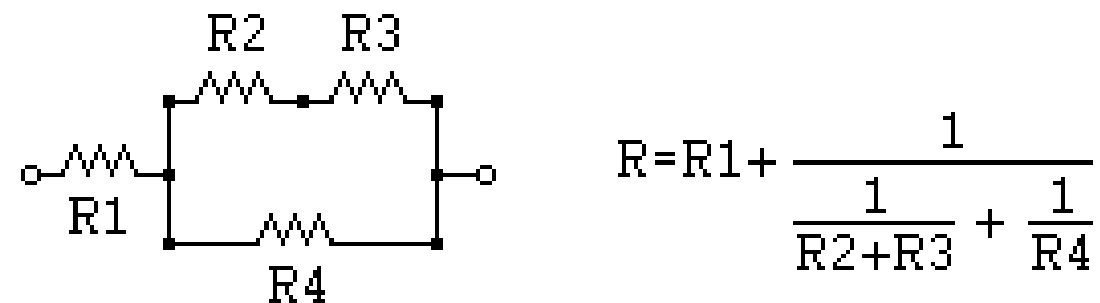
Resistors in series, just add them up.



Resistors in parallel.



Example



DIY <http://diyAudioProjects.com/>

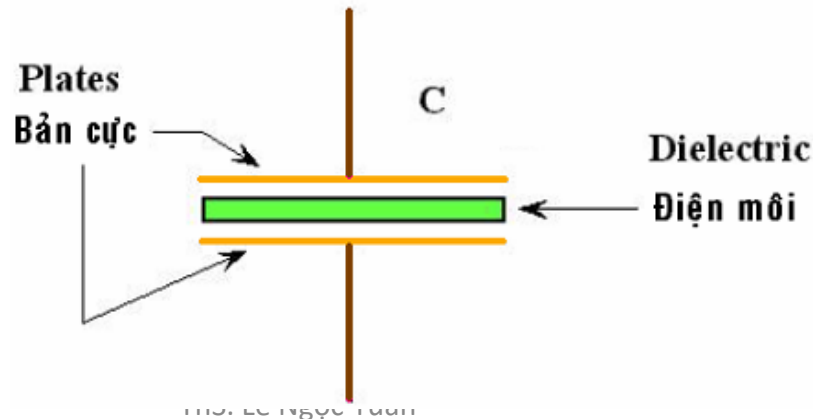
Phần 2: **TỤ ĐIỆN** (*Capacitor*)

From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 2004 NVIDIA Corporation

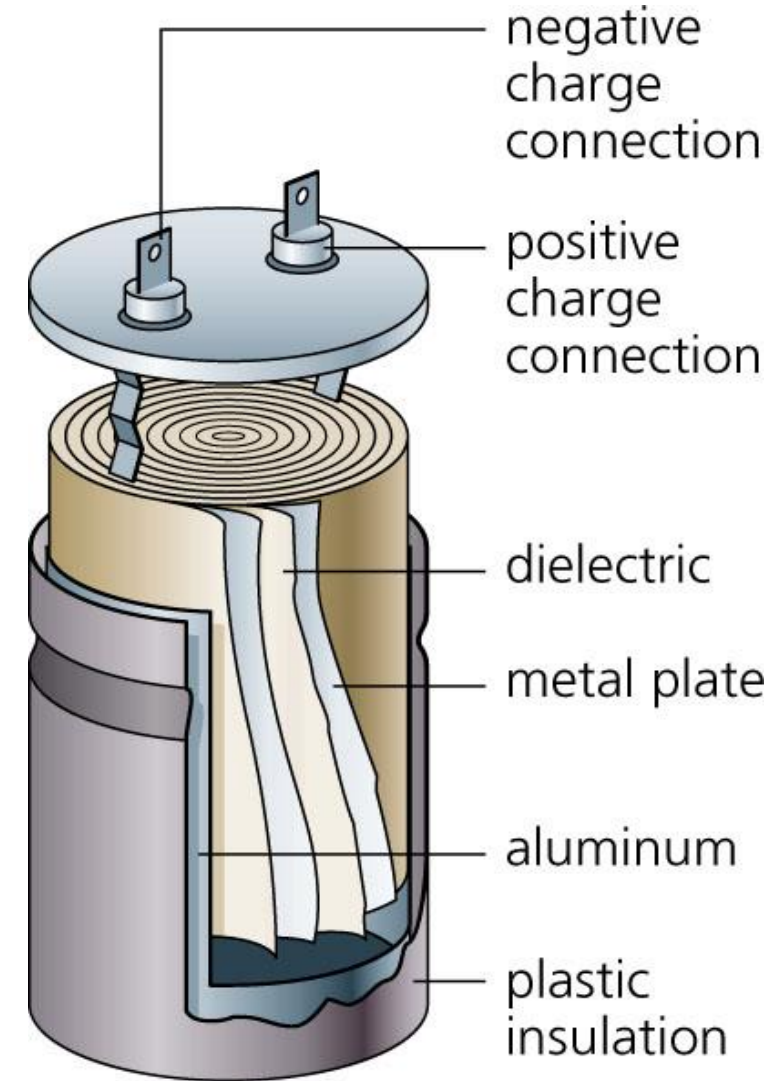
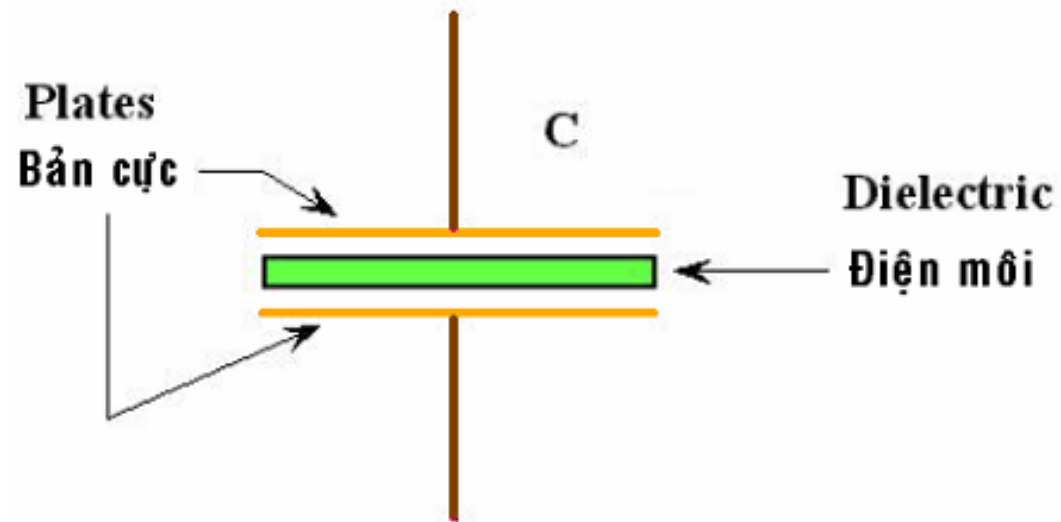


I. CẤU TẠO CỦA TỤ ĐIỆN

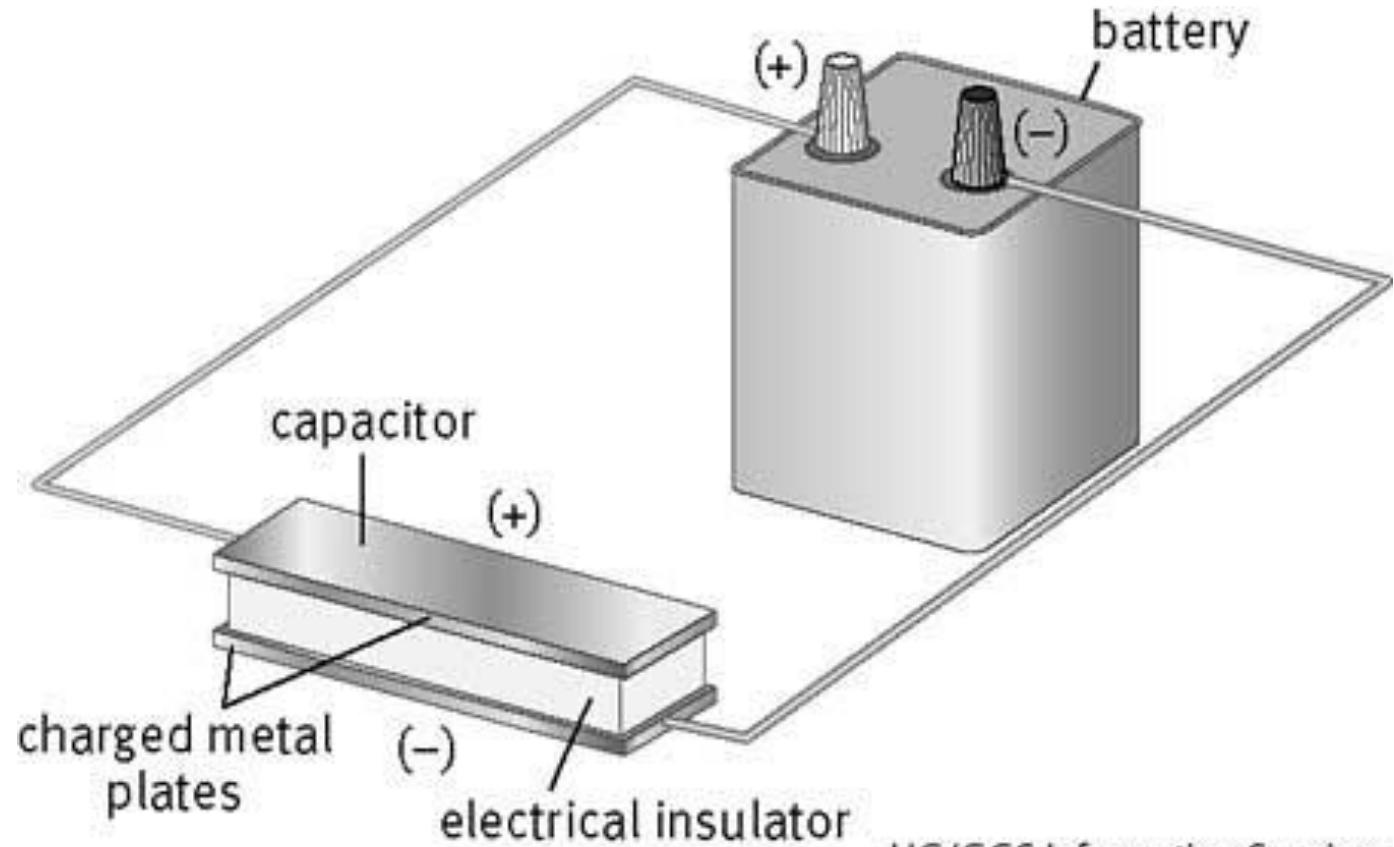
- Cấu tạo gồm 2 bản cực bằng kim loại đặt song song và cách nhau một lớp cách điện ở giữa (gọi là chất điện môi).
- Tùy theo chất làm lớp điện môi mà gọi tên tụ: *tụ giấy, tụ mica, tụ gốm, tụ không khí ...*



CẤU TẠO CƠ BẢN CỦA TỤ ĐIỆN

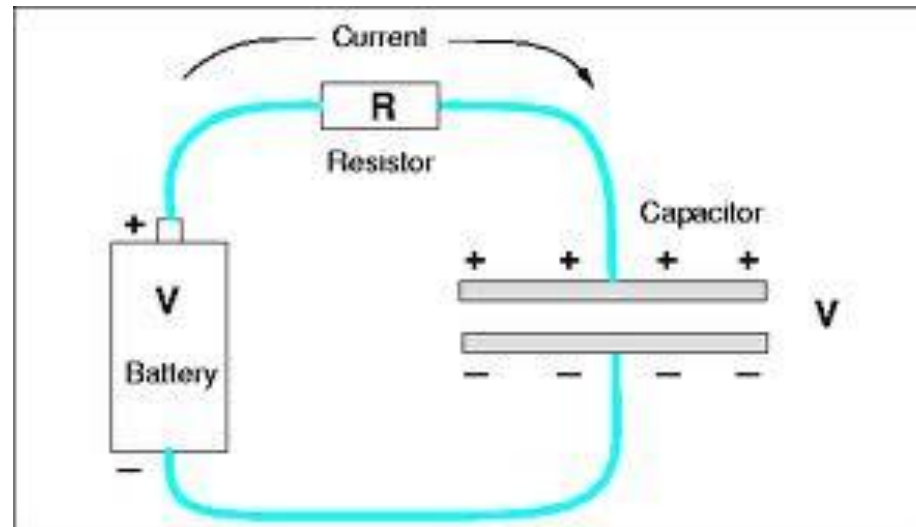


I. ĐẶC TÍNH CỦA TỤ ĐIỆN ĐỐI VỚI NGUỒN ĐIỆN DC



UG/GGS Information Services

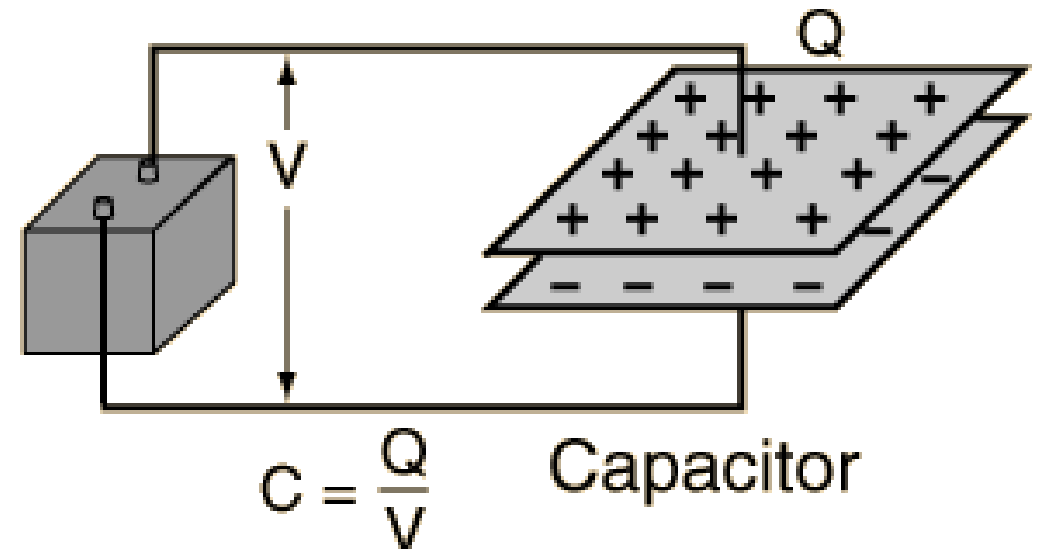
- Giữa hai bản cực của tụ là lớp cách điện nên $I = 0 \rightarrow R \rightarrow \infty$.
- Như vậy, tụ điện có sức cản là vô cực đối với nguồn DC.
- Tuy nhiên, khi khảo sát hiện tượng tĩnh điện lúc tụ được nối vào nguồn DC:



- Điện tích âm ở cực âm của nguồn sẽ tích tụ ở bản cực nối với âm nguồn.
- Điện tích dương ở cực dương của nguồn sẽ tích tụ ở bản cực nối với dương nguồn.

Hiện tượng này gọi là *tụ nạp điện*.

Sau khi nạp đầy, $V_C = V_{DC}$.



1. Điện dung

- Chỉ khả năng chứa điện của tụ (viết tắt : C). Điện dung của tụ tùy thuộc vào cấu tạo:

$$C = \varepsilon \times \frac{S}{d}$$

ε : hằng số điện môi

S: diện tích bản cực (mm²)

d: bề dày lớp điện môi (mm)

- Điện dung C có đơn vị là Fara
 $1F = 10^6 \mu F = 10^9 nF = 10^{12} pF$

2. Điện tích tụ nạp

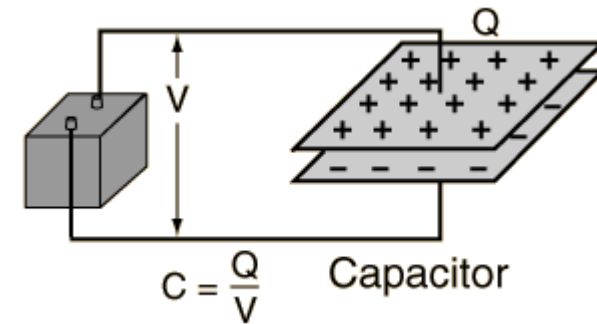
- Nếu nối nguồn DC vào tụ với thời gian đủ dài thì tụ sẽ nạp đầy. Điện tích tụ nạp được tính theo công thức :

$$Q = C \cdot V$$

Q: điện tích (*Coulum*)

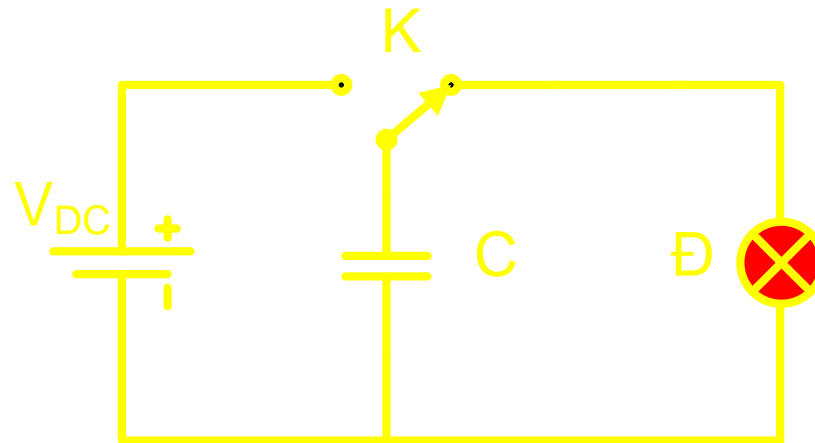
C: điện dung (*Fara*)

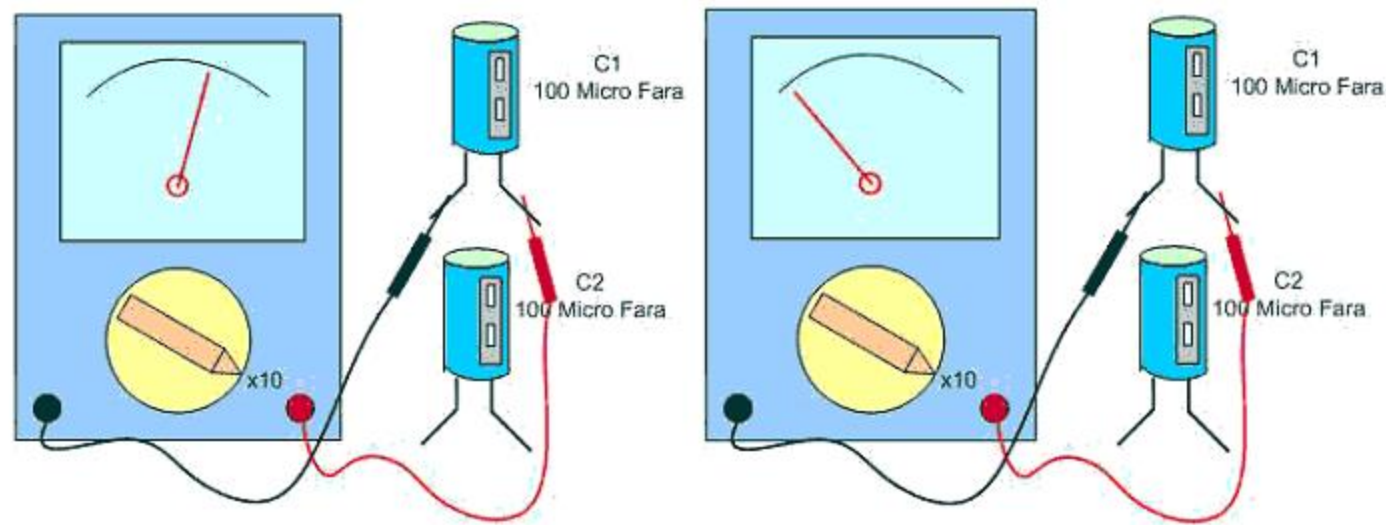
V: điện áp nạp trên tụ (*Volt*)



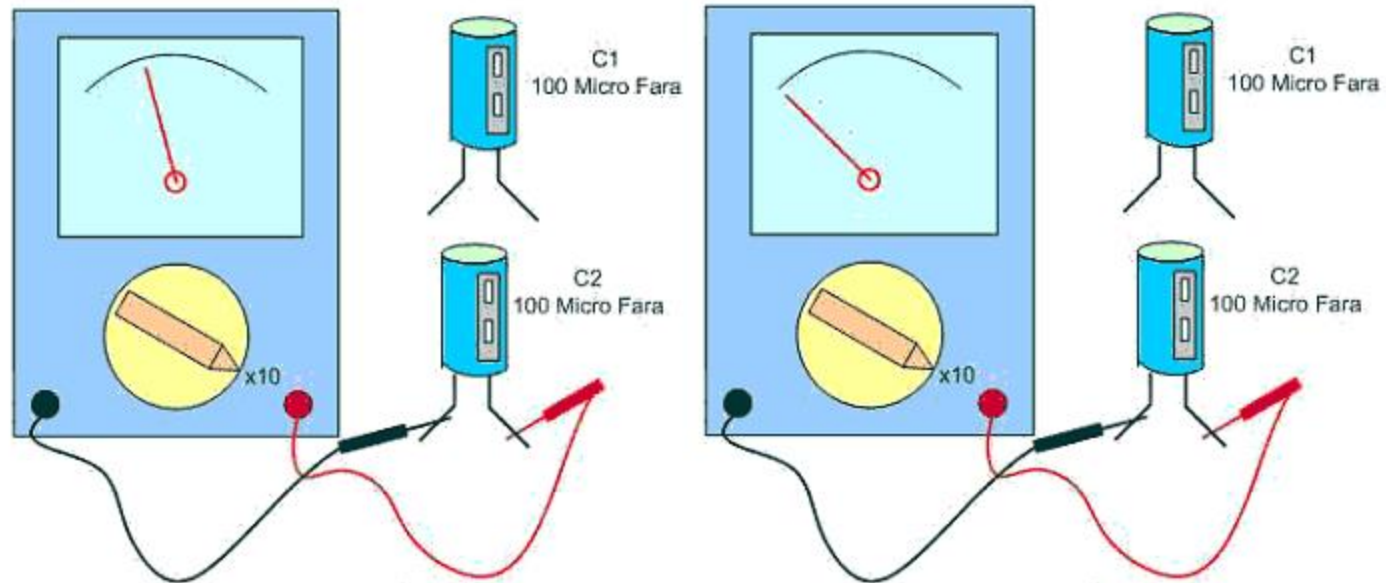
3. Năng lượng tụ nạp và xả:

- Sau khi tụ được nạp đầy, nối tụ với một bóng đèn thì thấy đèn lóe sáng rồi tắt chứng tỏ có dòng điện chạy qua bóng đèn.
- Hiện tượng này gọi là tụ xả điện.





Bước 3: Khi tụ đã nạp đầy, ta xả tụ bằng cách đảo chiều que đo, đặt que đỏ vào chân dương, que đen vào chân âm tụ, khi đó ta thấy kim Ohm kể tăng vọt lên 0Ω , dừng lại một chút cho tụ xả xong rồi từ từ trở về ∞ nạp lại (nạp điện áp ngược).



- Năng lượng nạp trong tụ điện (làm cho đèn sáng) tính theo công thức :

$$W = \frac{1}{2} C.V^2$$

W: điện năng (J)

C: điện dung (F)

V: điện áp trên tụ (V)



4. Điện áp làm việc

- Khi điện áp đặt vào hai cực của tụ quá lớn sẽ sinh ra một lực điện trường đủ mạnh làm cho các electron bị bức xạ thành electron tự do và sẽ có dòng điện chạy qua lớp điện môi. Khi đó, lớp điện môi sẽ bị đánh thủng.
- (WV: working voltage) phải nhỏ hơn điện áp đánh thủng vài lần.

- Điện trường đánh thủng chất cách điện tính theo công thức:

$$E = \frac{V}{d}$$

E: điện trường (kV/cm)

V: điện áp (kV)

d: bề dày điện môi (cm)

- Điện trường đánh thủng của các chất điện môi thông dụng là:

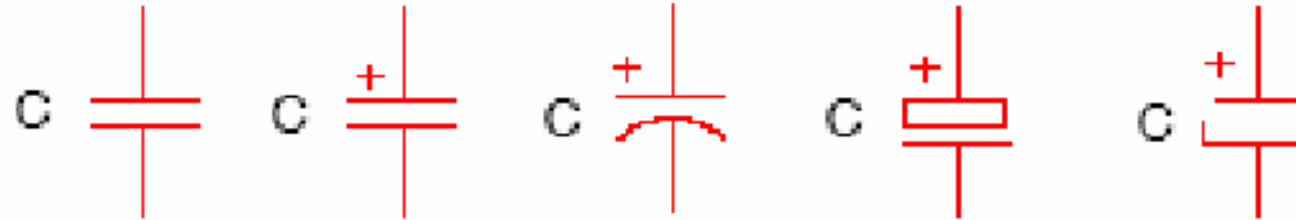
- *Không khí khô: $E = 32 \text{ KV/cm}$*
- *Parafin: $E = 200 \div 250 \text{ KV/cm}$*
- *Ebonit: $E = 600 \text{ KV/cm}$*
- *Giấy tẩm dầu: $E = 100 \div 250 \text{ KV/cm}$*
- *Gốm (Ceramic): $E = 150 \div 250 \text{ KV/cm}$*
- *Mica: $E = 500 \text{ KV/cm}$*

5. Thông số kỹ thuật đặc trưng của tụ điện

- Hai thông số kỹ thuật chính của tụ là:
 - Điện dung C (F)
 - Điện áp làm việc WV (V)
- Phải chọn điện áp làm việc WV lớn hơn điện áp trên tụ V_C theo công thức:

$$WV \geq 2V_C$$

III. PHÂN LOẠI TỤ ĐIỆN

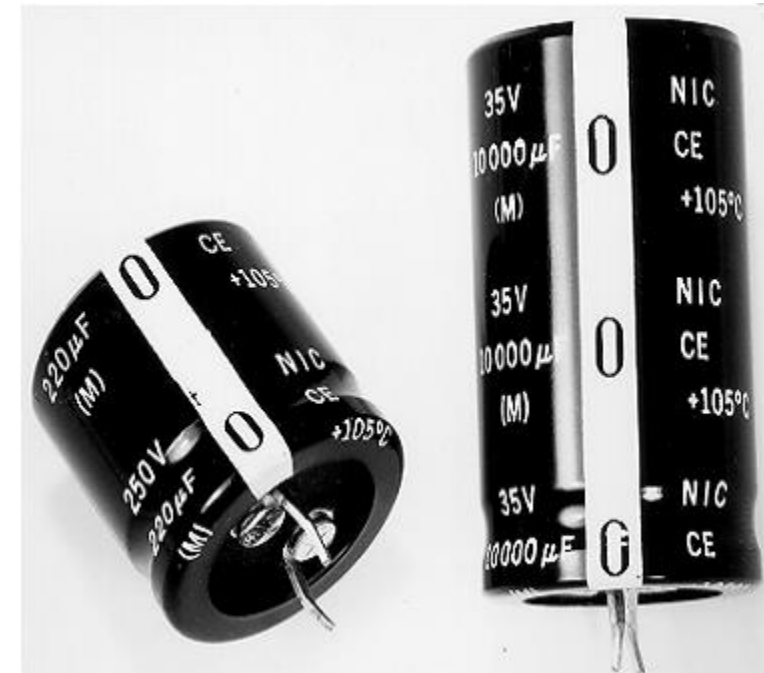
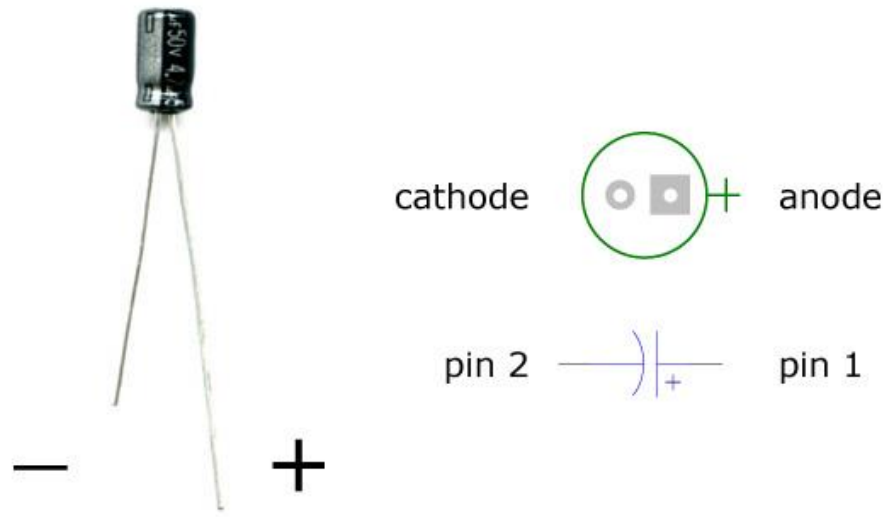


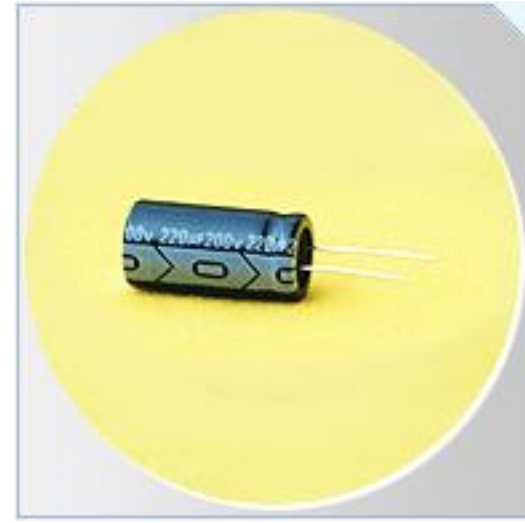
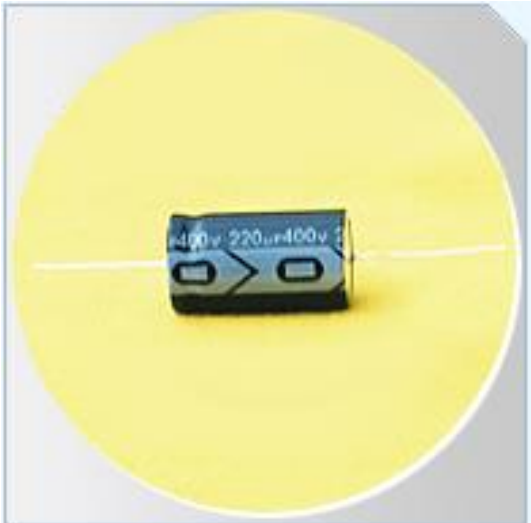
- Tụ có phân cực tính dương và âm: Tụ hóa và tụ Tan Tan (tụ điện phân).
- Tụ không phân cực tính, được chia làm nhiều loại (các loại tụ điện còn lại).

1. Tự oxit hóa (tụ hóa)

- Là loại tụ có phân cực tính âm, dương.
- Cấu tạo gồm hai bản cực bằng nhôm, trên bề mặt bản cực dương hình thành một lớp oxit nhôm và lớp bột khí rất mỏng có tính cách điện để làm chất điện môi nên có trị số điện dung khá lớn (khoảng chục ngàn μF). Điện áp làm việc thường dưới 500V.

HÌNH DẠNG CỦA TỤ HÓA

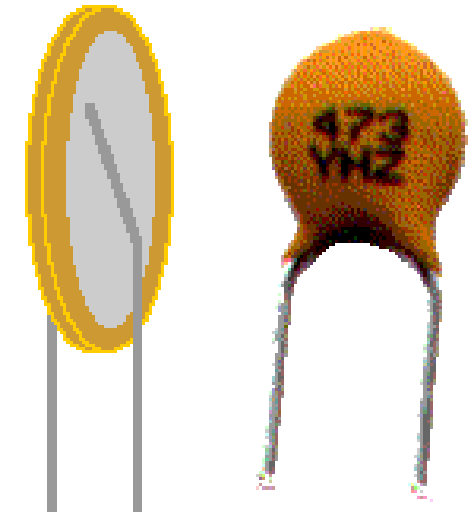




2. Tụ gốm (tụ Ceramic)

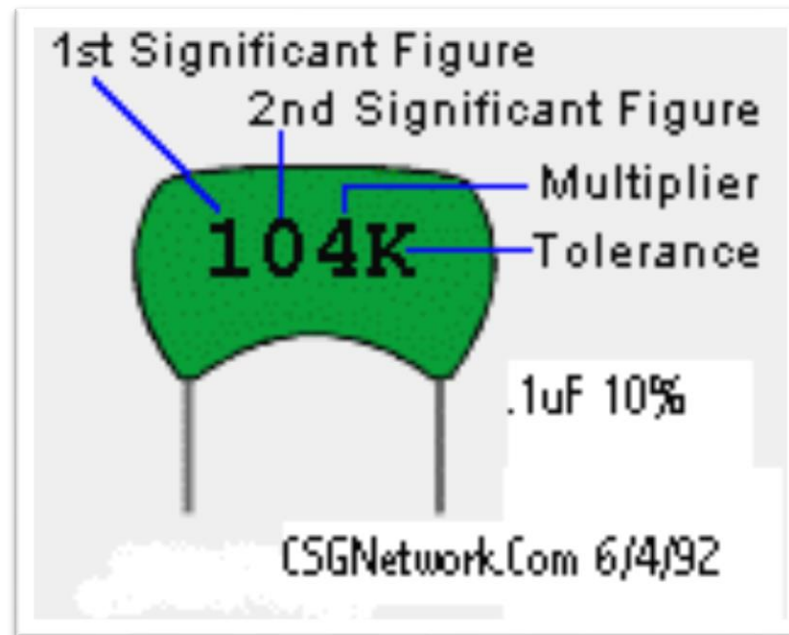
Là loại tụ không có cực tính, có trị số điện dung nhỏ (1pF đến $1\text{ }\mu\text{F}$) nhưng điện áp làm việc lớn khoảng vài trăm voltage.

Tụ gốm có nhiều hình dạng khác nhau và có nhiều cách ghi trị số điện dung khác nhau.



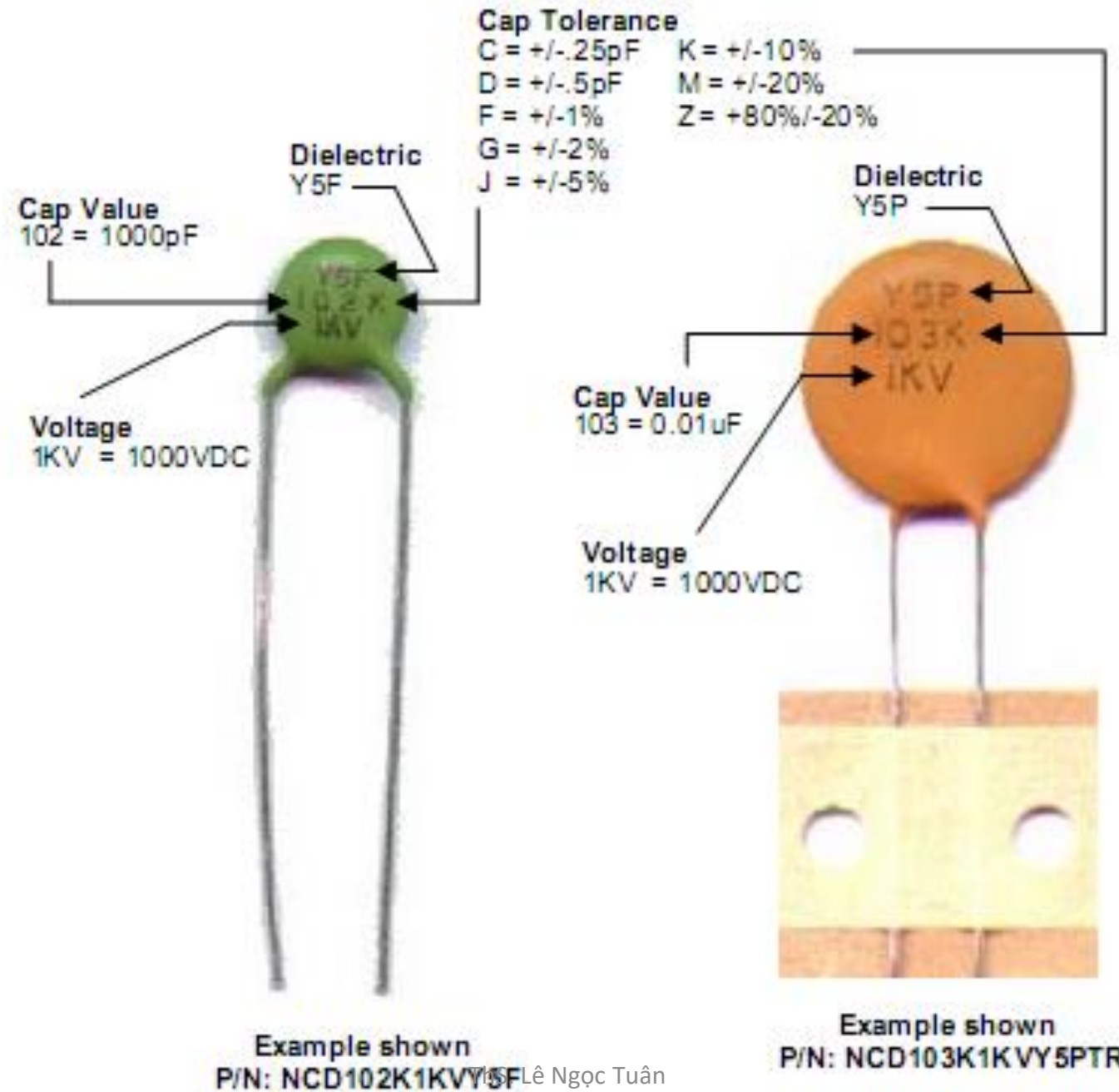
VD:

- Trên tụ ghi .01 tức là trị số điện dung $C = 0,01\mu\text{F}$.
- Trên tụ ghi 100 tức là $C = 100\text{pF}$.
- Trên tụ ghi $47\mu\text{F}$ tức là $C = 47\mu\text{F}$.
- Trên tụ ghi 103K tức là $C = 10 \cdot 10^3 \text{ pF} \pm 10\%$.

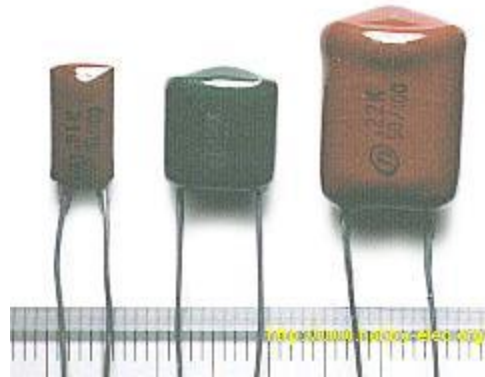
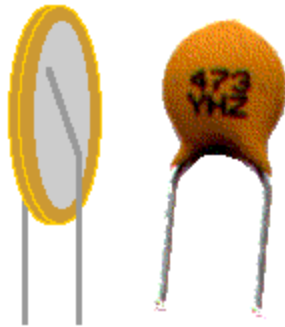
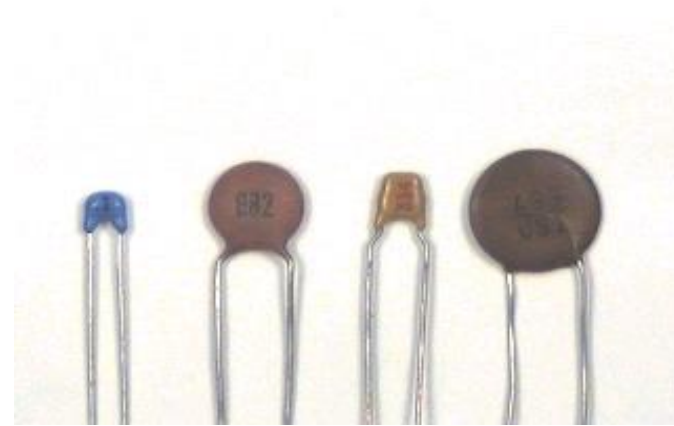


SAI SỐ CỦA TỤ ĐƯỢC KÝ HIỆU BẰNG CHỮ

Code	Tolerance	Code	Tolerance
A	$\pm 0.05 \text{ pF}$	K	$\pm 10 \%$
B	$\pm 0.1 \text{ pF}$	L	$\pm 15 \%$
C	$\pm 0.25 \text{ pF}$	M	$\pm 20 \%$
D	$\pm 0.5 \text{ pF}$	N	$\pm 30 \%$
E	$\pm 0.5 \%$	P	-0 to 100 %
F	$\pm 1 \%$	S	-20 to 50 %
G	$\pm 2 \%$	W	-0 to 200 %
H	$\pm 3 \%$	X	-20 to 40 %
J	$\pm 5 \%$	Z	-20 to 80 %

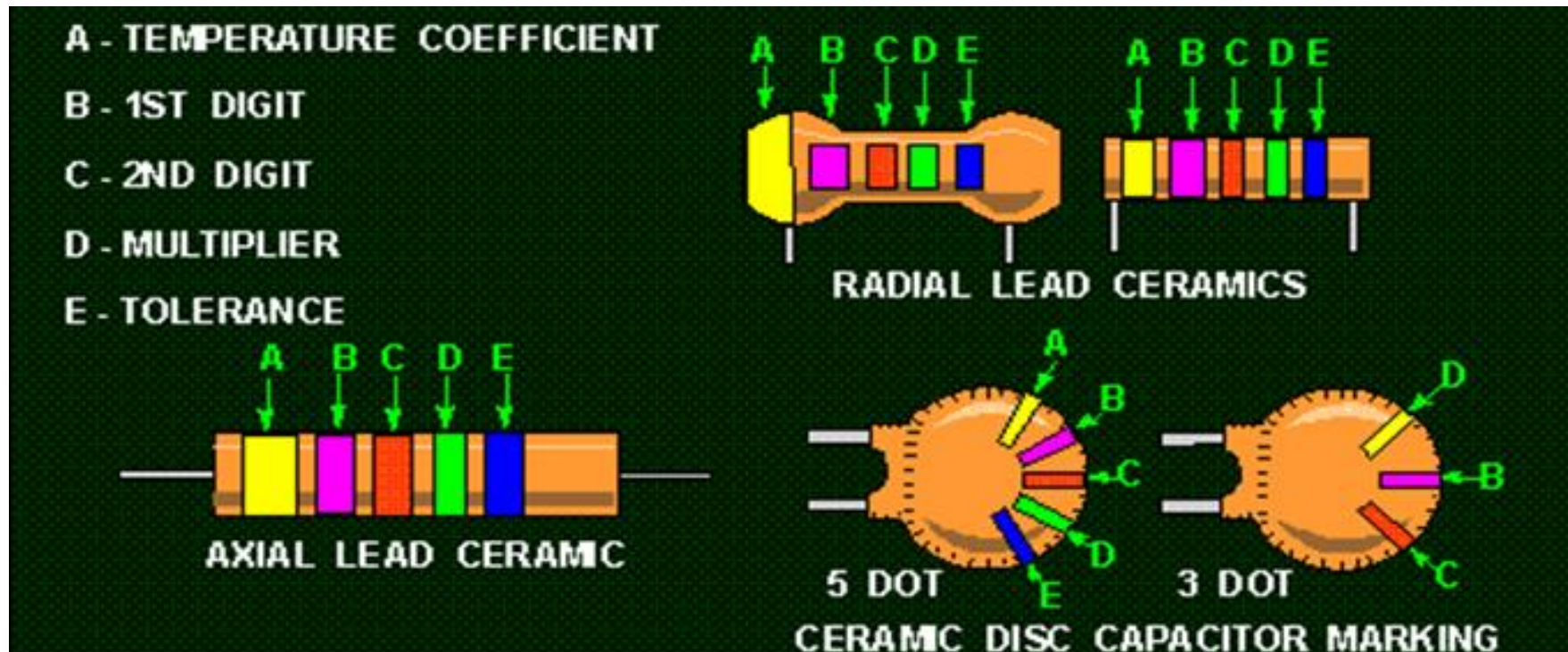


HÌNH DẠNG CỦA TỤ GỐM



Ngoài ra, trị số điện dung của tụ điện còn được kí hiệu bằng các vạch màu và vòng màu. Cách kí hiệu vòng màu của tụ điện cũng giống như cách quy ước của điện trở.

- Vòng A: hệ số nhiệt.
- Vòng B: số thứ nhất.
- Vòng C: số thứ hai.
- Vòng D: bội số.
- Vòng E: sai số.



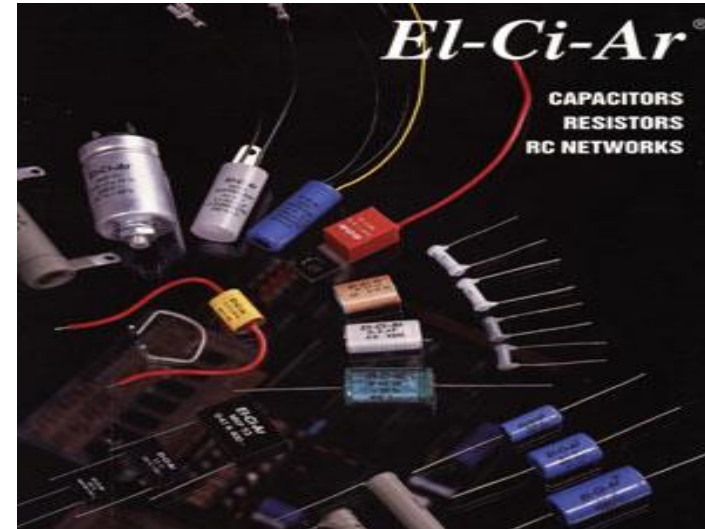
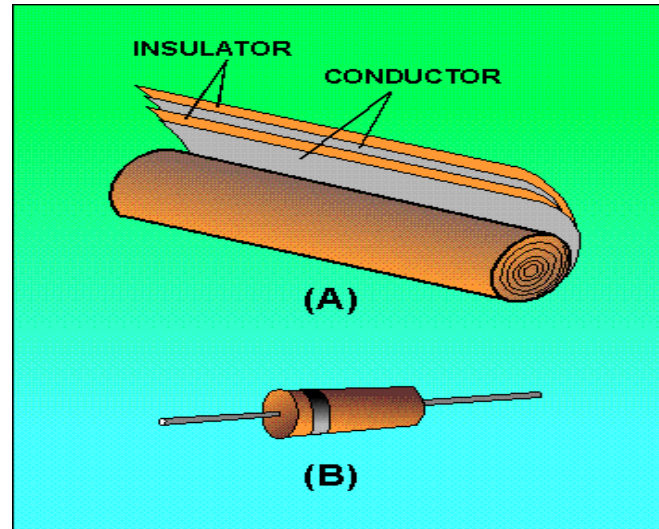
COLOR	1ST DIGIT	2ND DIGIT	MULTIPLIER	TOLERANCE		TEMPERATURE COEFFICIENT*
				MORE THAN 10 pf (IN PERCENT)	LESS THAN 10 pf (IN pf)	
BLACK	0	0	1.0	± 20	± 2.0	0
BROWN	1	1	10	± 1		-30
RED	2	2	100	± 2		-80
ORANGE	3	3	1,000			-150
YELLOW	4	4	10,000			-220
GREEN	5	5		± 5	± 0.5	-330
BLUE	6	6				-470
VIOLET	7	7				-750
GRAY	8	8	.01		± 0.25	+30
WHITE	9	9	.1	± 10	± 1.0	+120 TO -750 (EIA) +500 TO -330 (JAN)
SILVER						+100 (JAN)
GOLD						BYPASS OR COUPLING

*PARTS PER MILLION PER DEGREE CENTIGRADE.

3. Tụ giấy

- không phân cực tính.
- Cấu tạo:
 - hai bản cực bằng kim loại dạng dải băng dài,
 - lớp điện môi bằng giấy tẩm dầu và được cuộn lại dạng ống.
- Tụ giấy có điện áp đánh thủng lớn, lên đến vài trăm voltage.

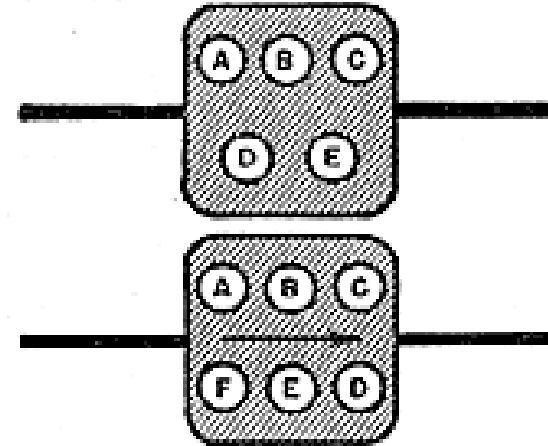
CẤU TẠO VÀ HÌNH DẠNG TỤ GIẤY



4. Tụ mica

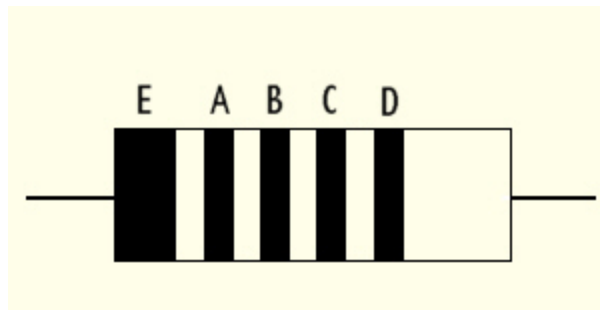
- tụ không phân cực tính.
- Điện dung nhỏ (khoảng vài pF đến vài trăm nF), điện áp làm việc rất cao, lên đến trên 1000 V.
- Dắt tiền hơn tụ gốm vì sai số nhỏ, đáp tuyến cao tần tốt, độ bền cao.
- Trị số điện dung của tụ được ký hiệu bằng các chấm màu trên thân, cách đọc giống như đọc trị số điện trở.

HÌNH DẠNG TỤ MI CA



E.I.A. COLOR CODE FOR CAPACITORS (MMF)

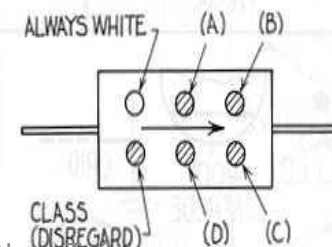
BẢNG MÃ QUY ƯỚC VẠCH MÀU CHO TỤ MI CA



Basic Reference Chart

COLOR	1ST FIGURE (A)	2ND FIGURE (B)	MULTIPLIER (C)	TOLERANCE (D)
Black	0	0	1	20%
Brown	1	1	10	1%
Red	2	2	100	2%
Orange	3	3	1000	2½% or 3%
Yellow	4	4	10000	
Green	5	5		5%
Blue	6	6		
Violet	7	7		
Gray	8	8		
White	9	9		10%
Gold			0.1	
Silver			0.01	10%

Molded Mica Capacitors

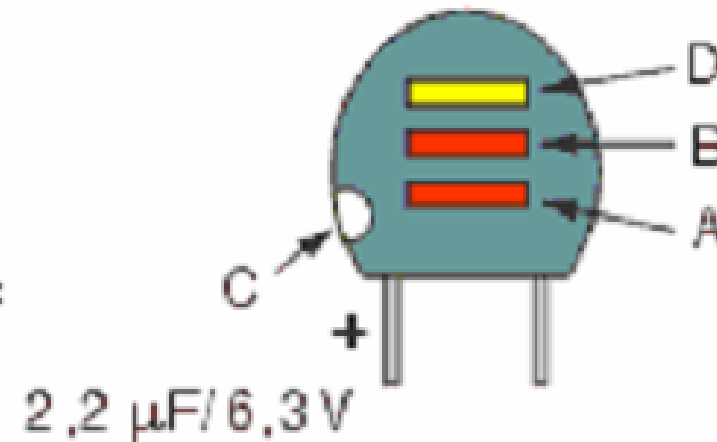
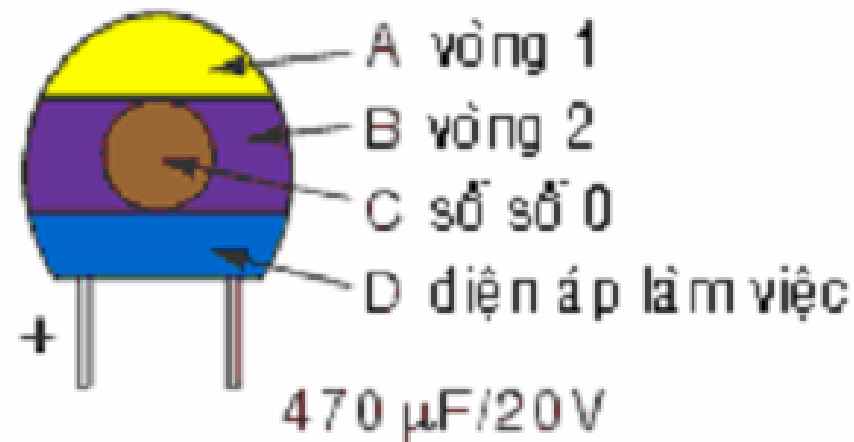


First dot is always white. This indicates a molded mica capacitor. Direction for reading indicated by arrow or equivalent marking.

5. Tụ tantalum (*tụ tang, tụ giọt nước*)

Là loại tụ có cực tính.

Có kích thước rất nhỏ nhưng điện dung lớn, điện áp làm việc thấp chỉ vài chục voltage.



HÌNH DẠNG CỦA TỤ TANG



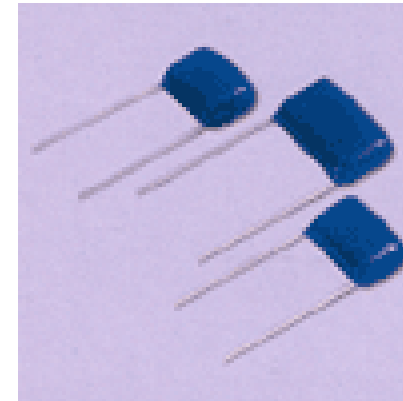
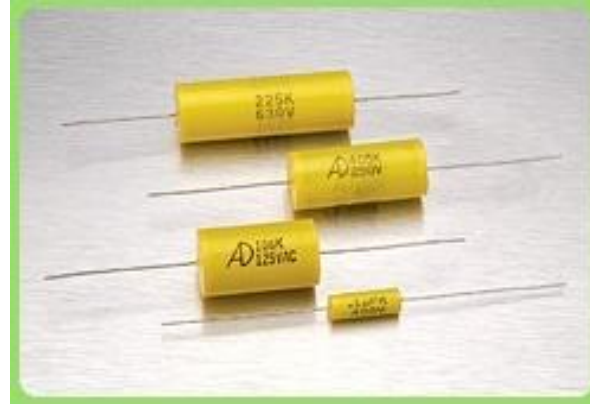
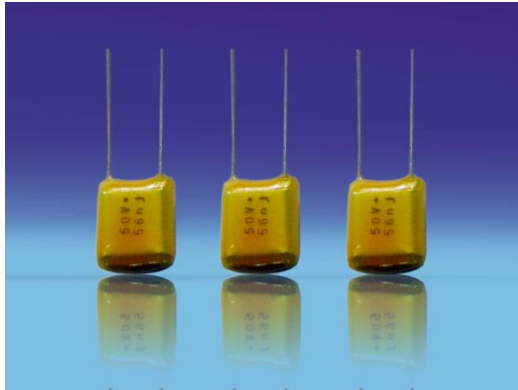
6. Tụ màng mỏng

Không phân cực.

Chất điện môi là màng polyester (PE) hoặc polyetylen (PS). điện dung vai trăm pF đến vài chục μF , điện áp làm việc cao hàng ngàn volt.



HÌNH DẠNG TỤ MÀNG MỎNG PE (PE FILM CAPACITOR)

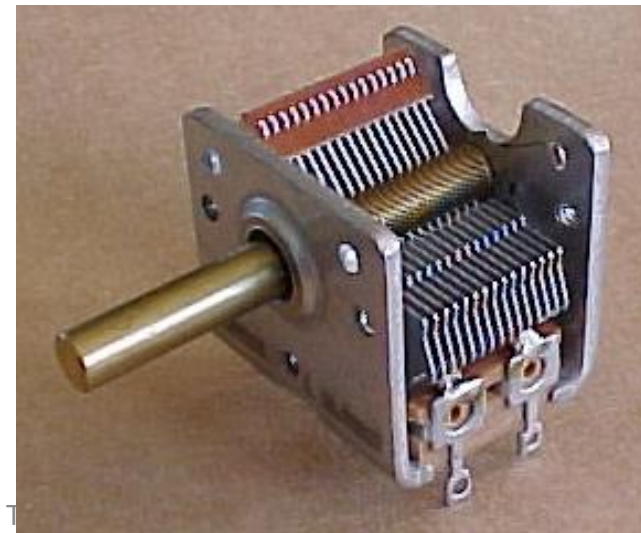
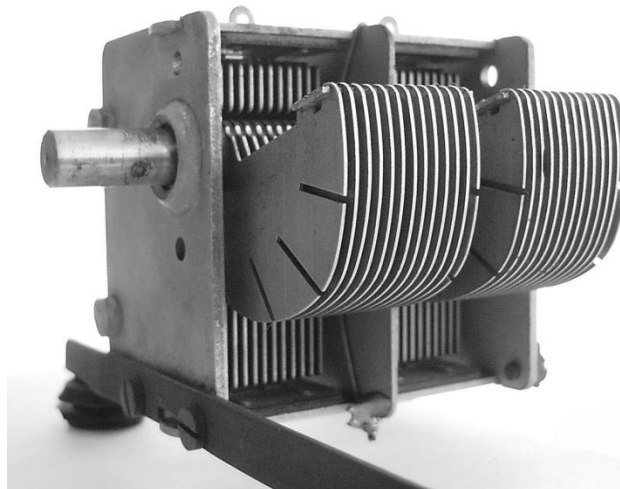
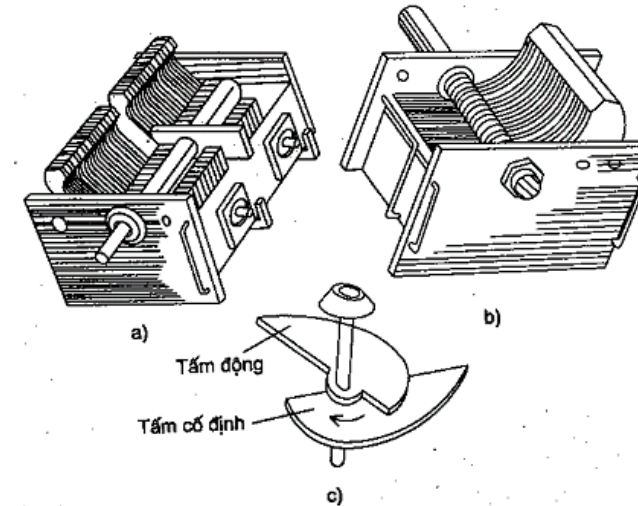
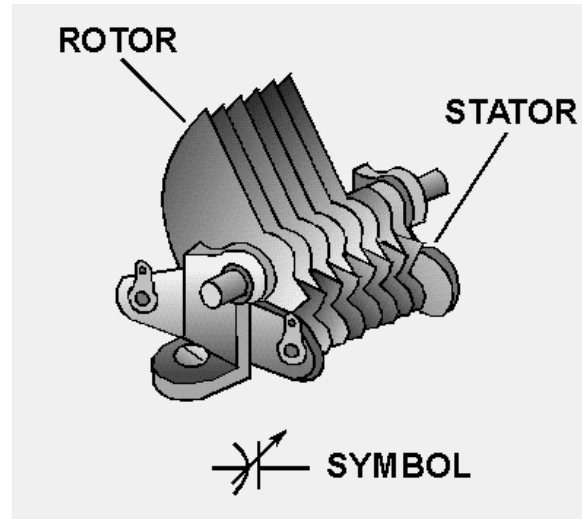


HÌNH DẠNG TỤ MÀNG MỎNG PS (PS FILM CAPACITOR)

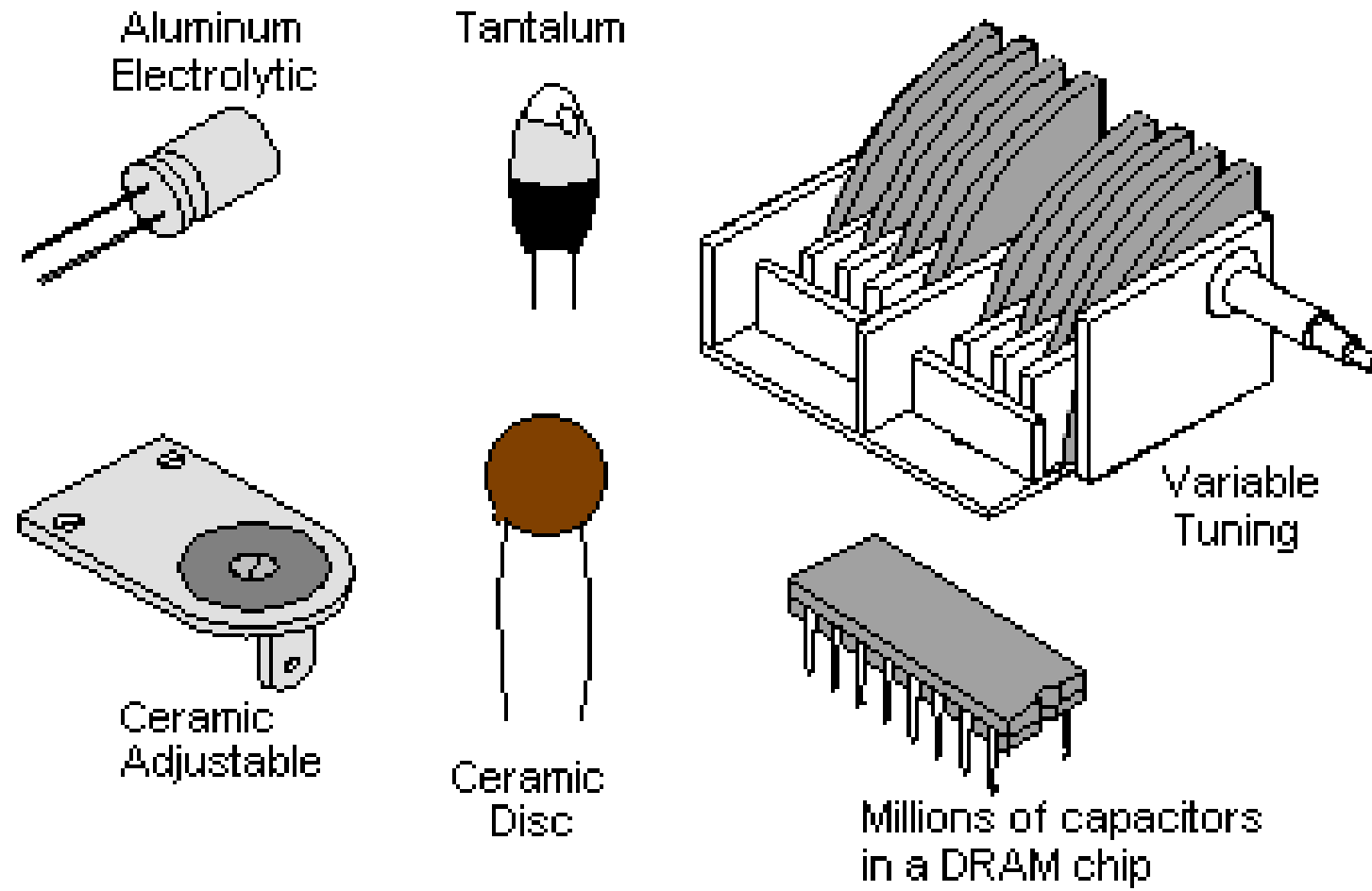


7. Tự biến đổi được: (tự xoay, tự không khí)

Dùng thay đổi điện dung trong các mạch dò



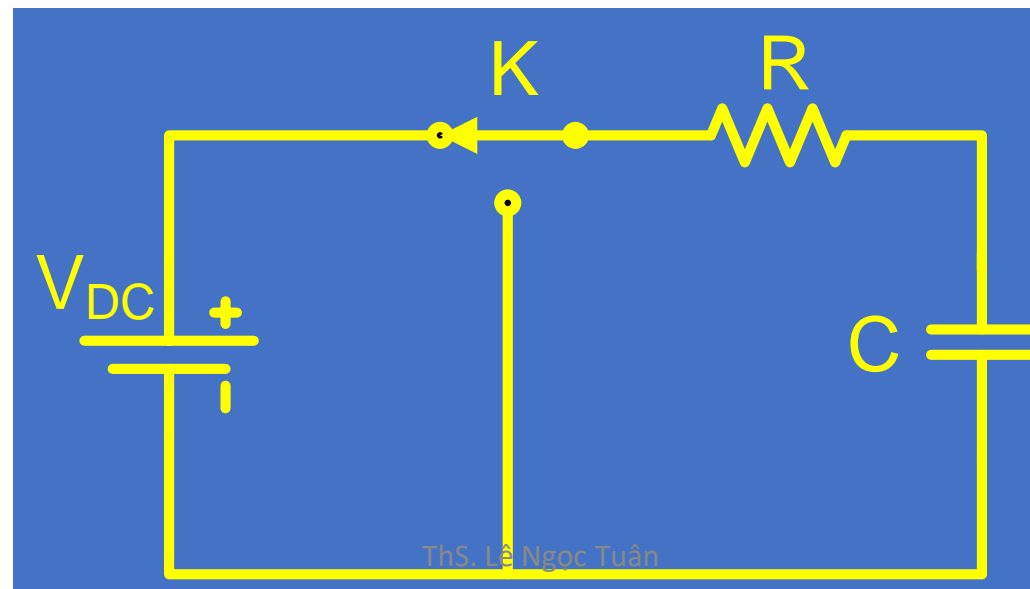
From Computer Desktop Encyclopedia
© 2004 The Computer Language Co. Inc.

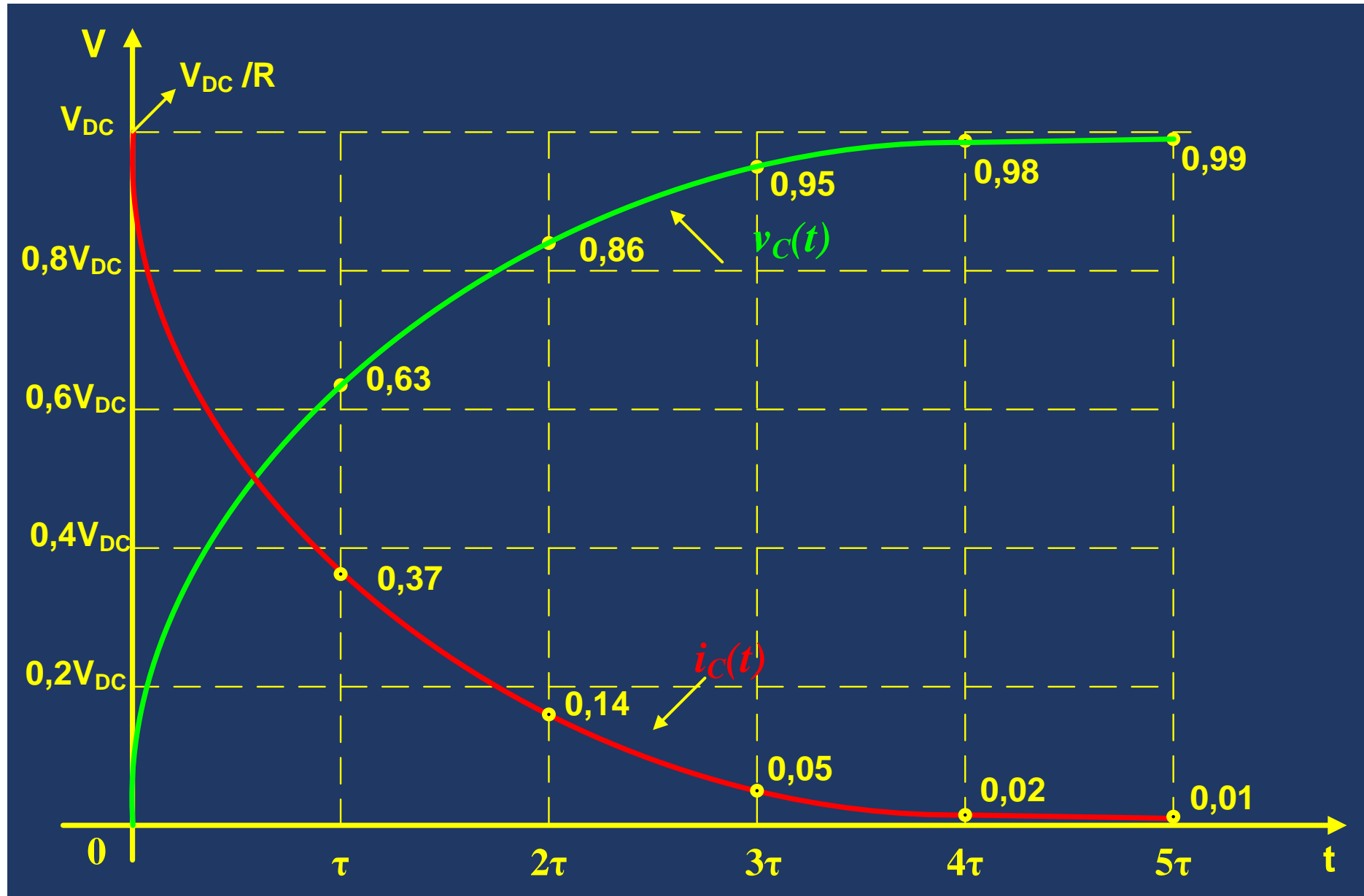


IV. ĐẶC TÍNH NẠP – XẢ CỦA TỤ ĐIỆN

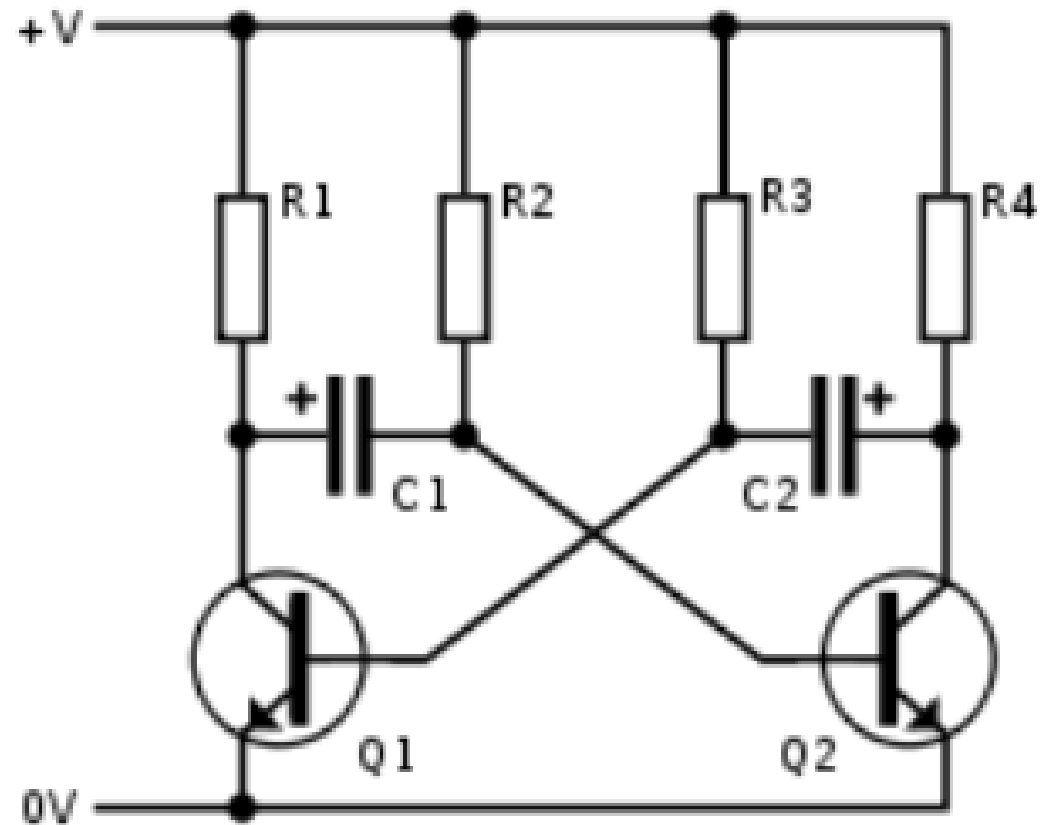
1. Tụ nạp điện

Khi mắc tụ với một nguồn điện, tụ sẽ nạp điện, bắt đầu từ 0V, tăng dần lên bằng điện áp nguồn cung cấp V_{DC} theo hàm mũ e với thời gian t.





Mạch dao động đa hài phi ổn



Điện áp tức thời trên hai đầu tụ được tính theo công thức:

$$v_c(t) = V_{DC} \left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$$

t: thời gian tụ nạp (s)

$e = 2,71828$

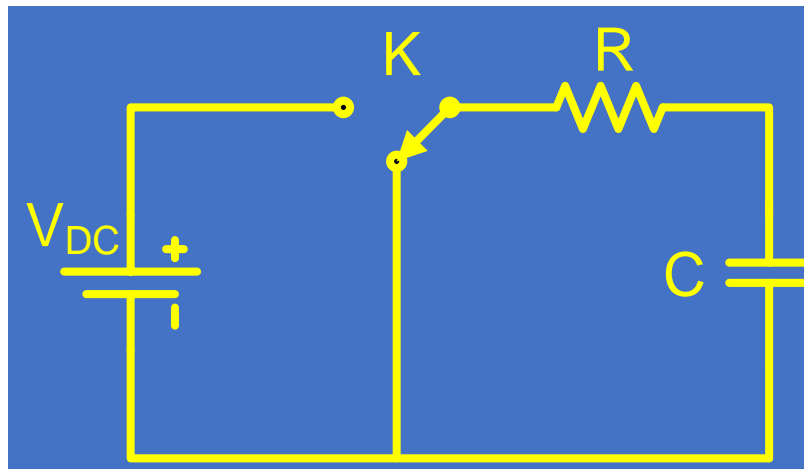
: hằng số thời gian tụ nạp (s)

$$\tau = R \times C$$

Khi tụ nạp thì dòng điện giảm dần từ trị số cực đại ban đầu là $I = \frac{V_{DC}}{R}$ xuống trị số cuối cùng là 0A.

$$i_C(t) = \frac{V_{DC}}{R} \times e^{\frac{-t}{\tau}}$$

2. Tụ xả điện

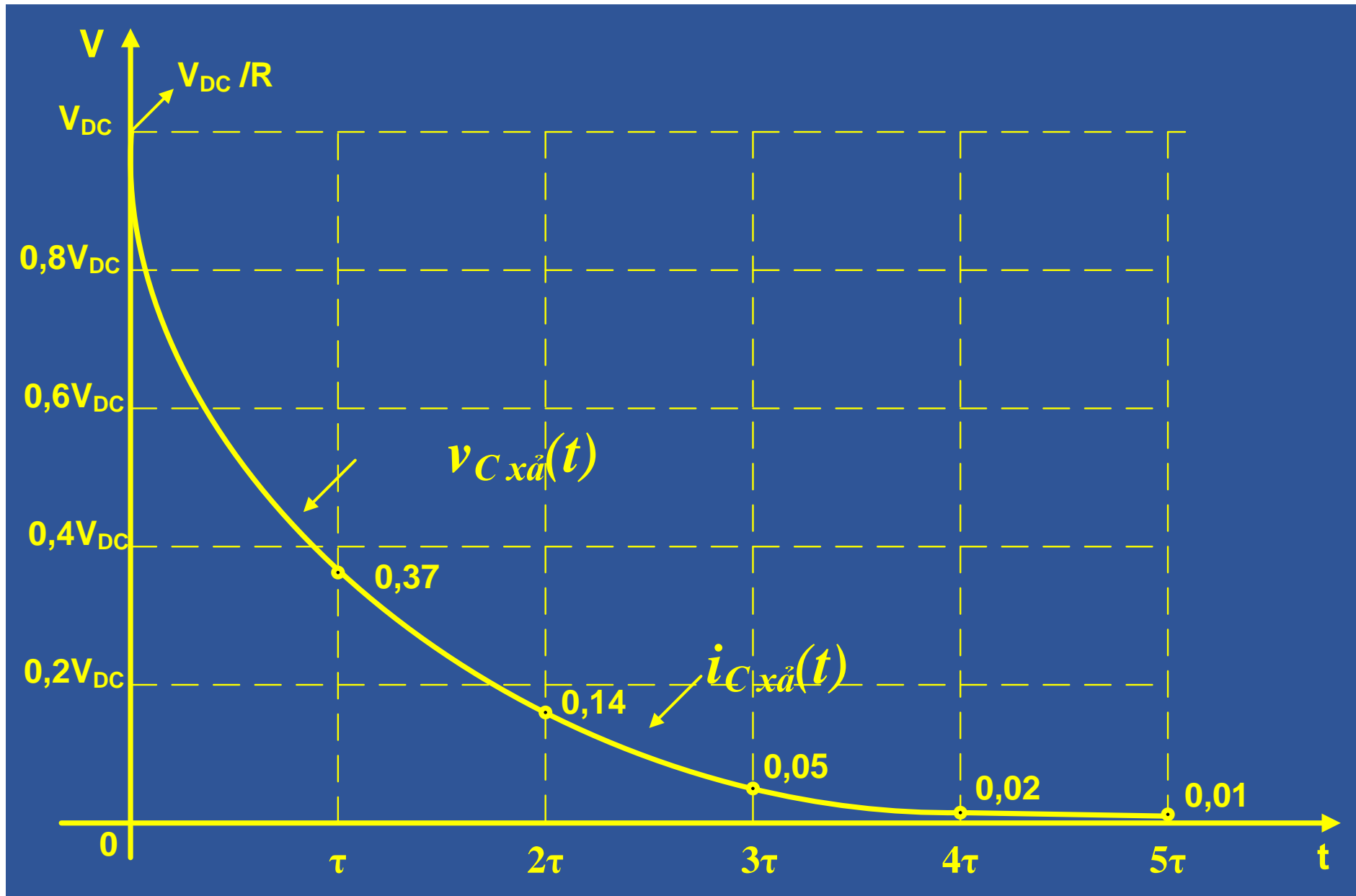


- Điện áp xả trên hai đầu tụ được tính theo công thức:

$$v_C(t) = V_{DC} \times e^{\frac{-t}{\tau}}$$

- Dòng điện xả cũng được tính theo công thức giống như dòng điện nạp cho tụ:

$$i_C(t) = \frac{V_{DC}}{R} \times e^{\frac{-t}{\tau}}$$



V. ĐẶC TÍNH CỦA TỤ ĐIỆN ĐỐI VỚI AC

Đối với điện áp AC, điện áp trên tụ là:

$$v(t) = \frac{1}{\omega C} \times I_m (1 - \cos \omega t) = \frac{1}{\omega C} \times I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$$

Như vậy, điện áp v_C trên tụ cũng là một trị số thay đổi theo điện áp xoay chiều hình sin.

- Biên độ cực đại của điện áp:(điện áp cực đại nạp trên tụ)

$$V_m = \frac{I_m}{\omega C} = \frac{I_m}{2\pi f C}$$

- Sức cản của tụ đối với AC:

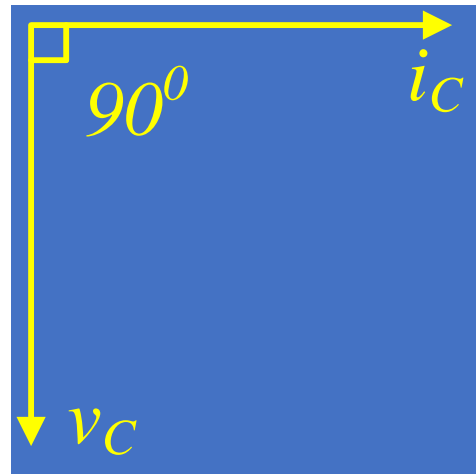
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

Dung kháng của tụ tỉ lệ nghịch với tần số f

- Góc pha giữa điện áp và dòng điện

$$v(t) = \frac{1}{\omega C} \times I_m \sin(\omega t - 90^\circ) \quad \text{và} \quad i(t) = I_m \cdot \sin \omega t$$

Như vậy, điện áp có góc trễ pha hơn dòng điện một góc 90° .



- Áp dụng định luật Ohm cho đoạn mạch thuần dung:
Giả sử nguồn xoay chiều v_s có :

$$v_s(t) = V_m \cdot \sin \omega t = V_m \sin 2\pi f t$$

Dòng điện nạp vào tụ i_c có dạng:

$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + 90^\circ)$$

- Biên độ cực đại của dòng điện:

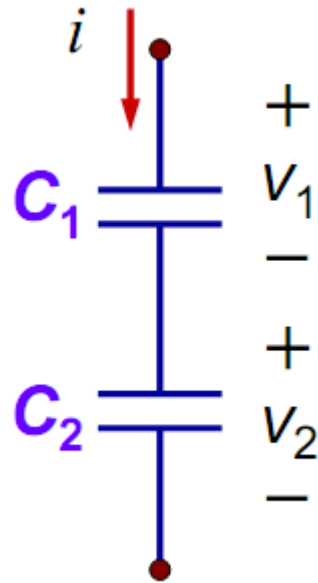
$$I_m = \frac{V_m}{X_c} = \frac{V_m}{\frac{1}{\omega C}} = \omega \cdot C \cdot V_m$$

- Biên độ hiệu dụng:

$$I = \frac{V}{X_c} = \frac{V_m}{\sqrt{2} \cdot X_c} = \frac{\omega C V_m}{\sqrt{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

VI. CÁC KIỂU GHÉP TỤ

1. Ghép nối tiếp

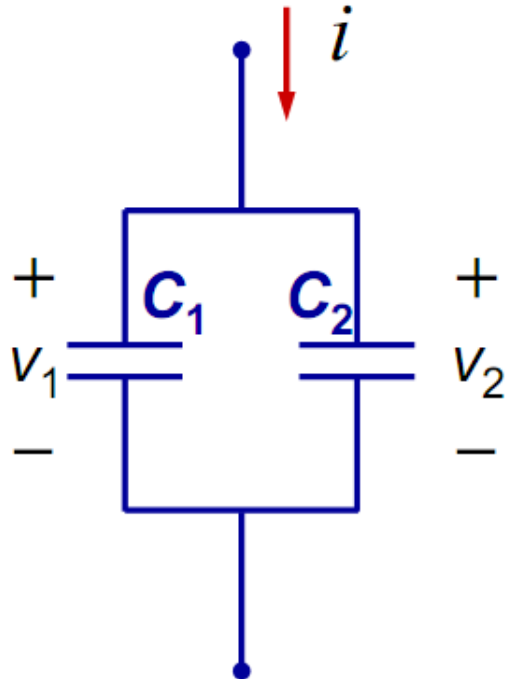


$$\frac{1}{C_s} = \sum_{k=1}^m \frac{1}{C_k}$$

$$C_s = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

- Nên chọn tụ có cùng trị số C và WV

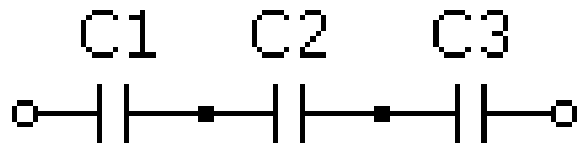
2. Ghép song song



$$C_p = C_1 + C_2$$

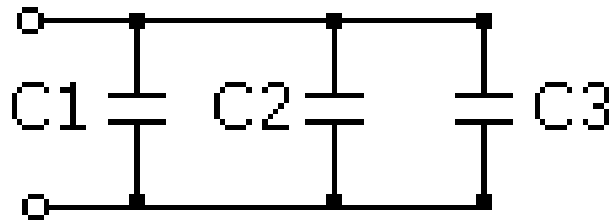
Chọn các tụ có điện áp làm việc bằng nhau.

Capacitors in series.



$$C_s = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

Capacitors in parallel, just add them up.

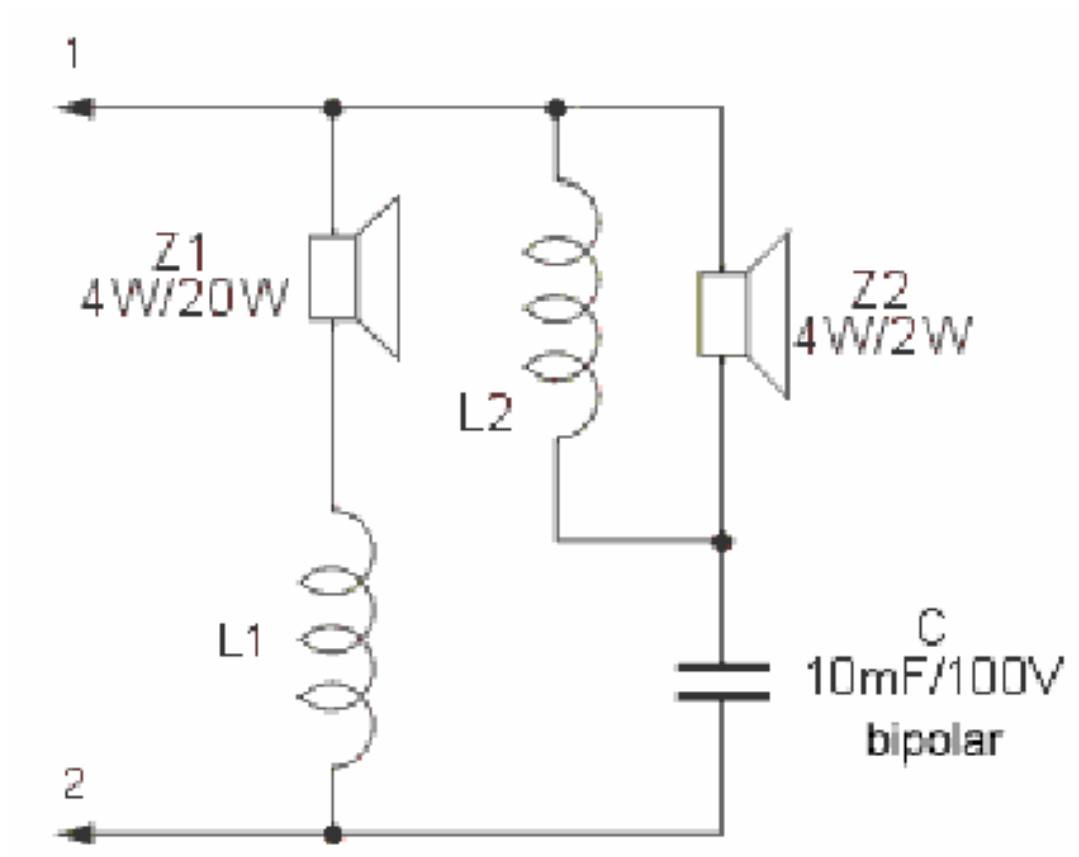


$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

DIY <http://diyAudioProjects.com/>

VII. CÁC ỨNG DỤNG CỦA TỤ ĐIỆN

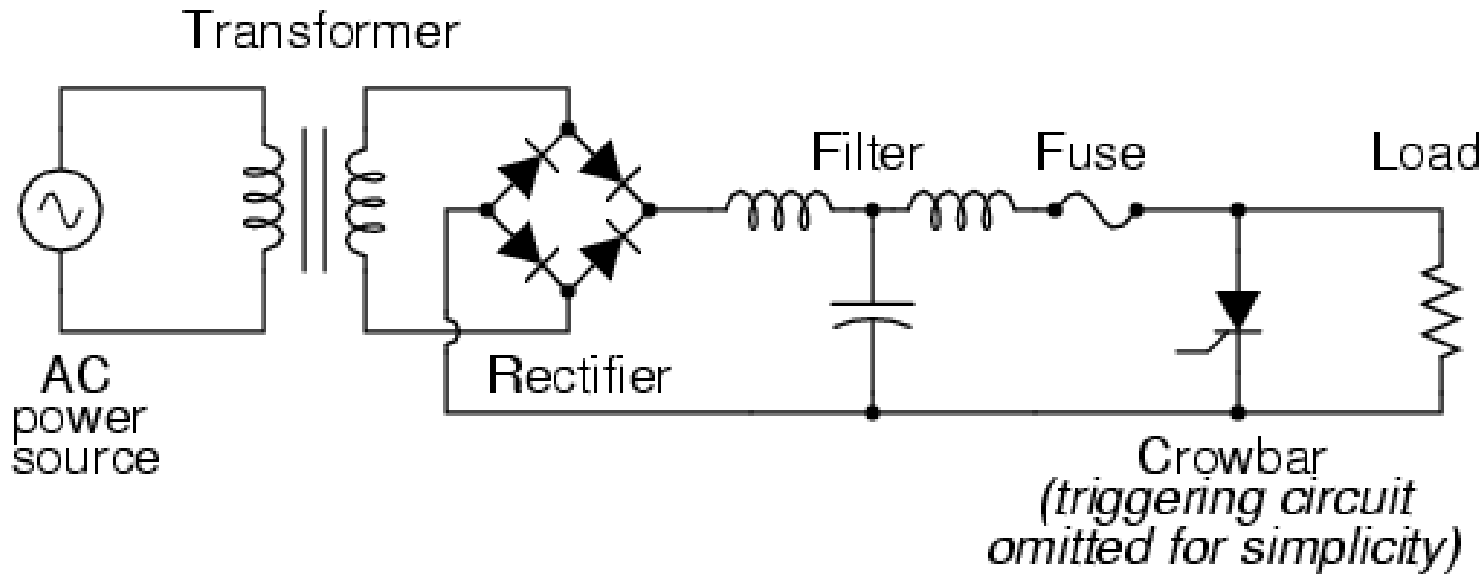
1. Tụ dẫn điện ở tần số cao



$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

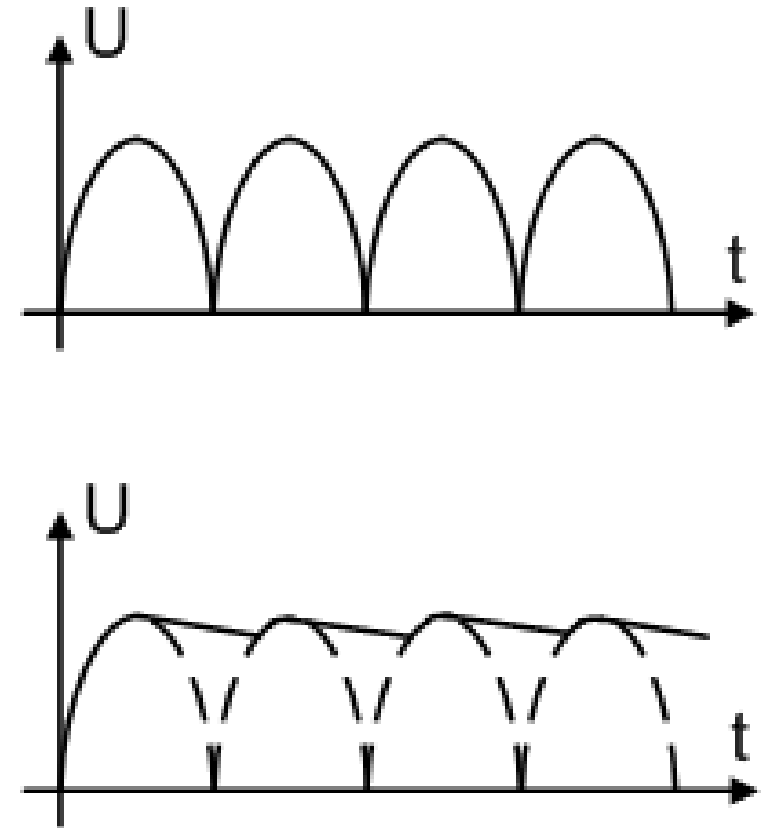
2. Tụ nạp xả điện trong mạch lọc

Crowbar as used in an AC-DC power supply

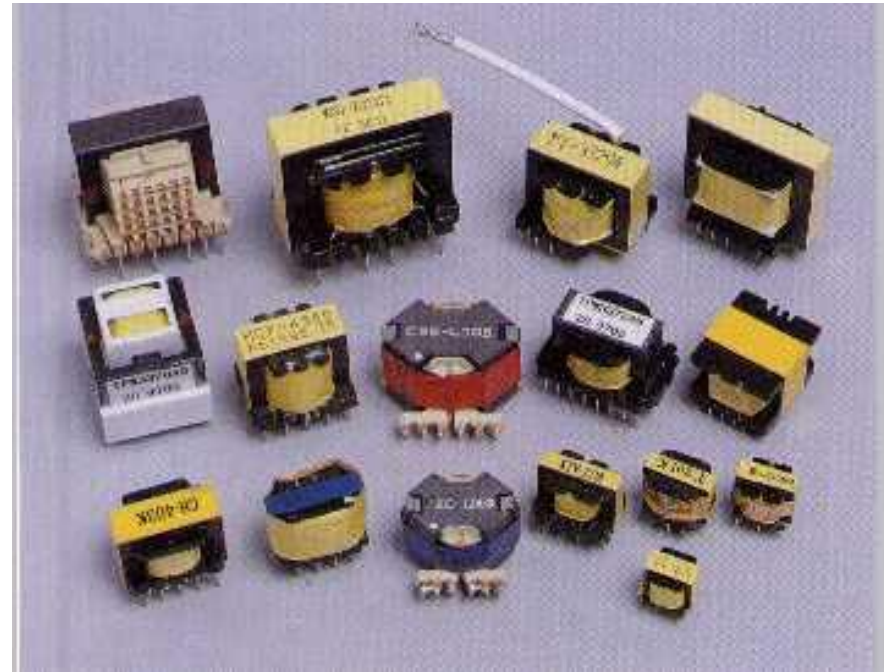


$$V_d = V_2 \cdot 0.9$$

$$V_C = V_d \cdot 1.414$$

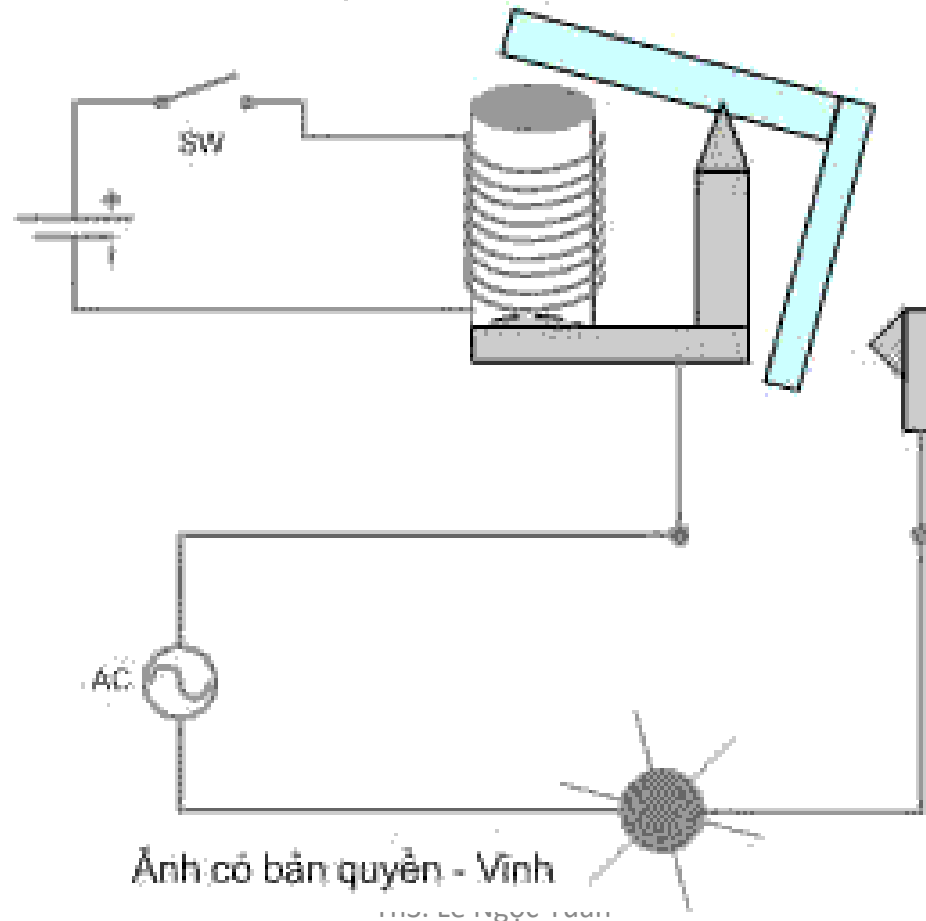


Phần 3: CUỘN CẢM (*Coil*) BỘ BIẾN THẾ (*transformer*)



Phần A: CUỘN DÂY

(Cuộn cảm - Coil)

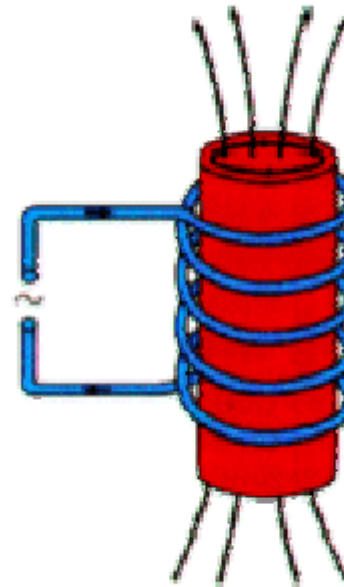
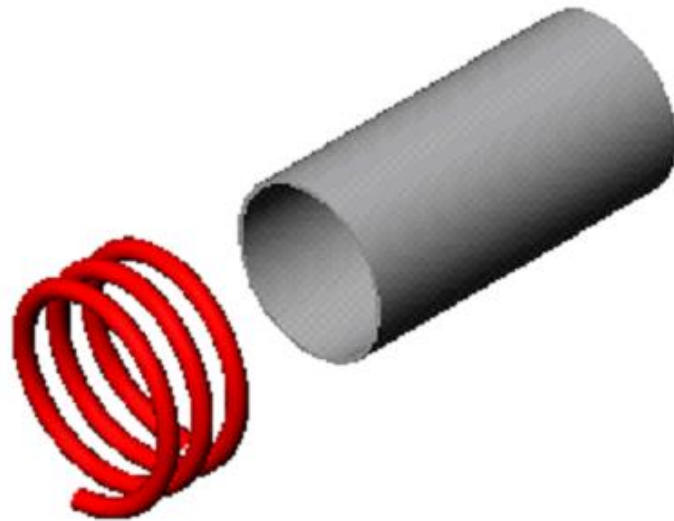


1. Cấu tạo

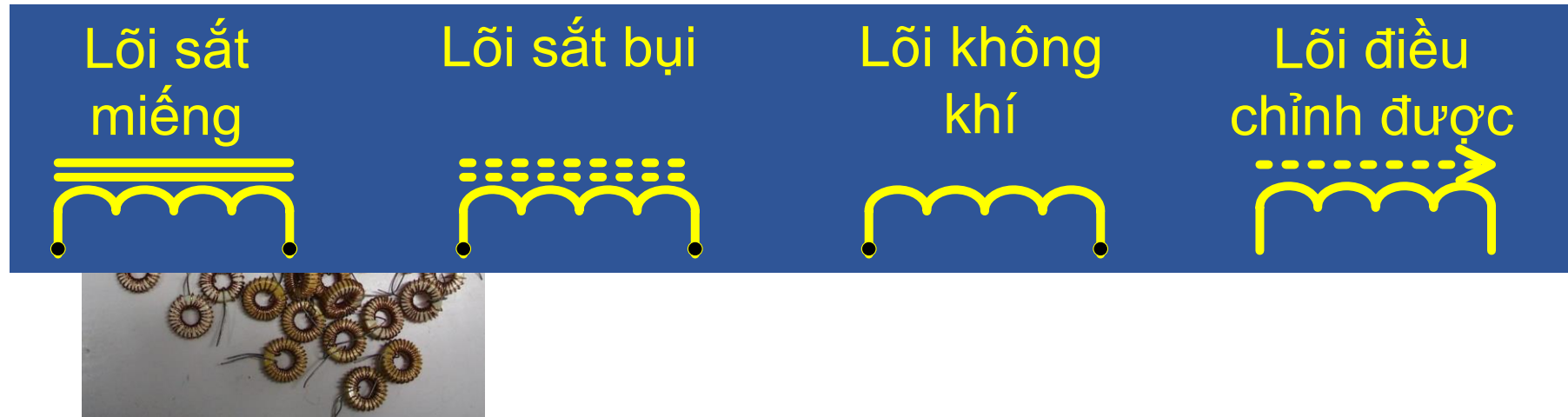
Cuộn cảm có cấu tạo gồm một dây dẫn điện có bọc sơn điện (*dây emay, hay còn gọi là dây điện từ*) quấn nhiều vòng liên tiếp nhau trên một lõi.

Lõi của cuộn dây có thể là một ống rỗng (*lõi không khí*), lõi sắt bụi, sắt lá hoặc lõi điều chỉnh được.

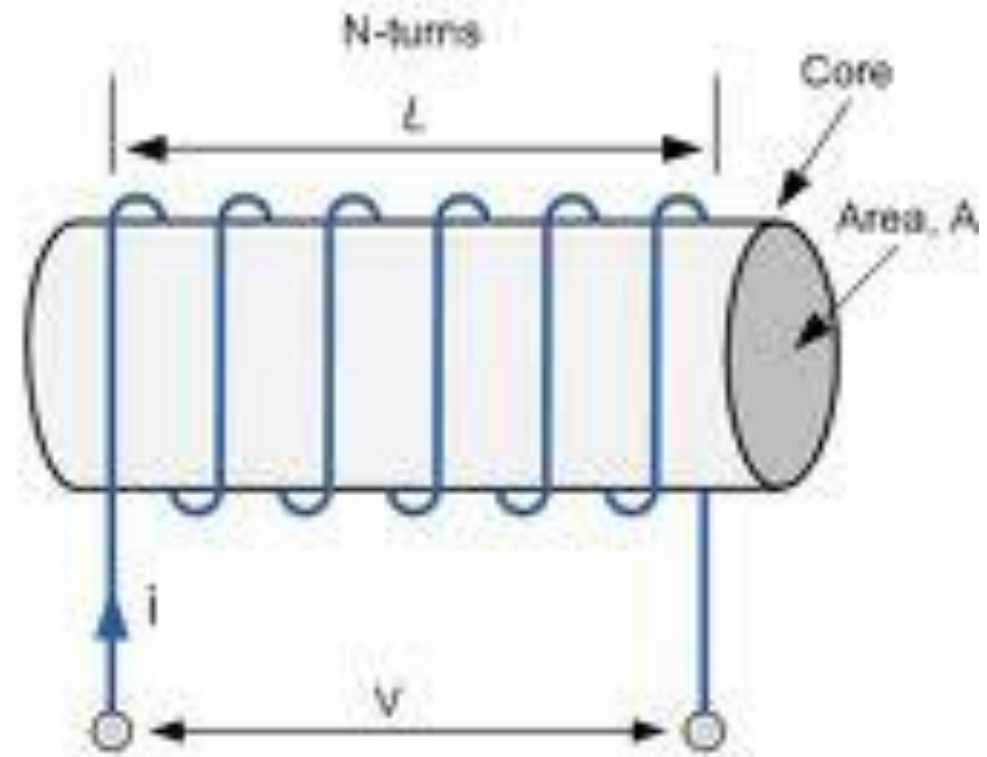
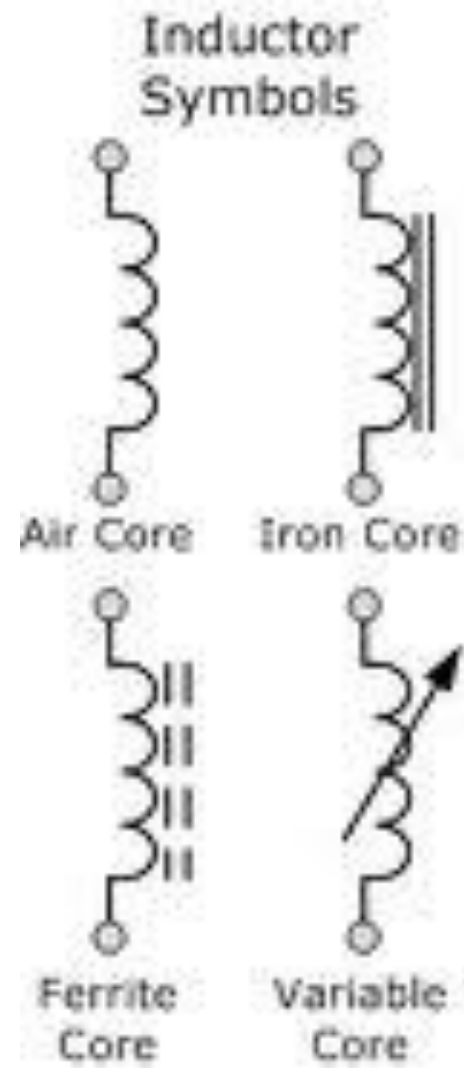
Tùy loại lõi khác nhau mà cuộn cảm có kí hiệu khác nhau.

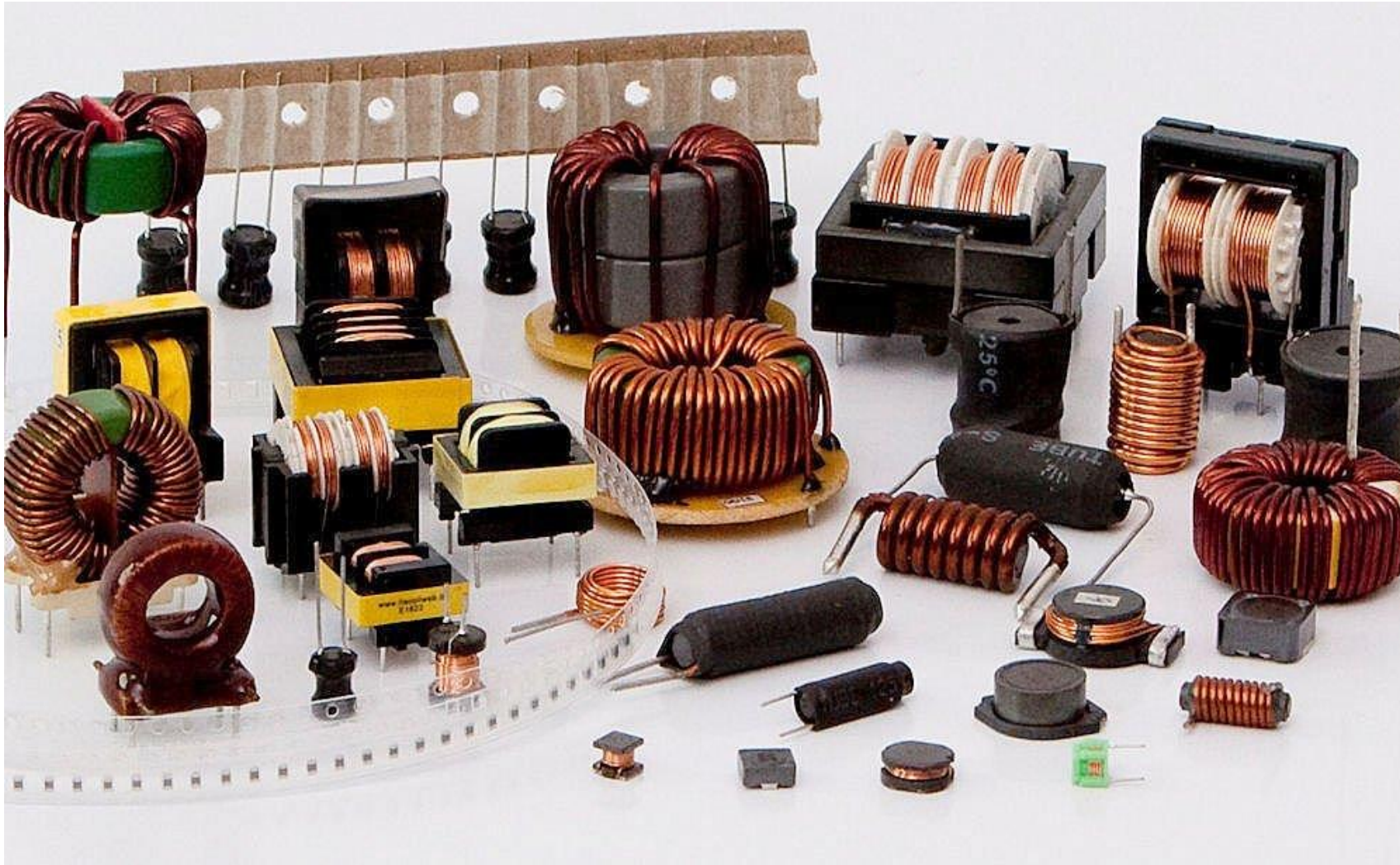


KÍ HIỆU, CẤU TẠO VÀ HÌNH DẠNG CUỘN CẢM



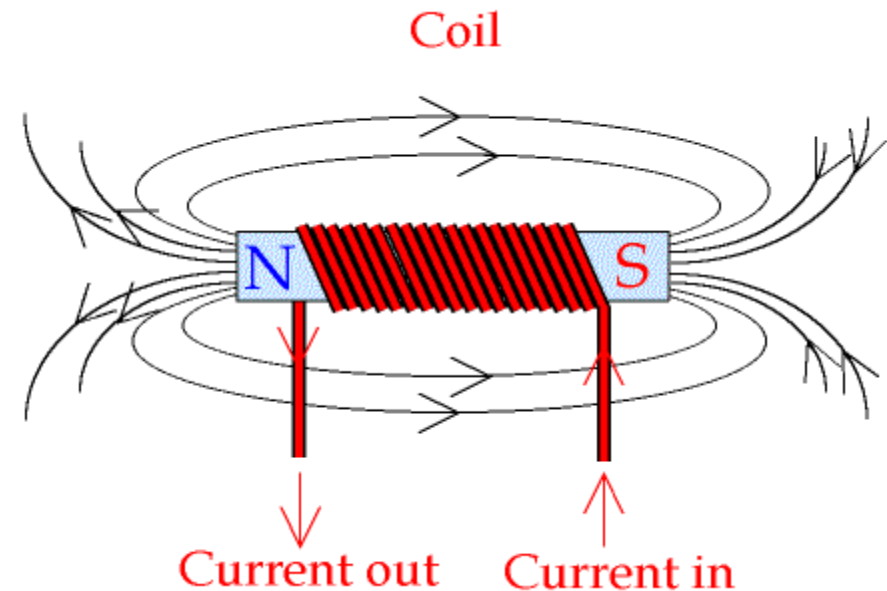
Cuộn dây quấn lõi không khí.





2. Tạo ra từ trường bằng dòng điện

- Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây quấn quanh 1 lõi từ khép kín, dòng điện sẽ tạo ra một từ trường đều trong lõi, có chiều xác định theo quy tắc vặn nút chai.



- Lõi từ có chiều dài trung bình là l , cường độ từ trường sinh ra trong lõi từ là H thì:

$$n.I = H.l$$

Do lõi từ có hệ số từ thẩm tương đối nên B được tính:

$$B = \mu.H = \mu.\frac{n.I}{l}$$

$\mu, n, l = \text{const}$ nên B và H thay đổi theo I.

- Nếu là dòng điện một chiều thì B và H là từ trường đều.
- Nếu là dòng điện AC thì B và H có cường độ từ trường thay đổi, và chiều của từ trường cũng thay đổi theo dòng điện xoay chiều.

- Định luật Lentz phát biểu: chiều dòng điện cảm ứng luôn luôn có khuynh hướng chống lại sự thay đổi từ thông qua mạch bởi từ trường bên ngoài.
- Sức điện động cảm ứng (điện áp cảm ứng) được tính theo công thức:

n : số vòng dây.

$$e = -n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$\Delta\Phi$: lượng từ thông biến thiên.

Δt : khoảng thời gian biến thiên.

- Khi cho dòng điện I chạy qua cuộn dây có n vòng dây sẽ tạo ra từ thông Φ . Để tính qua hệ giữa dòng điện I và từ thông Φ , người ta có hệ thức:

$$L = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta I} \quad L: \text{hệ số tự cảm (Henry)}$$

Mà ta có: $e = -n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ và $L = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}$

Suy ra: $\frac{e}{L} = \frac{-n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}{n \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}} = -\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$$\Rightarrow e = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

- Hệ số tự cảm L có trị số tùy thuộc cấu tạo của cuộn dây và được tính theo công thức:

- **Cuộn dây không có lõi:**

$$L = 4\pi \frac{n^2}{l} \times S \times 10^{-7}$$

- **Cuộn dây có lõi:**

$$L = \mu_r \times 4\pi \frac{n^2}{l} \times S \times 10^{-7}$$

L : hệ số tự cảm (H).

l : chiều dài lõi (m).

S : tiết diện lõi (m²).

n : số vòng dây.

μ_r : hệ số từ thẩm tương đối của vật liệu đối với chân không.

5. Năng lượng nạp vào cuộn dây:

- Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây sẽ tạo ra năng lượng trữ dưới dạng từ trường. Năng lượng trữ được tính theo công thức:

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

W : năng lượng (J).

L : hệ số tự cảm (H).

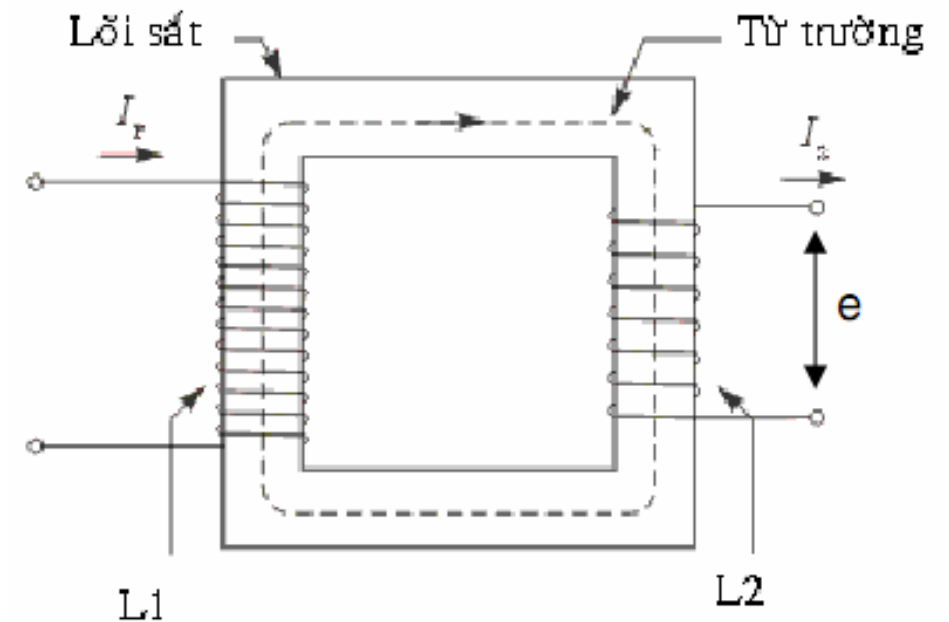
I : cường độ dòng điện (A).

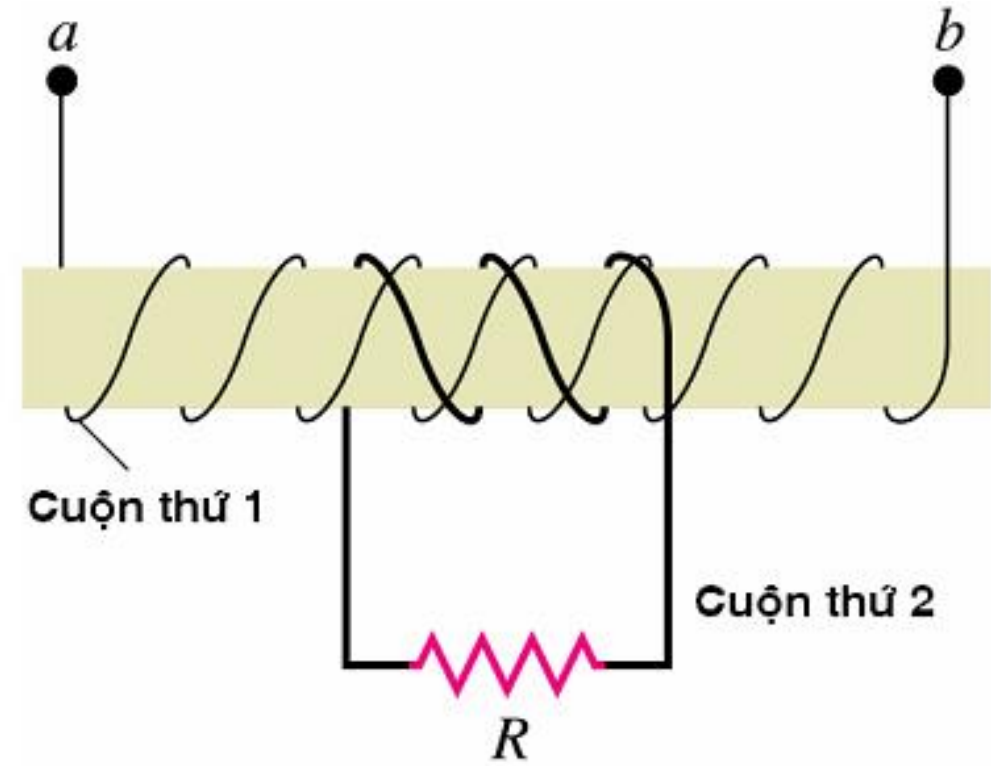
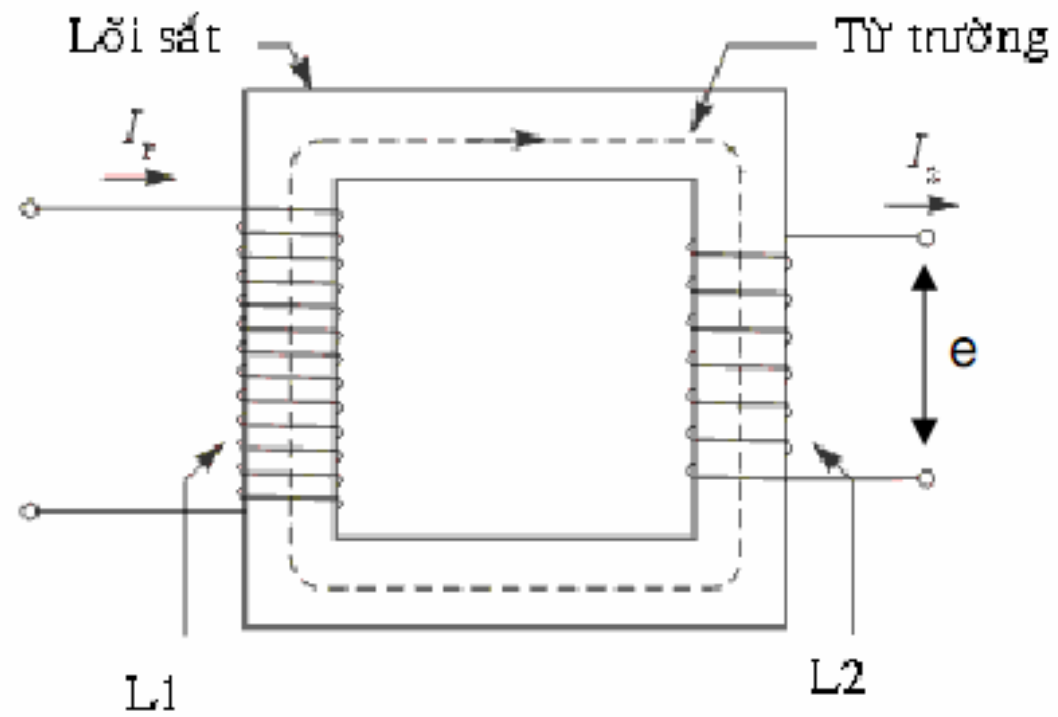
6. Hiện tượng hồ cảm:

- Khi quấn hai cuộn dây trên cùng một lõi hoặc đặt chúng gần nhau thì dòng điện biến thiên ở cuộn này sẽ làm phát sinh điện áp hồ cảm ở cuộn kia.
- Điện áp hồ cảm được tính theo công thức:

$$e = -M \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

M : hệ số hồ cảm (H).





$$M = K\sqrt{L_1 - L_2}$$

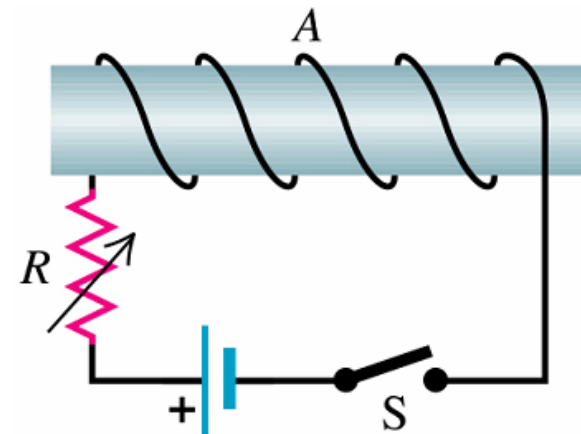
$$(K \approx 0 \div 1)$$

Trong đó, K là hệ số tùy thuộc vào cách ghép. Nếu hai cuộn dây quấn chung một lõi thì $K=1$, nếu hai cuộn dây ở xa nhau, không ảnh hưởng nhau về từ trường thì $K=0$.

III. ĐẶC TÍNH NẠP XẢ CỦA CUỘN DÂY

1. Nạp:

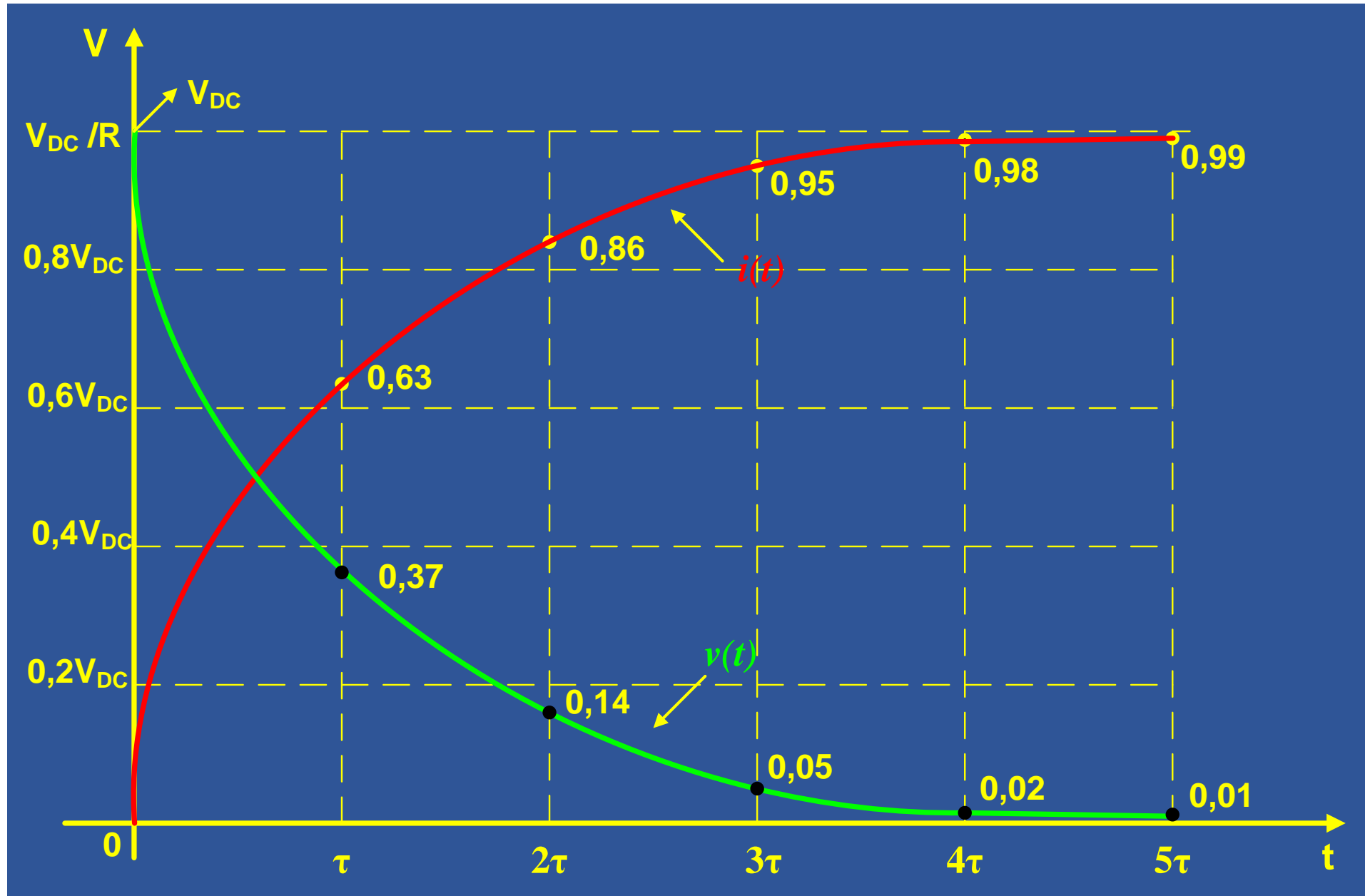
Khi đóng khóa S thì cuộn dây chống lại dòng điện do nguồn cung cấp V_{DC} bằng cách tạo ra điện áp cảm ứng bằng với điện áp nguồn V_{DC} nhưng ngược dấu nên dòng điện bằng 0A. Sau đó dòng điện qua cuộn dây tăng lên theo hàm số mũ:



$$i(t) = \frac{V_{DC}}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$\tau = \frac{L}{R}$: hằng số thời gian nạp điện của cuộn dây (s)

Trên đồ thị biểu diễn ta thấy, sau thời gian 1τ thì dòng điện tăng lên 63% của dòng điện cực đại V_{DC}/R , và sau thời gian là 5τ thì dòng điện tăng lên 99% và coi như đạt trị số cực đại.

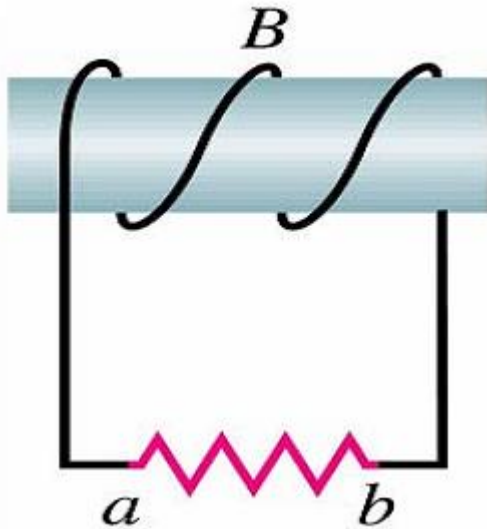


- Ngược lại với dòng điện, điện áp trên cuộn dây lúc đầu bằng với điện áp nguồn V_{DC} , sau đó điện áp giảm dần theo hàm số mũ e với thời gian, và được tính theo công thức:

$$v_{Lnap}(t) = V_{DC} \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

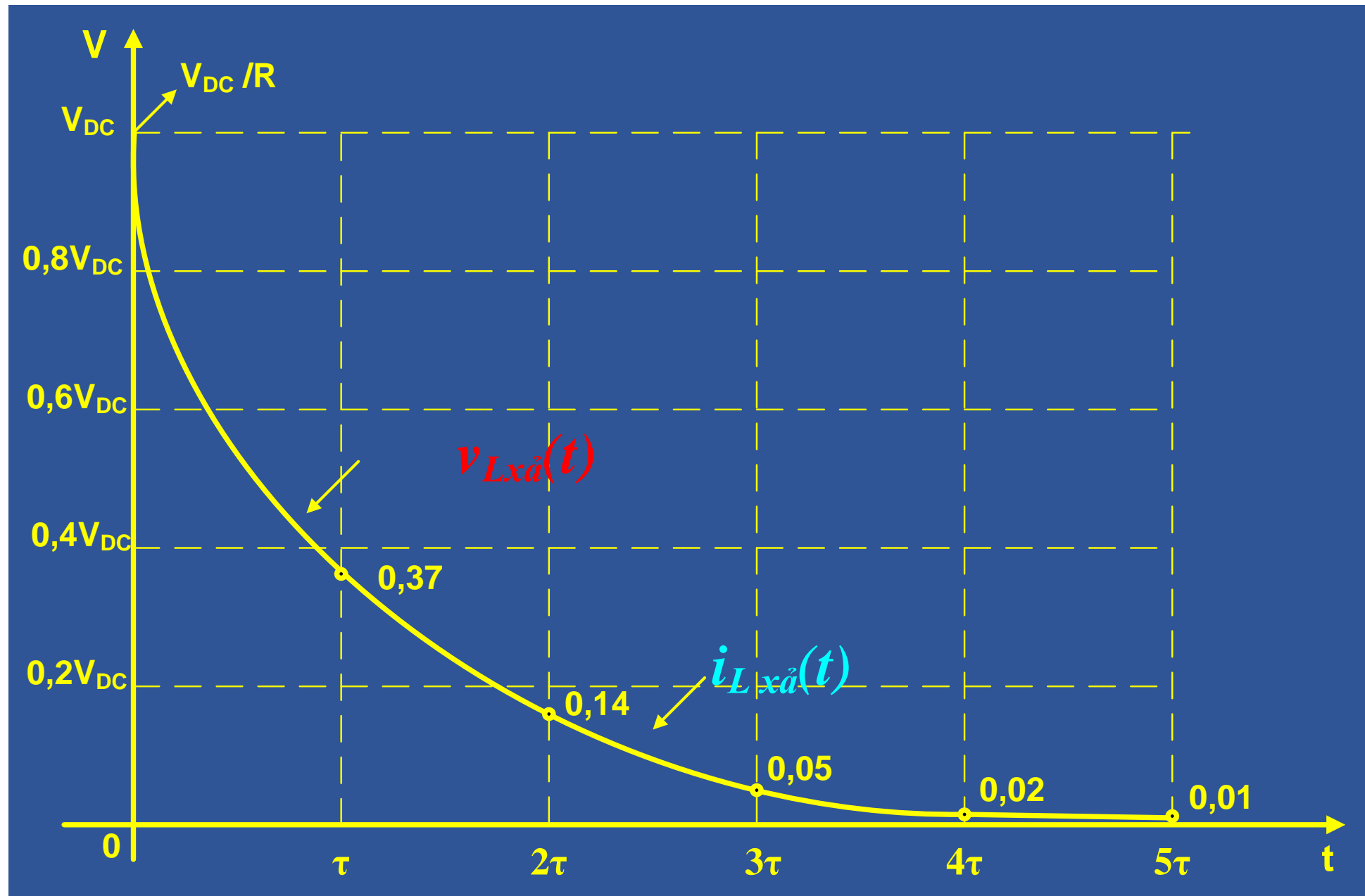
- Sau khi đóng khóa K một khoảng thời gian là 1τ thì điện áp giảm xuống $0,37V_{DC}$, và sau thời gian là 5τ thì điện áp giảm gần như bằng 0

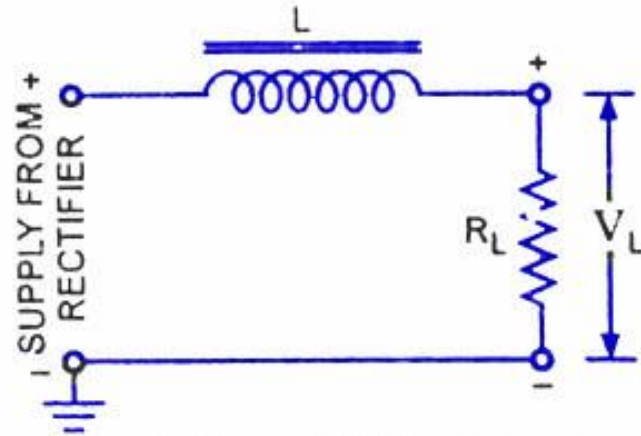
2. Xả:



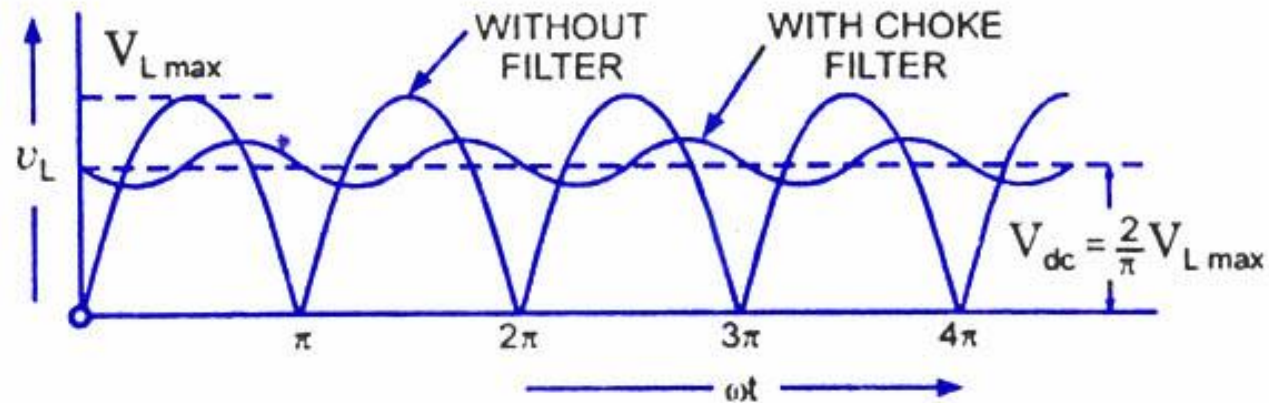
$$i_{Lxa}(t) = \frac{V_{DC}}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$v_{Lxa}(t) = V_{DC} \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$





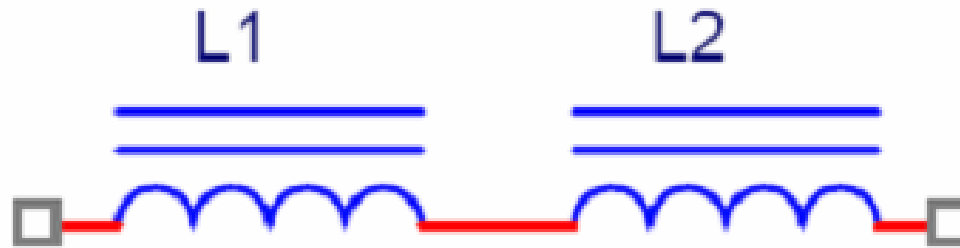
Circuit Diagram



*Output Voltage Waveforms
Full-Wave Rectifier With Series Inductor Filter*

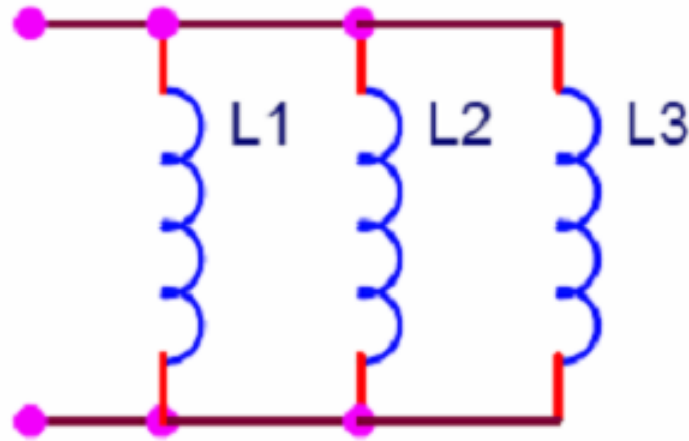
V. CÁC CÁCH GHÉP CUÔN DÂY

1. Ghép nối tiếp:



$$L_{td} = \sum L_i = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

2. Ghép song song:

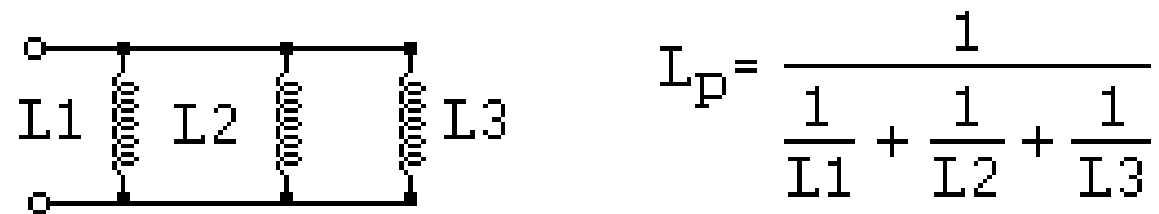


$$\frac{1}{L_{td}} = \sum \frac{1}{L_i} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

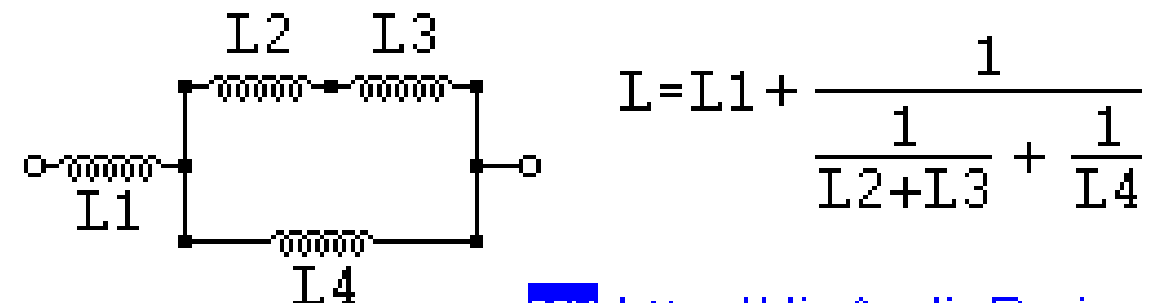
Inductors in series, just add them up.



Inductors in parallel.



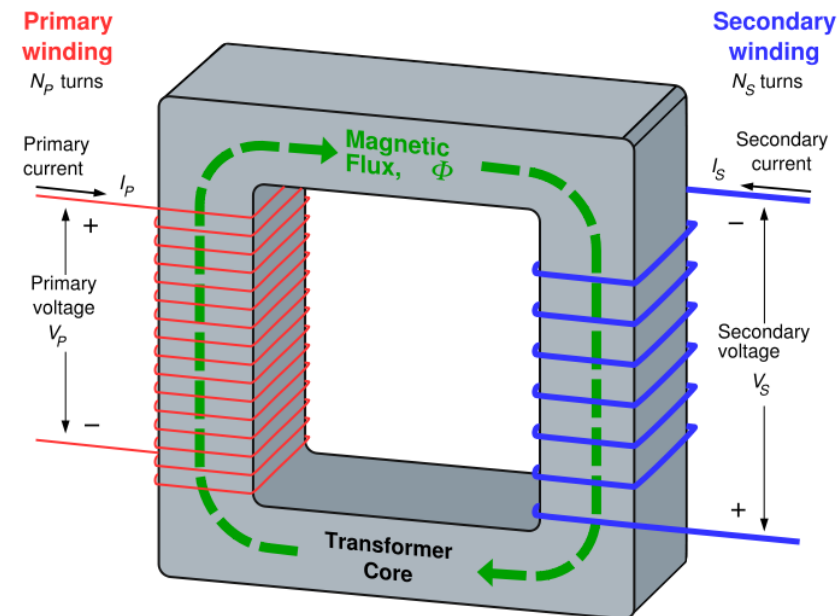
Example



DIY <http://diyAudioProjects.com/>

Phần B: **BỘ BIẾN ÁP** (*Transformer*)

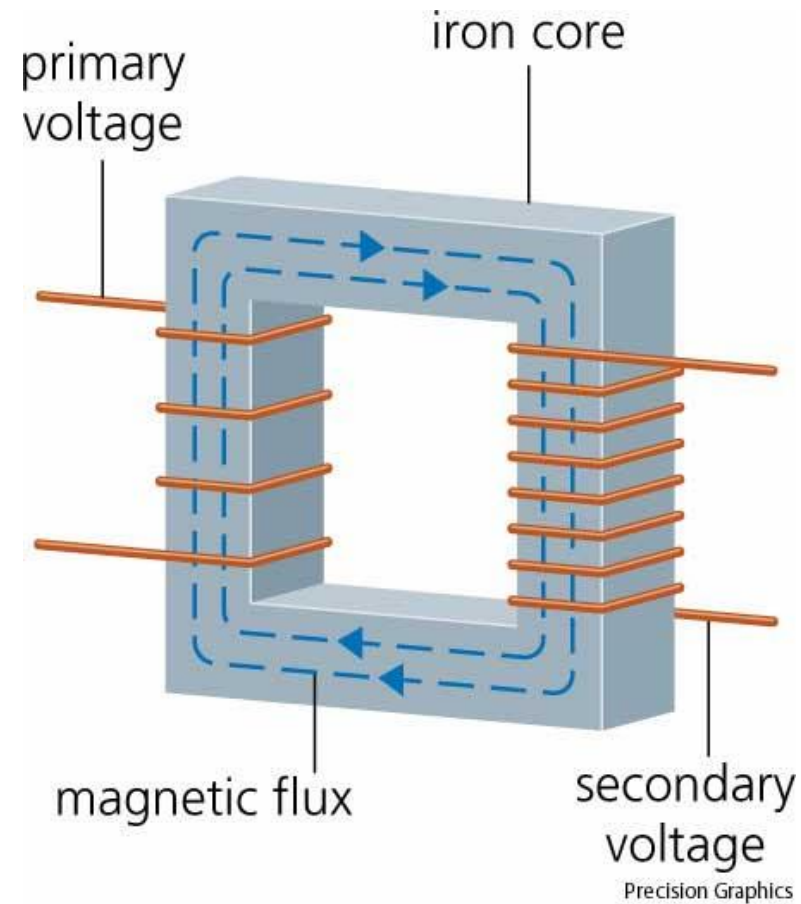
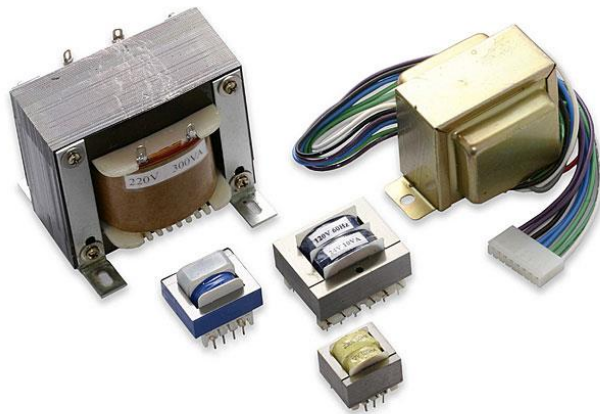
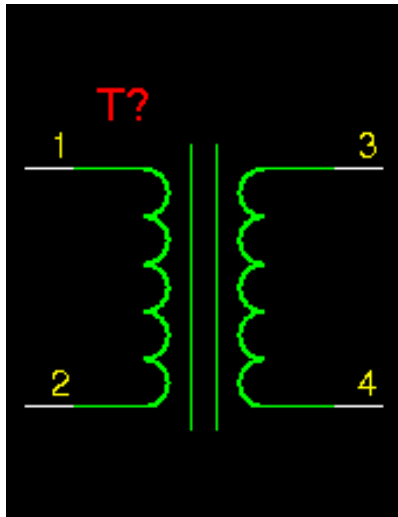
Bộ biến áp là linh kiện dùng để tăng hoặc giảm điện áp xoay chiều nhưng vẫn giữ nguyên tần số.

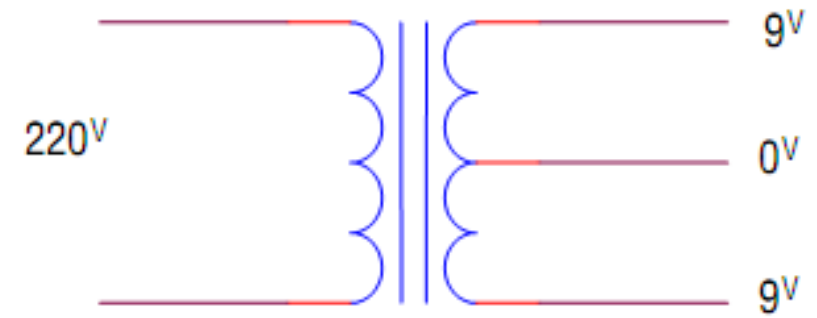
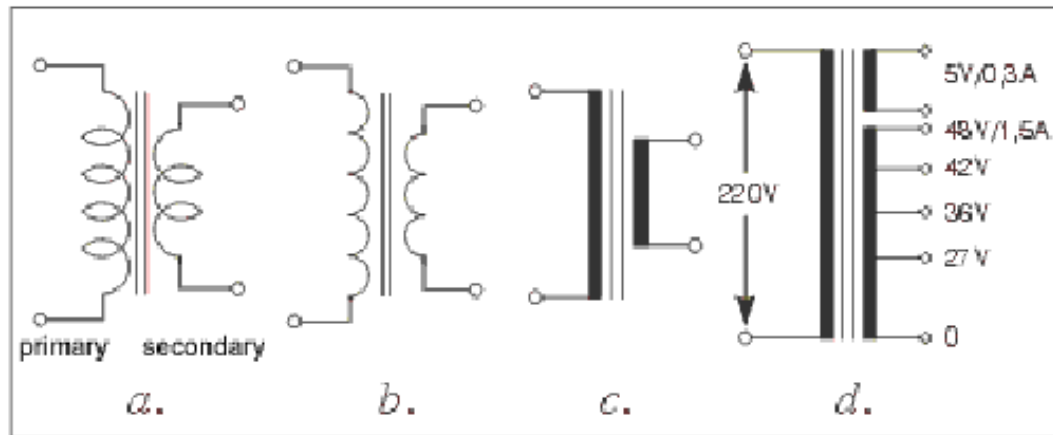


1. Cấu tạo:

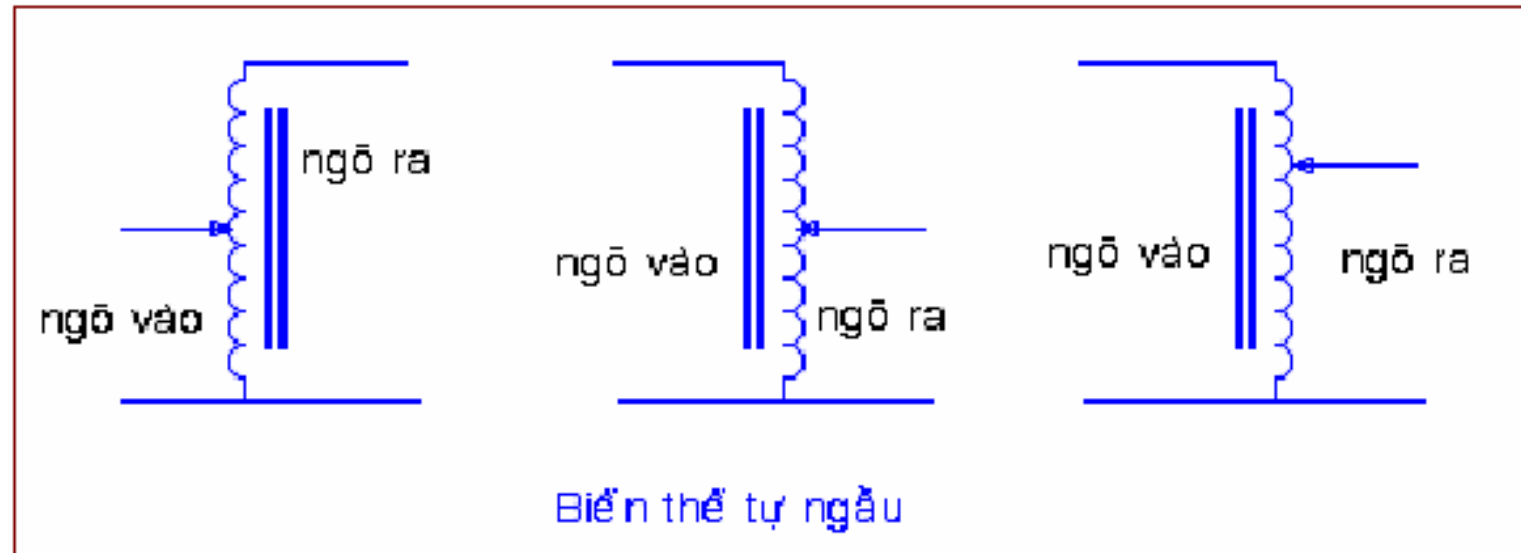
- Máy biến áp có cấu tạo gồm hai hay nhiều cuộn dây (được tráng sơn cách điện quấn chung trên một lõi (mạch từ))
- Lõi của máy biến áp có thể là loại sắt lá, sắt bụi.
- Cuộn dây nhận dòng điện xoay chiều vào là cuộn sơ cấp L1, cuộn dây lấy dòng điện xoay chiều ra là cuộn thứ cấp.

KÍ HIỆU, CẤU TẠO VÀ HÌNH DẠNG CỦA MÁY BIẾN ÁP





Biến thế điểm giữa

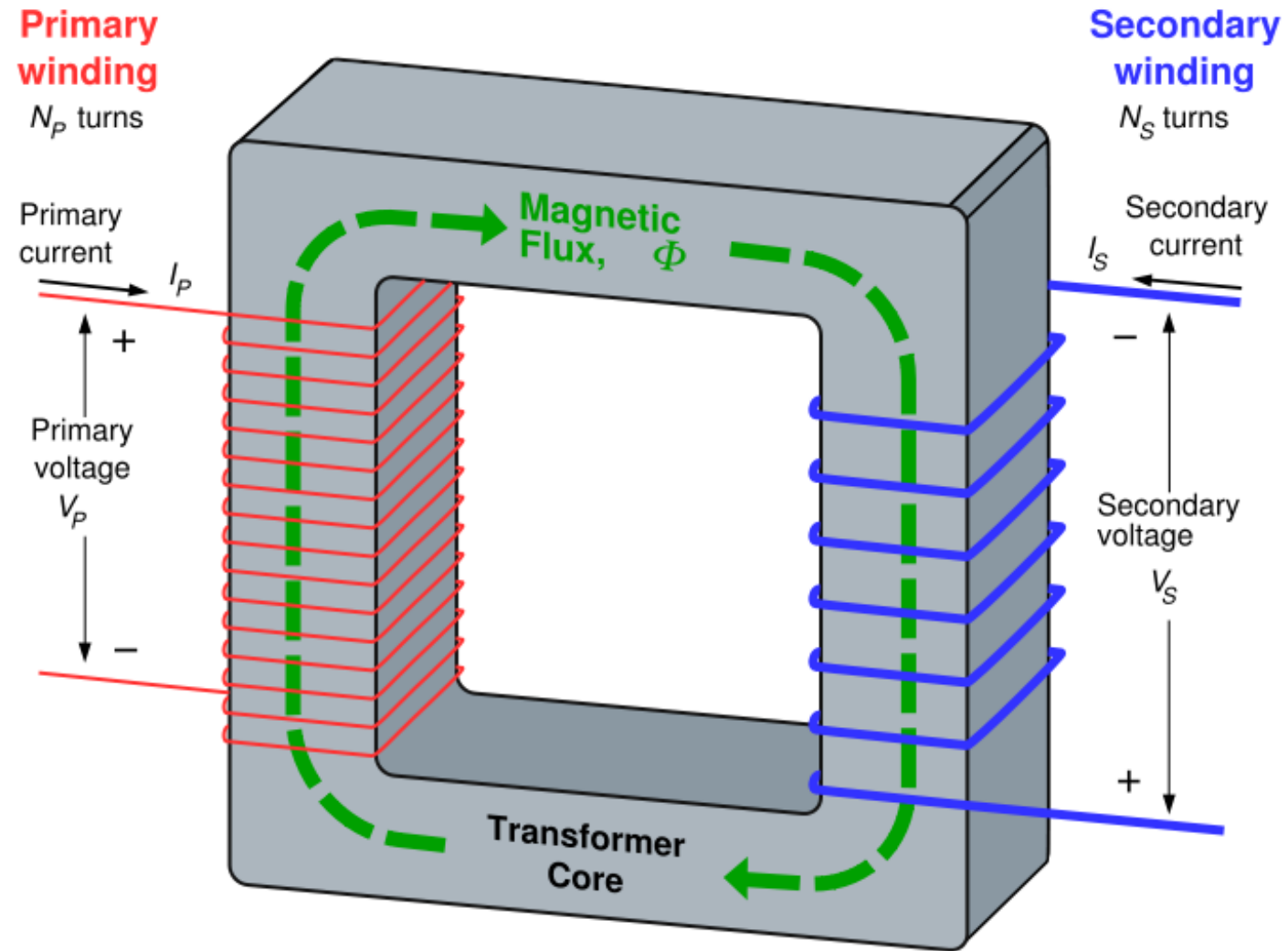


2. Nguyên lý hoạt động

Máy biến áp làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

Khi cho dòng điện xoay chiều có điện áp V_1 vào cuộn dây sơ cấp, dòng điện I_1 sẽ tạo ra từ trường biến thiên chạy trong mạch từ sang cuộn thứ cấp.

Cuộn thứ cấp nhận được từ trường biến thiên sẽ làm từ thông qua cuộn dây thay đổi, cuộn thứ cấp cảm ứng cho ra dòng điện xoay chiều có điện áp V_2 .



• Ta có:

$$V_1 = e_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$V_2 = e_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Trong đó:

- N_1 là số vòng dây quấn cuộn sơ cấp.
- N_2 là số vòng dây quấn cuộn thứ cấp.

3. Các tỉ lệ của biến áp

a. Tỉ lệ về điện áp:

- Do từ thông ở sơ cấp và thứ cấp bằng nhau nên từ biểu thức tính V_1 và V_2 ta có tỉ lệ:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

b. Tỷ lệ về dòng điện:

- Khi cuộn thứ cấp có điện trở tải R_2 sẽ có dòng điện I_2 từ cuộn thứ cấp chạy qua tải .
- Từ áp trong mạch từ được tính bằng công thức:

$$N_1 \cdot I_1 = H \cdot l \qquad N_2 \cdot I_2 = H \cdot l$$

- Do từ áp bằng nhau nên:

$$N_1 \cdot I_1 = N_2 \cdot I_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

c. *Tỉ lệ về công suất:*

$$P_2 = V_2 \cdot I_2 \quad \text{thì} \quad P_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$\text{Mà } P_1 = P_2$$

$$\rightarrow V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2$$

- Khi biến áp có tải lớn nhất theo công suất danh định thì hiệu suất cao nhất khoảng 80% đến 90%.

$$\eta_{\max} = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% = (80 \div 90)\%$$

d. Tỷ lệ về tổng trở:

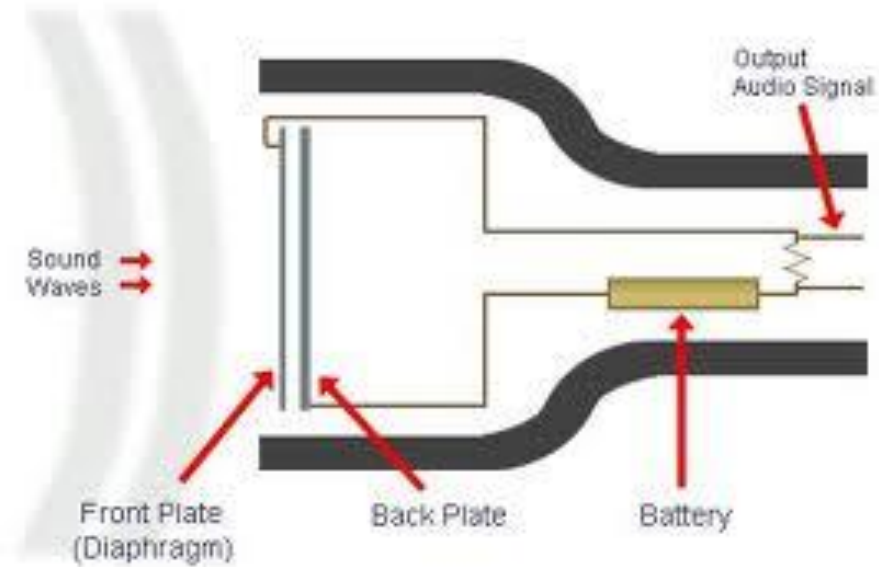
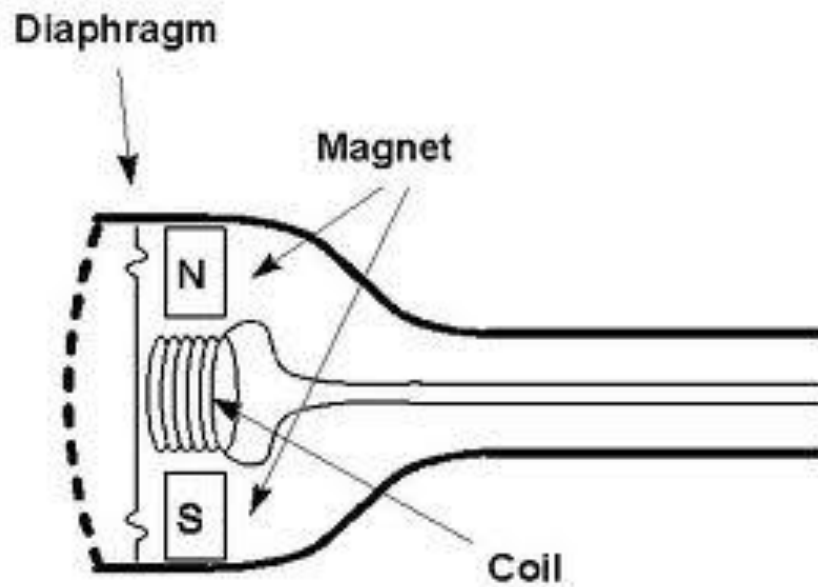
$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} \qquad R_2 = \frac{V_2}{I_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{V_1}{I_1}}{\frac{V_2}{I_2}} = \frac{V_1}{I_1} \times \frac{I_2}{V_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right) \cdot \left(\frac{I_2}{I_1} \right) = \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \cdot \left(\frac{N_1}{N_2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$$

VII. MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA CUỘN DÂY

1. Micro điện động:



2. Loa điện động:

Anh co ban quyen - Vinh

