

CHƯƠNG 1.

LINH KIỆN ĐIỆN TỬ THỤ ĐỘNG

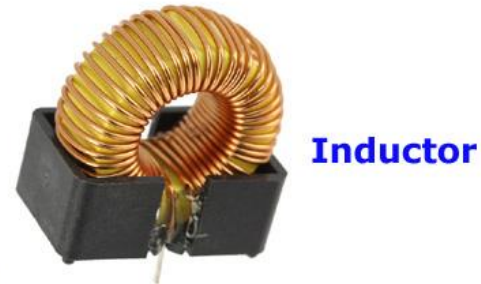


Figure: passive elements

NỘI DUNG

- ❖ **ĐIỆN TRỞ**
- ❖ **TỤ ĐIỆN**
- ❖ **CUỘN DÂY**
- ❖ **GIỚI THIỆU CHUNG VỀ VẬT LIỆU ĐIỆN TỬ**

ĐIỆN TRỞ (RESISTORS)



1. Đặc điểm cơ bản

❖ **Điện trở:** Linh kiện điện tử thụ động, có chức năng cơ bản là cản trở dòng điện trong mạch.

❖ **Giá trị/trị số điện trở:**

$$R(\Omega) = \frac{V(V)}{I(A)}$$

❖ **Ứng dụng:** Điều chỉnh cường độ dòng điện, định thiên/phân cực/cấp nguồn cho cấu kiện bán dẫn, phân áp, phân dòng, tạo nhiệt, phối hợp trở kháng, tích hợp trong IC...

Resistor

Resistance

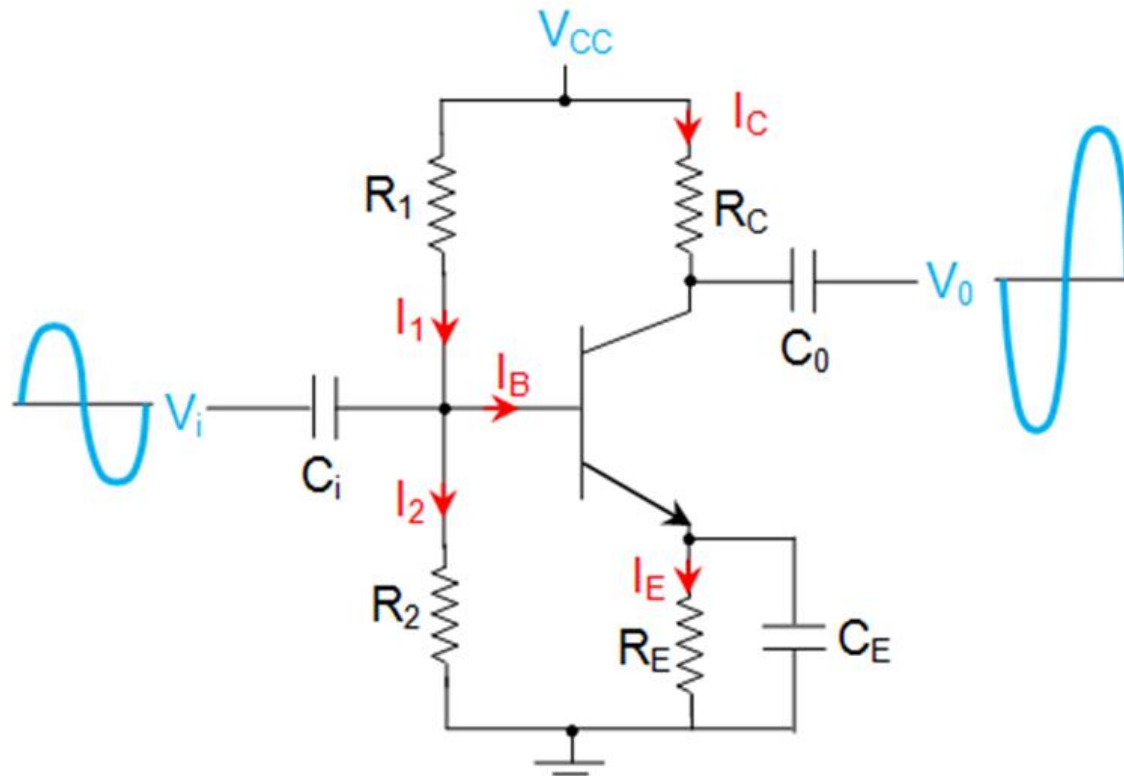
IC = integrated circuits

$t^0 = T_h$ (Thermal)

LDR = điện trở quang/quang trở (Light dependent resistor)

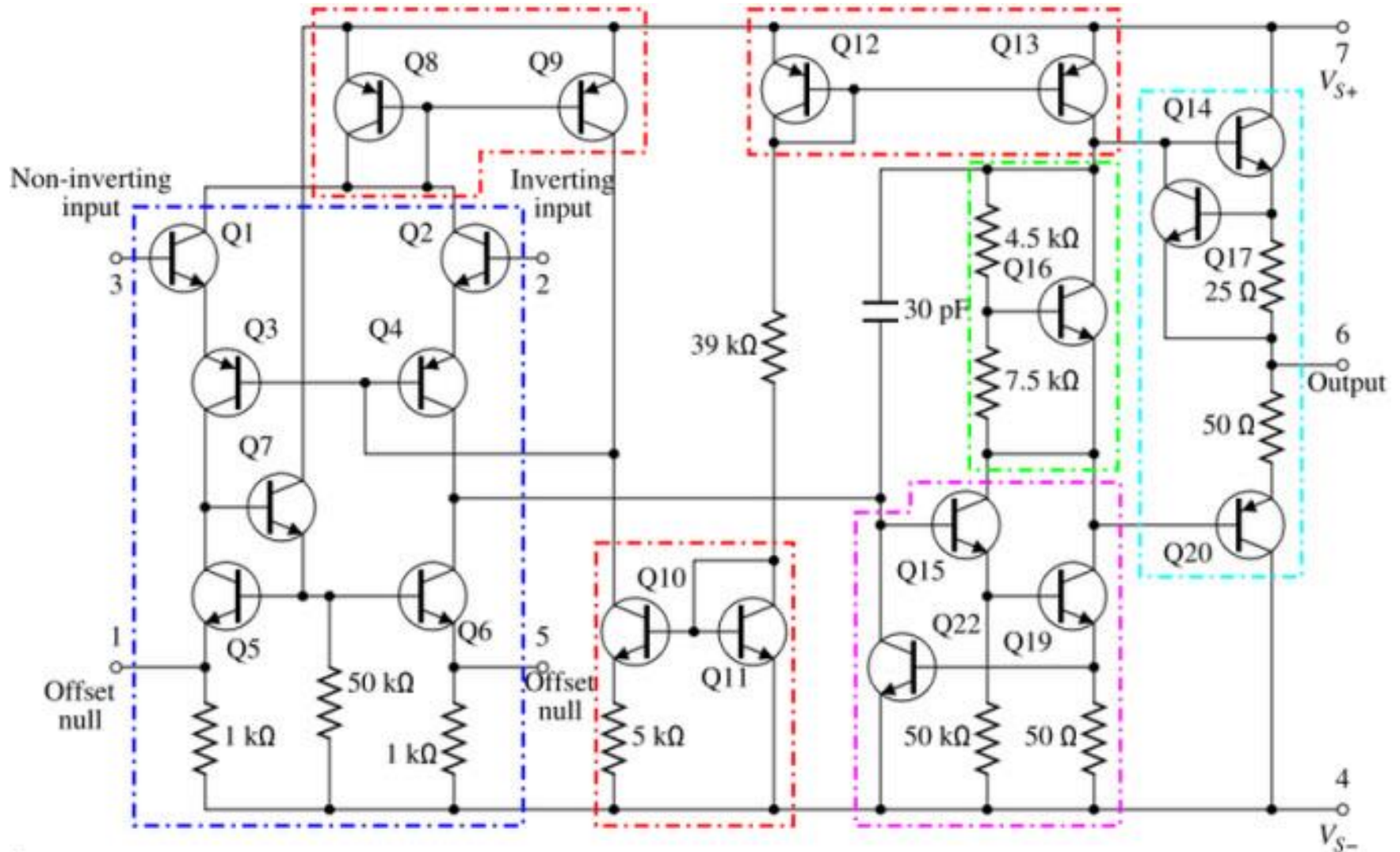
datasheet

1. Đặc điểm cơ bản



Common Emitter Amplifier with Biasing and Decoupling Details

1. Đặc điểm cơ bản



Component level Diagram of Analog IC 741 Op-Amp Internal Circuit

1. Đặc điểm cơ bản

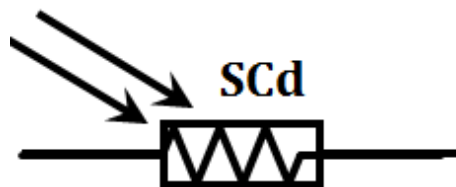
❖ Ký hiệu:



R

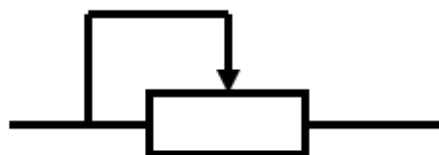
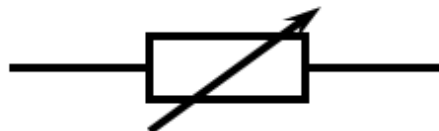


Điện trở cố định

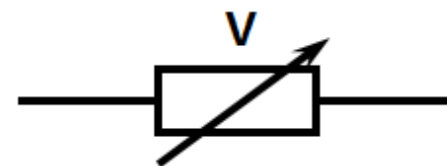


SCd

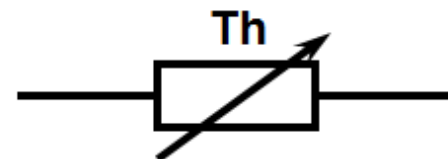
Quang điện trở



*Điện trở thay đổi
(Biến trở - chiết áp)*



*Điện trở thay đổi
theo điện áp (Varixto)*



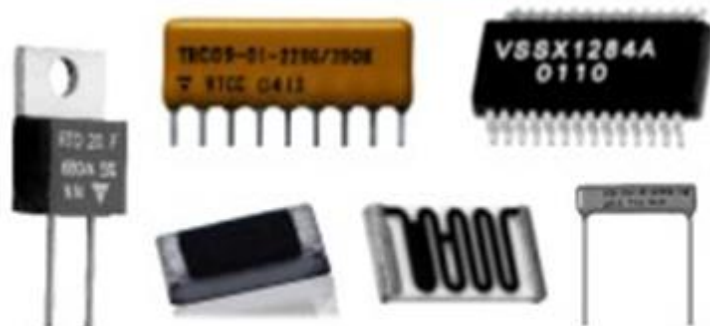
*Điện trở thay đổi theo
nhiệt độ (Thermixto)*

❖ Hình dạng thực tế:

Carbon & Metal Film



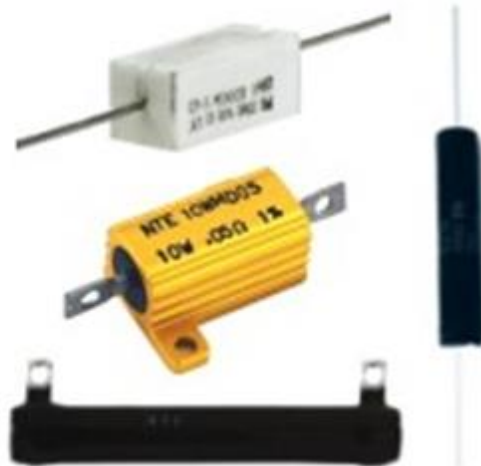
Thick Film



Thin Film



Wire-Wound



Special-Purpose



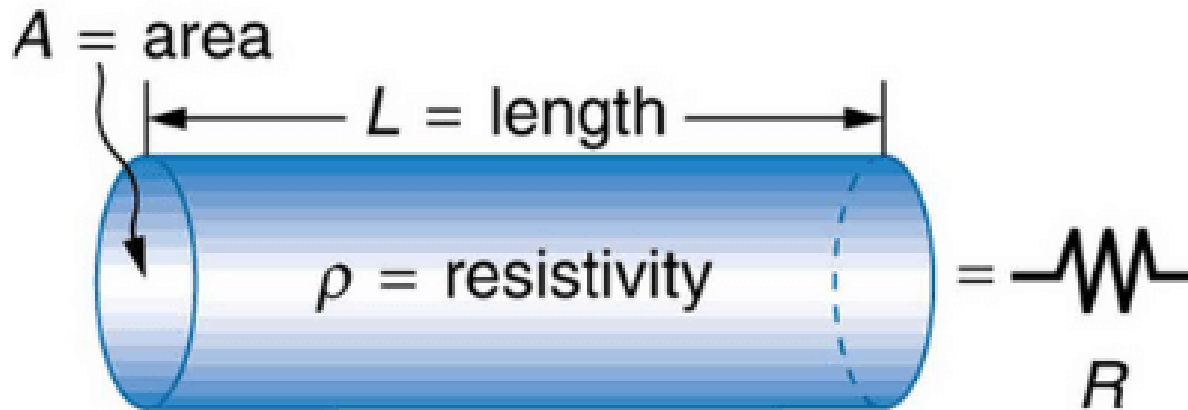
Adjustable



2. Tham số cơ bản

❖ **Trị số/Giá trị điện trở (Resistance):**

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



2. Tham số cơ bản

❖ Dung sai/Sai số (Resistor tolerance):

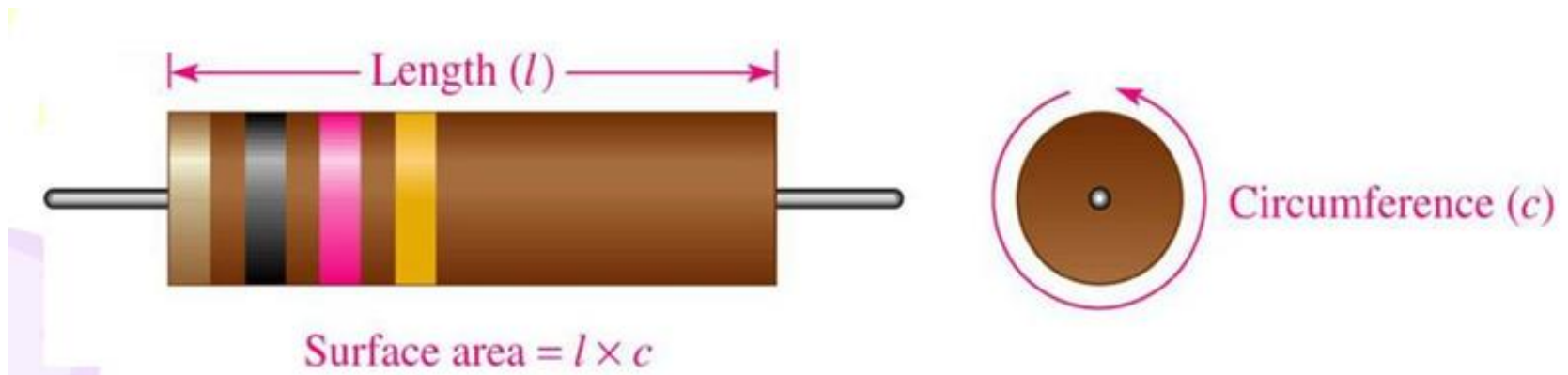
$$\delta = \frac{|R_{tt} - R_{d\vec{d}}|}{R_{d\vec{d}}} \cdot 100\% \quad (\%)$$

→ 5 cấp chính xác (**tolerance levels**) của điện trở màu:

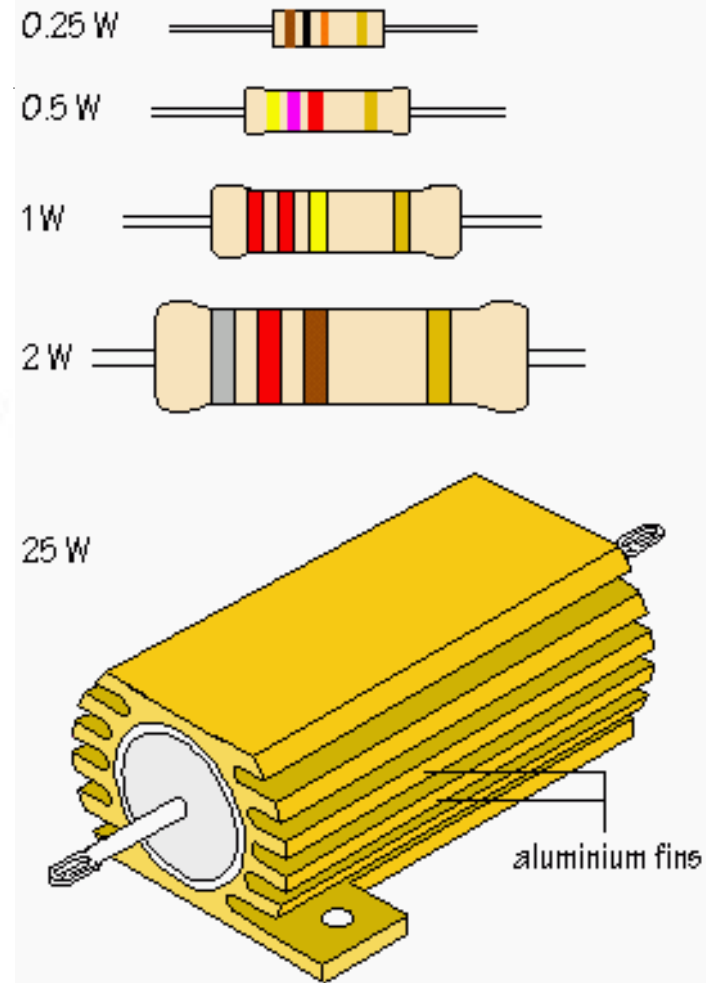
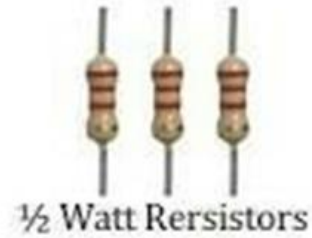
- Cấp 005: sai số 0,5%
- Cấp I: sai số 5%
- Cấp 1: sai số 1%
- Cấp II: sai số 10%
- Cấp III: sai số 20%

❖ Công suất danh định (Resistor Power rating):

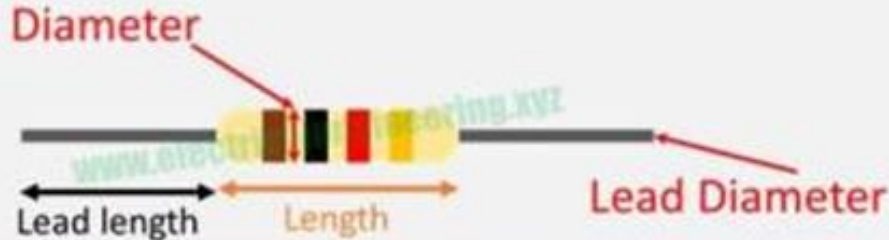
- Là công suất cực đại điện trở có thể tiêu thụ mà không bị phá hủy bởi nhiệt độ.



❖ Công suất danh định (Resistor Power rating):



❖ Công suất danh định (Resistor Power rating):



Power rating (watt)	Appearance	Diameter (mm)	Length (mm)	Lead length (mm)	Lead diameter (mm)
1/8 (0.125)		1.8	3	28	0.45
1/4 (0.25)		2.5	6.5	28	0.6
1/2 (0.5)		3.2	8.5	28	0.6
1		5	11	28	0.8
2		5.5	15	35	1
3	-	6	17	35	1.1
5	-	7.5	24	38	1.2

Resistor Sizing Chart

❖ Công suất danh định (Resistor Power rating):

- Phụ thuộc hình dạng, kích thước, kết cấu vật lý, diện tích bề mặt của điện trở.
- Điện trở được sử dụng trong mạch cần có công suất danh định lớn hơn công suất mà nó phải chịu đựng trong mạch điện.

$$P_{tt \max} = RI_{\max}^2 = \frac{U_{\max}^2}{R} \quad (W)$$

❖ Hệ số nhiệt của điện trở - TCR (Temperature coefficient of resistance)

- Biểu thị sự thay đổi của giá trị điện trở theo nhiệt độ:

$$R = R_{ref} [1 + \alpha(T - T_{ref})]$$

- R : Giá trị điện trở tại nhiệt độ T .
- R_{ref} : Giá trị điện trở tại nhiệt độ tham chiếu (thường là 20°C hoặc 0°C).
- α : Hệ số nhiệt điện trở của vật liệu.
- T_{ref} : Nhiệt độ tham chiếu mà tại nhiệt độ đó α được xác định.

❖ Hệ số nhiệt của điện trở - TCR (Temperature coefficient of resistance)

- Hệ số nhiệt điện trở α :

$$R = R_{ref} [1 + \alpha(T - T_{ref})]$$
$$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{R_{ref}} \cdot \frac{R - R_{ref}}{T - T_{ref}} = \frac{1}{R_{ref}} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T}$$

Đơn vị: K^{-1} hoặc $^{\circ}C^{-1}$

TABLE 21.1**Resistivities and Temperature Coefficients of Resistivity for Various Materials**

Material	Resistivity ^a ($\Omega \cdot \text{m}$)	Temperature Coefficient α [$(^\circ\text{C})^{-1}$]
Silver	1.59×10^{-8}	3.8×10^{-3}
Copper	1.7×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Gold	2.44×10^{-8}	3.4×10^{-3}
Aluminum	2.82×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Tungsten	5.6×10^{-8}	4.5×10^{-3}
Iron	10×10^{-8}	5.0×10^{-3}
Platinum	11×10^{-8}	3.92×10^{-3}
Lead	22×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Nichrome ^b	1.50×10^{-6}	0.4×10^{-3}
Carbon	3.5×10^{-5}	-0.5×10^{-3}
Germanium	0.46	-48×10^{-3}
Silicon	640	-75×10^{-3}
Glass	10^{10} to 10^{14}	
Hard rubber	$\sim 10^{13}$	
Sulfur	10^{15}	
Quartz (fused)	75×10^{16}	

^aAll values are at 20°C.

^bNichrome is a nickel–chromium alloy commonly used in heating elements.

- Ví dụ:

Temperature, $T_1 = 27.5^\circ\text{C}$

Resistance of the silver wire at T_1 , $R_1 = 2.1\Omega$

Temperature, $T_2 = 100^\circ\text{C}$

Resistance of the silver wire at T_2 , $R_2 = 2.7\Omega$

Temperature coefficient of silver $= \alpha$

It is related with temperature and resistance as

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{R_2 - R_1}{R_1 (T_2 - T_1)} \\ &= \frac{2.7 - 2.1}{2.1(100 - 27.5)} = 0.0039^\circ\text{C}^{-1}\end{aligned}$$

Therefore, the temperature coefficient of silver is $0.0039^\circ\text{C}^{-1}$

❖ Hệ số nhiệt của điện trở - TCR (Temperature coefficient of resistance)

- **PPM /⁰C:**

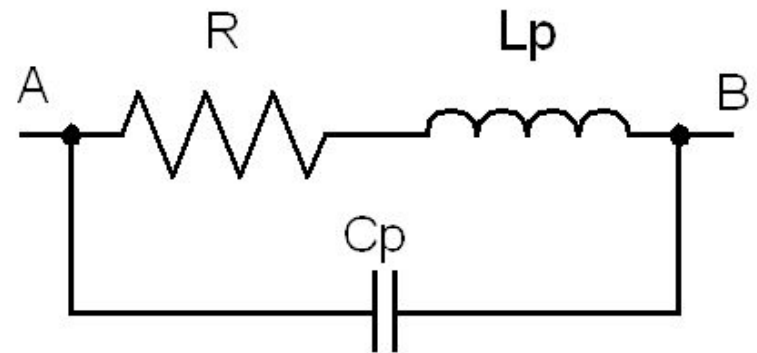
- Part per million per degree Celsius.
- 1000 PPM/⁰C nghĩa là khi nhiệt độ thay đổi 1⁰C thì giá trị điện trở thay đổi 1 lượng bằng $1000/1000.000 = 1/1000$ giá trị ban đầu của nó.

$$\Delta R = R_{ref} \cdot \frac{PPM/^{\circ}C}{10^6} \cdot \Delta T$$

❖ Các thông số ký sinh (parasitic parameters)

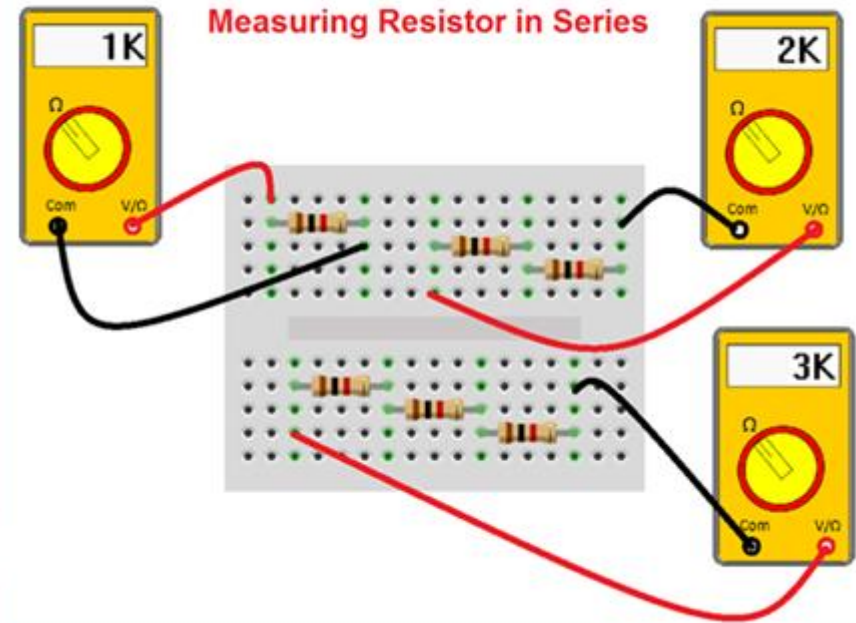
- Điện dung ký sinh C_p
- Điện cảm ký sinh L_p
- Các thông số ký sinh cần phải được tính đến khi sử dụng điện trở ở tần số cao.

$$Z_R = \frac{R + j\omega L_p}{1 - \omega^2 L_p C_p + j\omega R C_p}$$

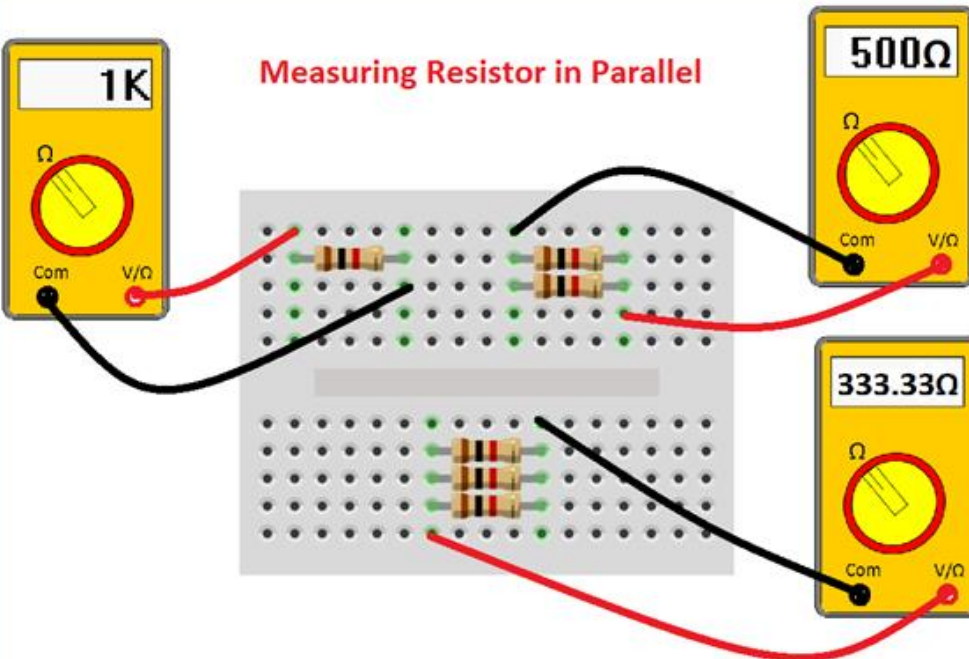


3. Ghép điện trở

$$R_{\text{equivalent}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



Measuring Resistor in Parallel

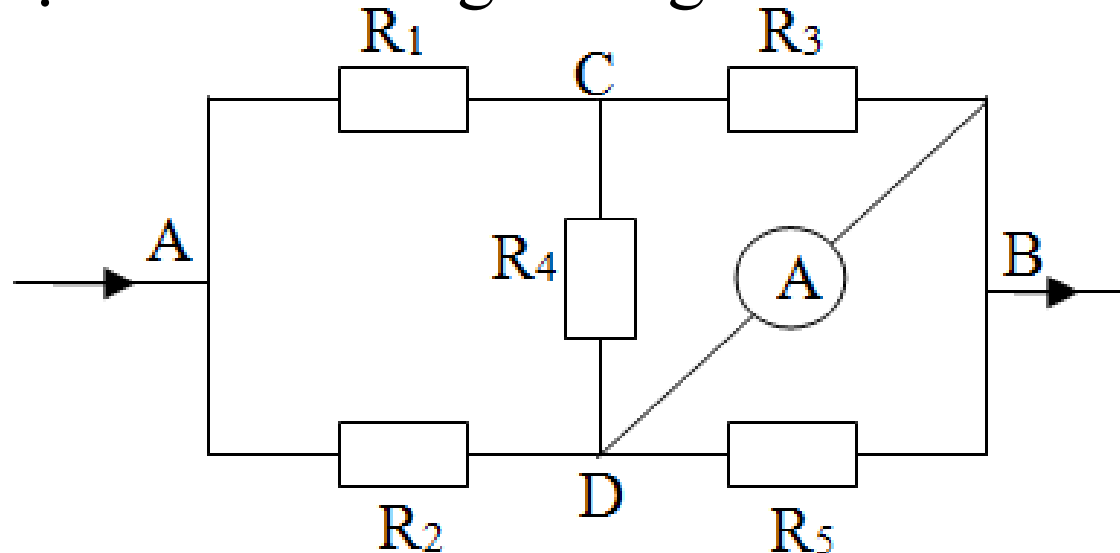


$$\frac{1}{R_{\text{equivalent}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Ví dụ:

Tính R_{AB} với giả thiết là các điện trở có giá trị bằng nhau và điện trở của ampe kế không đáng kể?

Note: Những điểm trong mạch nối với nhau bởi dây dẫn thì có cùng điện thế \rightarrow tương đương với 1 điểm.



4. Biểu thị giá trị điện trở

❖ Phương pháp:

- Bảng ký tự số và chữ/Bảng ký tự số.
- Bảng vạch màu.
- Bảng mã code.

❖ Các tham số được biểu thị trên thân điện trở:

- Giá trị điện trở.
- Sai số.
- Có thể có thêm hệ số nhiệt điện trở (PPM/ $^{\circ}\text{C}$)

4a. Biểu thị giá trị điện trở bằng chữ và số (Alphanumerically Codes Resistors)

TH1: 2/3 ký tự số và 2 ký tự chữ

- ❖ Số biểu thị giá trị điện trở.
- ❖ 2 chữ để biểu thị:
 - Vị trí dấu phẩy và đơn vị đo giá trị điện trở.
 - Sai số.

2K7 J



Value 2700Ω , tolerance 5%

330K
M



Value $330K\Omega$, tolerance 20%

R33
K



Value $0,33\Omega$, tolerance 10%

TH1: 2 ký tự số và 2 ký tự chữ

❖ Đơn vị đo:

- R \rightarrow đơn vị Ω
- K \rightarrow đơn vị $K\Omega$
- M \rightarrow đơn vị $M\Omega$
- G \rightarrow đơn vị $G\Omega$

❖ Sai số:

Tolerance Codes for Resistors (\pm)
B = 0.1%
C = 0.25%
D = 0.5%
F = 1%
G = 2%
J = 5%
K = 10%
M = 20%

TH2: dùng 3 (4) ký tự số và 1 ký tự chữ



TH2: dùng 3 (4) ký tự số và 1 ký tự chữ

- ❖ Số biểu thị giá trị điện trở (Ω) và hệ số nhân (lũy thừa của 10).
- ❖ Chữ (đứng cuối cùng) để biểu thị sai số của giá trị điện trở (%).

TH3: dùng 2 ký tự số và 1 ký tự chữ

- ❖ Số biểu thị giá trị điện trở.
- ❖ Chữ (đứng giữa các ký tự số) để biểu thị dấu thập phân và đơn vị đo.

TH3: dùng ký tự số

- ❖ Hai số đầu biểu thị giá trị điện trở.
- ❖ Số cuối cùng biểu thị hệ số nhân (lũy thừa của 10).
- ❖ Đơn vị đo là Ω .

Đọc trị số của điện trở dán



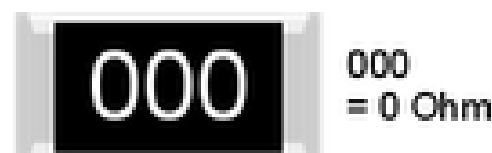
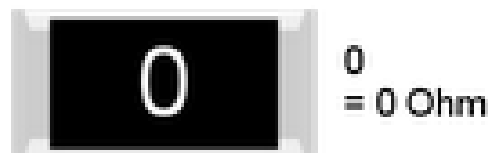
3 chữ số



4 chữ số



Những chữ số phía sau chữ
"R" là phần giá trị thập phân



Điện trở 0 Ohm
(đóng vai trò như dây dẫn hoặc cầu chì)

4b. Biểu thị giá trị điện trở bằng vòng màu (Color Coded Resistors)

Color	Significant figures	Multiplier	Tolerance		Temp. Coefficient (ppm/K)	
Black	0	$\times 10^0$	—		250	U
Brown	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$	F	100	S
Red	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$	G	50	R
Orange	3	$\times 10^3$	—		15	P
Yellow	4	$\times 10^4$	($\pm 5\%$)	—	25	Q
Green	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$	D	20	Z
Blue	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$	C	10	Z
Violet	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$	B	5	M
Gray	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ ($\pm 10\%$)	A	1	K
White	9	$\times 10^9$	—		—	
Gold	—	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$	J	—	
Silver	—	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$	K	—	
None	—	—	$\pm 20\%$	M	—	

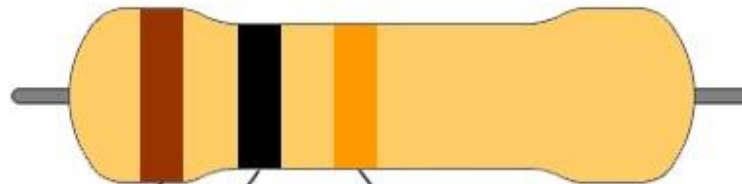
❖ Một số dấu hiệu để xác định thứ tự vòng màu:

- Các vòng màu được đánh lệch về 1 đầu điện trở, vòng màu số 1 thường gần với 1 trong 2 cực của điện trở.
- Khoảng cách (gap) giữa vòng màu biểu thị hệ số nhân và vòng màu biểu thị sai số thường rộng nhất.
- Vòng màu biểu thị sai số có màu nhũ vàng hoặc nhũ bạc (với điện trở có 4, 5, 6 vòng màu).

❖ **Đọc giá trị điện trở theo vòng màu:**

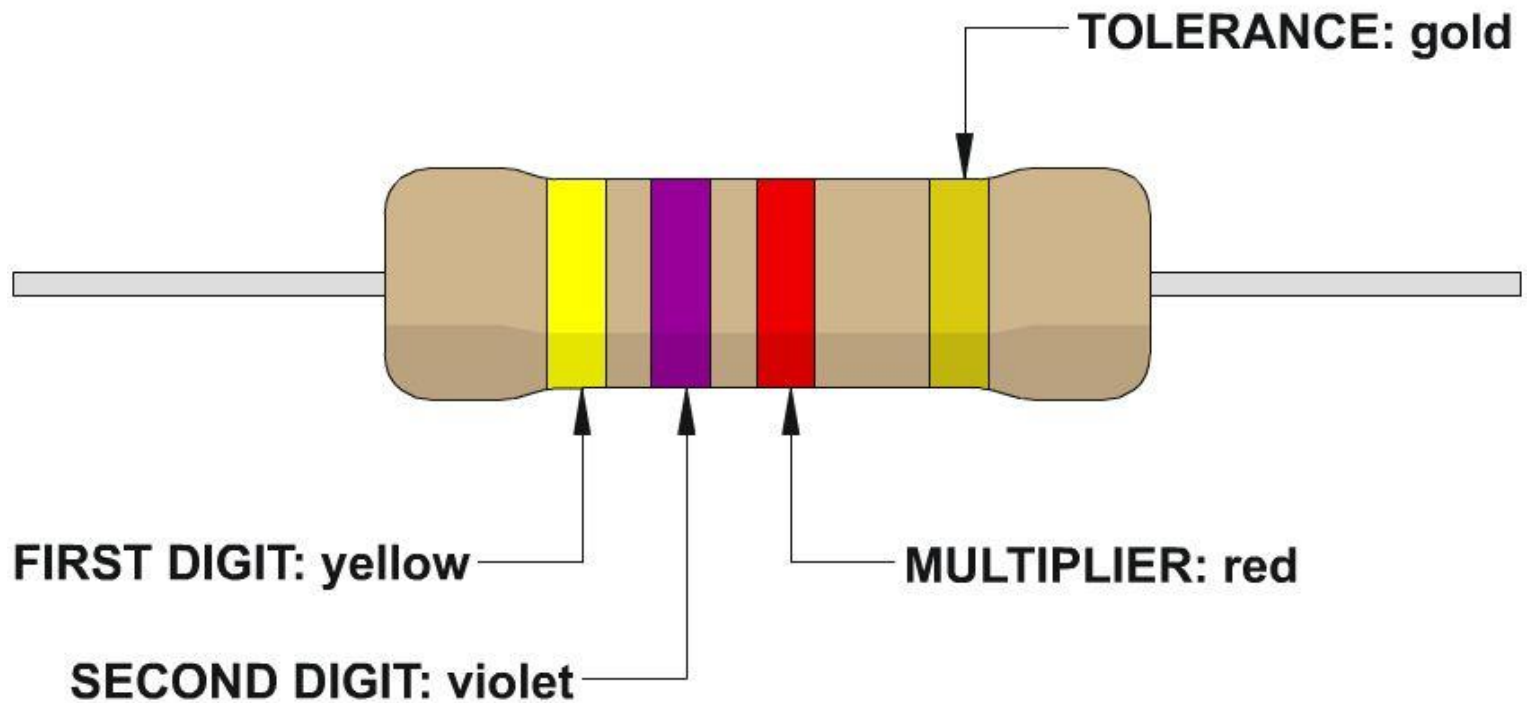
- Xác định thứ tự vòng màu.
- Đọc giá trị điện trở theo quy tắc:
 - ✓ Điện trở 3 vòng màu
 - ✓ Điện trở 4 vòng màu
 - ✓ Điện trở 5 vòng màu
 - ✓ Điện trở 6 vòng màu

❖ Điện trở có 3 vòng màu:

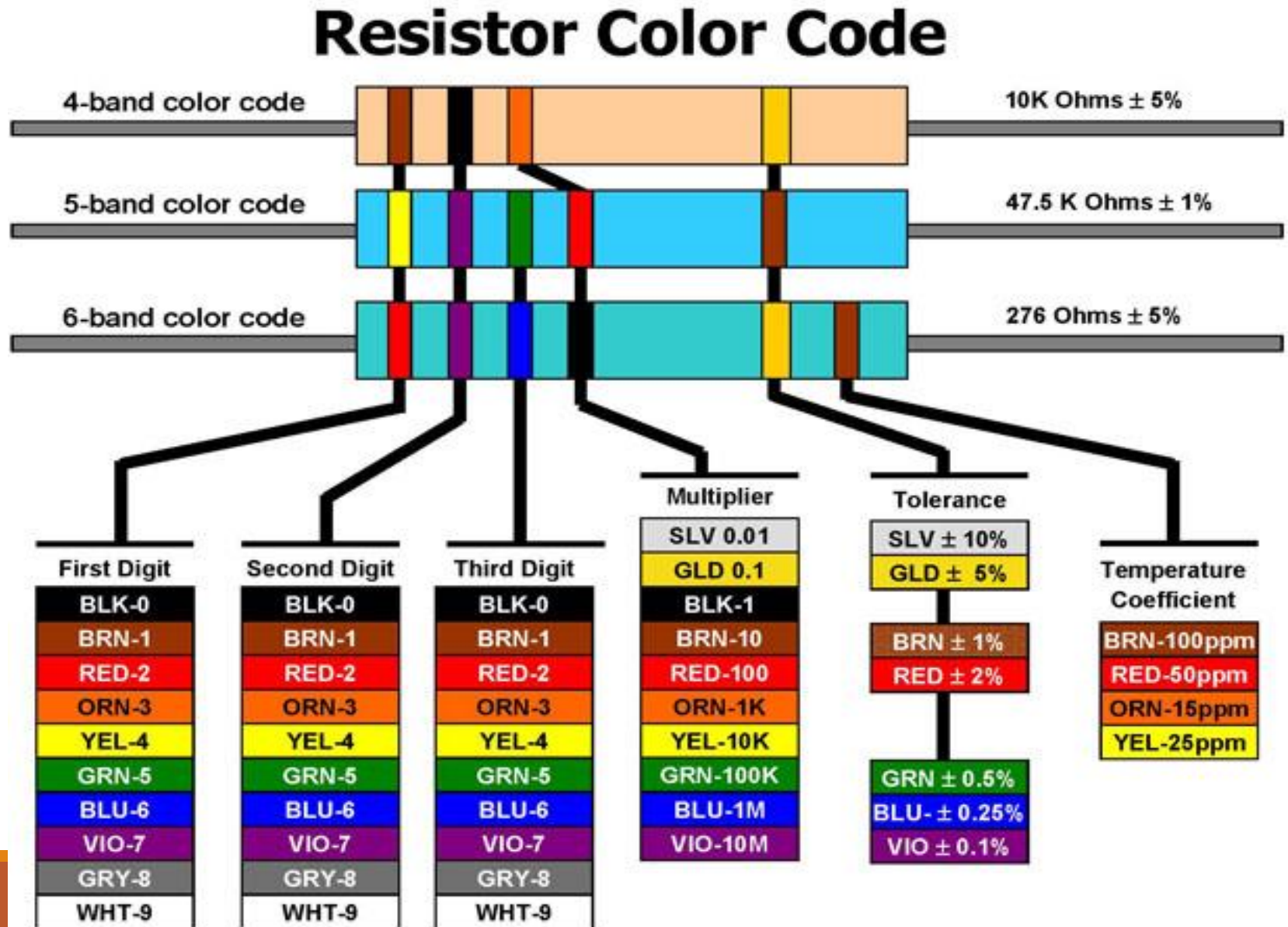


	1 st digit	2 nd digit	3 rd digit	multiply	tolerance	TCR (ppm/K)
Black	0	0	0	1	1% (F)	100
Brown	1	1	1	10	2% (G)	50
Red	2	2	2	100		15
Orange	3	3	3	1K		25
Yellow	4	4	4	10K		
Green	5	5	5	100K	0.5% (D)	
Blue	6	6	6	1M	0.25% (C)	10
Violet	7	7	7	10M	0.1% (B)	5
Gray	8	8	8	100M	0.05% (A)	
White	9	9	9	1G		
Gold				0.1	5% (J)	
Silver				0.01	10% (K)	
None					20% (M)	

❖ Điện trở có 4 vòng màu:



❖ Điện trở có 4, 5, 6 vòng màu:



Ví dụ:

Using the five-band code, indicate the colors of the bands for each of the following resistors:

- a) $110\ \Omega \pm 1\%$
- b) $34\ \text{k}\Omega \pm 0.5\%$
- c) $82.5\ \text{k}\Omega \pm 2\%$

Tolerance

Brown = 1%

Red = 2%

Green = 0.5%

Blue = 0.25%

Violet = 0.1%.

Color Code

	0 Black
	1 Brown
	2 Red
	3 Orange
	4 Yellow
	5 Green
	6 Blue
	7 Violet
	8 Gray
	9 White

TỤ ĐIỆN (CAPACITORS)



1. Định nghĩa

- ❖ Linh kiện thụ động 2 cực có khả năng tích lũy năng lượng điện trường.
- ❖ Giá trị điện dung C: biểu thị khả năng tích lũy năng lượng điện trường, khả năng phóng nạp của tụ điện.

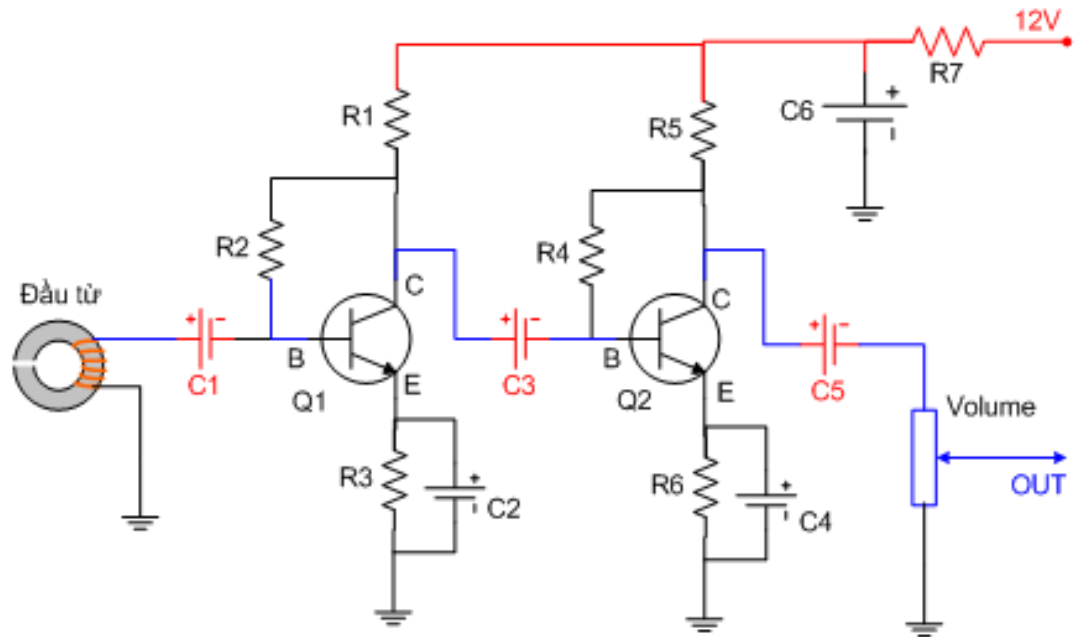
$$C = Q / U$$

- ❖ Đơn vị đo của C: Farads



1. Định nghĩa

- ❖ Ứng dụng: lọc tần số, tạo dao động, tụ thoát, tụ nối tầng trong mạch khuếch đại, trong thiết bị điện tử...



Mạch khuếch đại đầu từ - có hai tầng khuếch đại được ghép với nhau qua tụ điện.

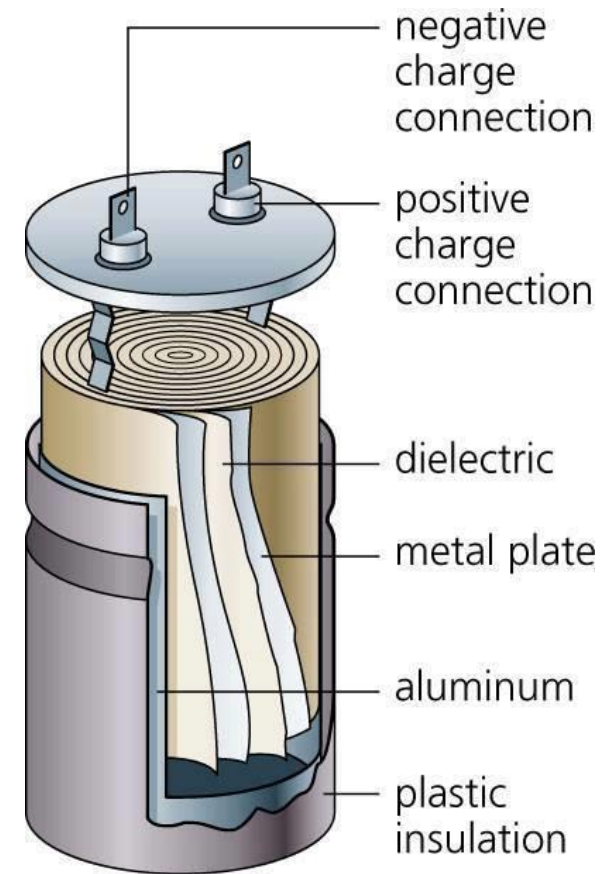
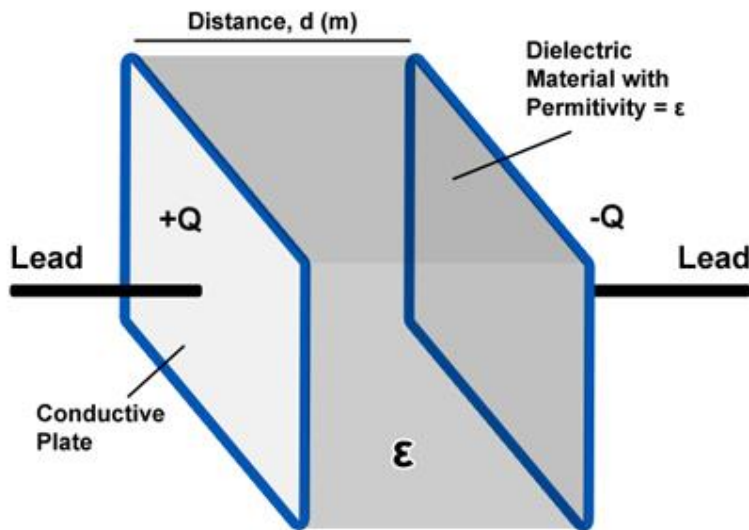
TỤ ĐIỆN TRONG BẾP TỪ

KÖCHER
Not just kitchens...

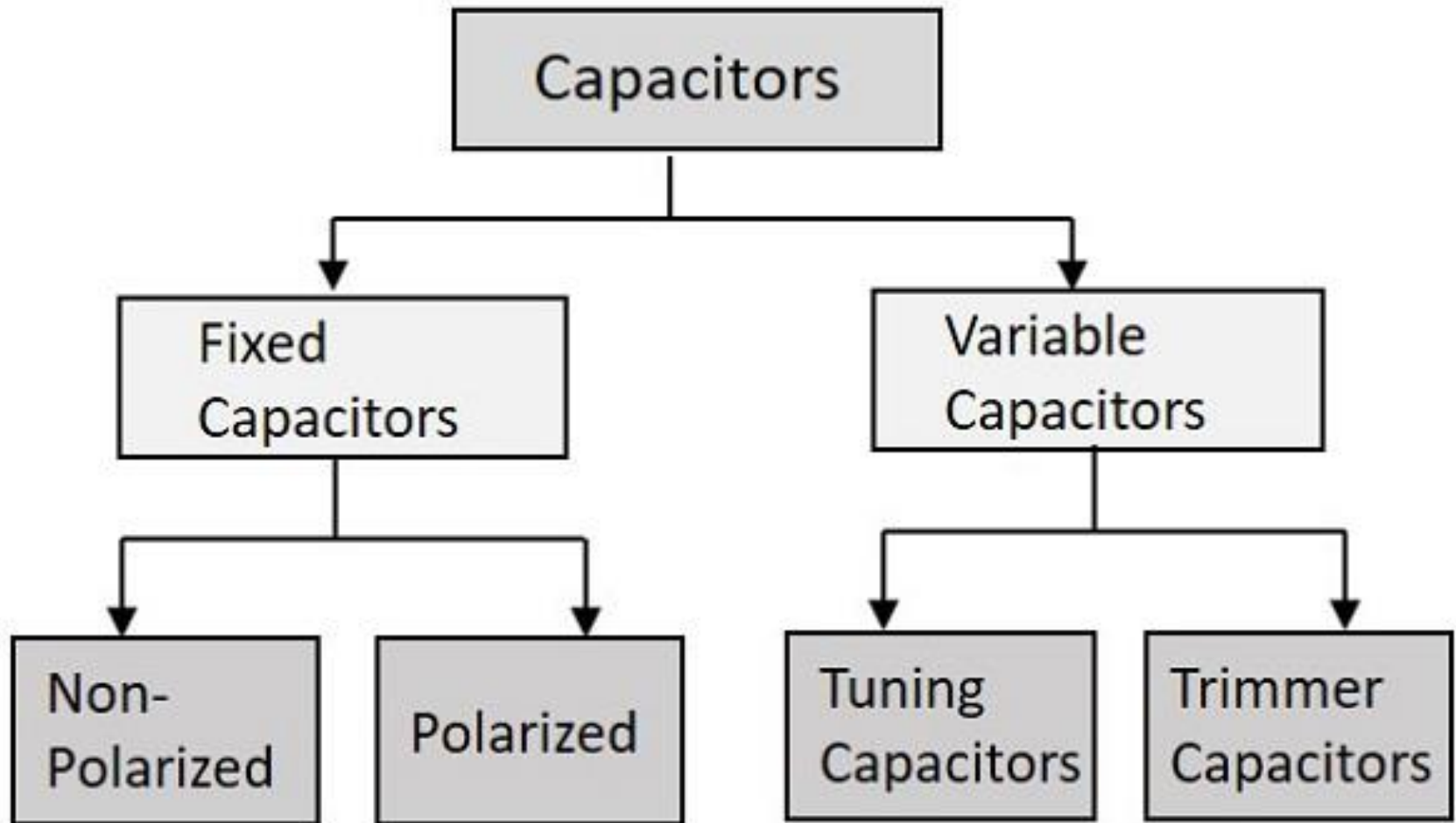


1. Định nghĩa

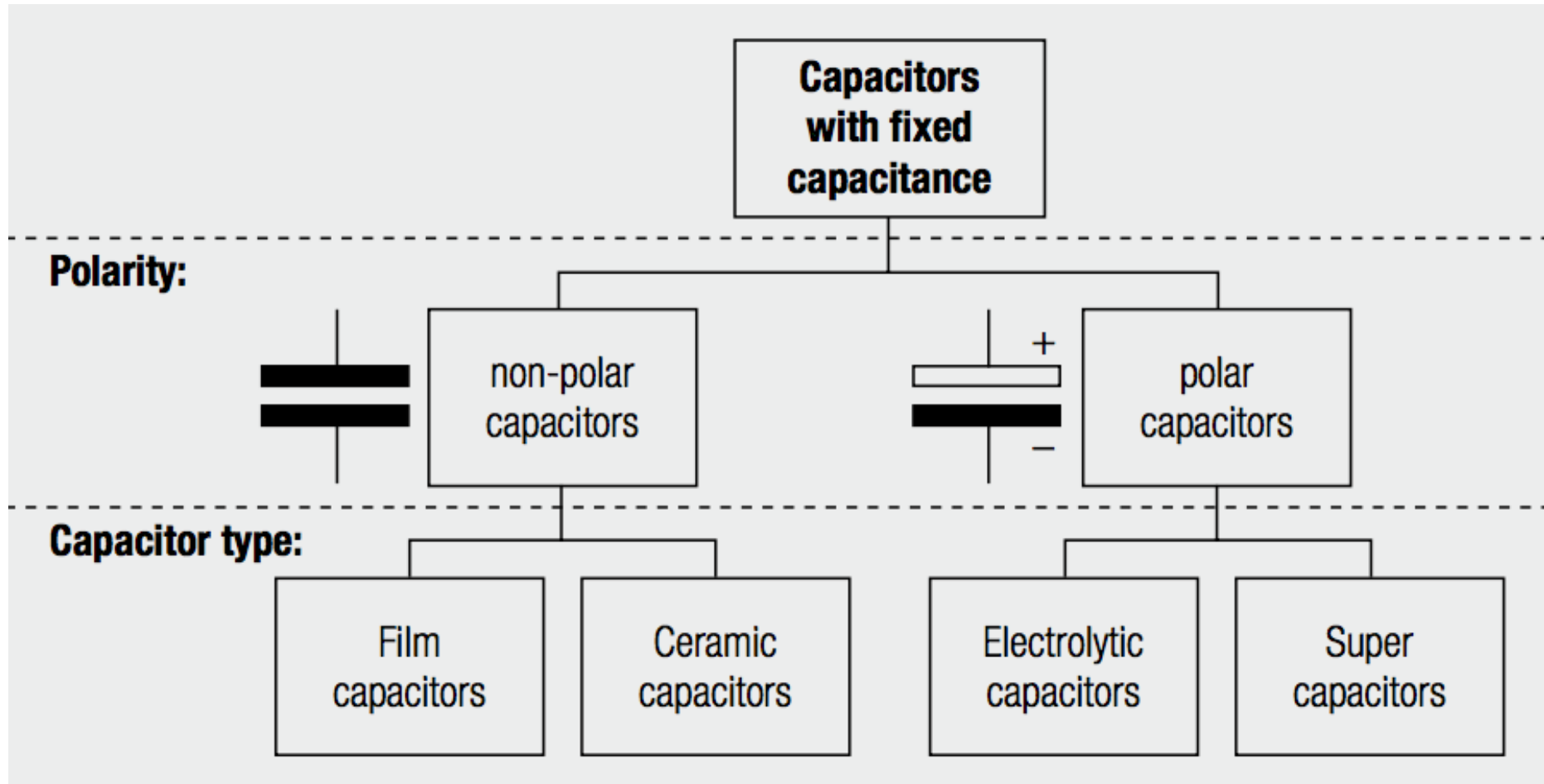
❖ Cấu tạo cơ bản:



2. Phân loại và ký hiệu



2. Phân loại và ký hiệu



Ký hiệu và hình dạng thực tế



Disc Capacitor



Electrolytic Capacitor



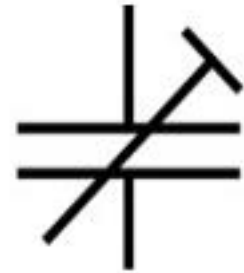
Non Polarized



Polarized



Variable Capacitor



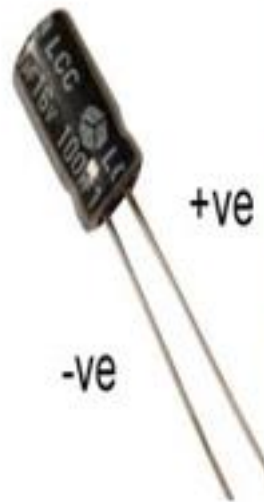
Trimmer Capacitor



Practical Capacitor



Practical Non Polarized Capacitor



Practical Polarized Capacitor



Practical Variable Capacitor



Practical Trimmer Capacitor

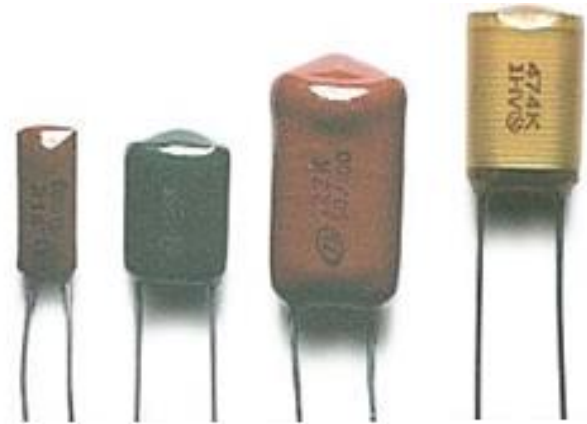
Ký hiệu và hình dạng thực tế



Tụ gồm



Tụ mica



Tụ polieste



Tụ xoay

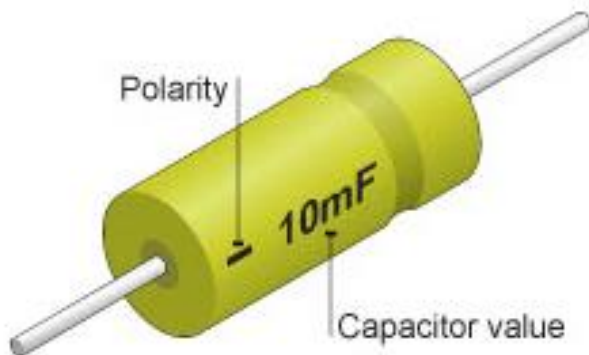


Tụ hoá



Tụ điện phân cực tan tan

Ký hiệu và hình dạng thực tế



Tụ xoay:
có điện dung thay đổi



Ký hiệu



Hình dạng

Tụ tinh chỉnh:
có điện dung chỉnh được



Ký hiệu



Hình dạng

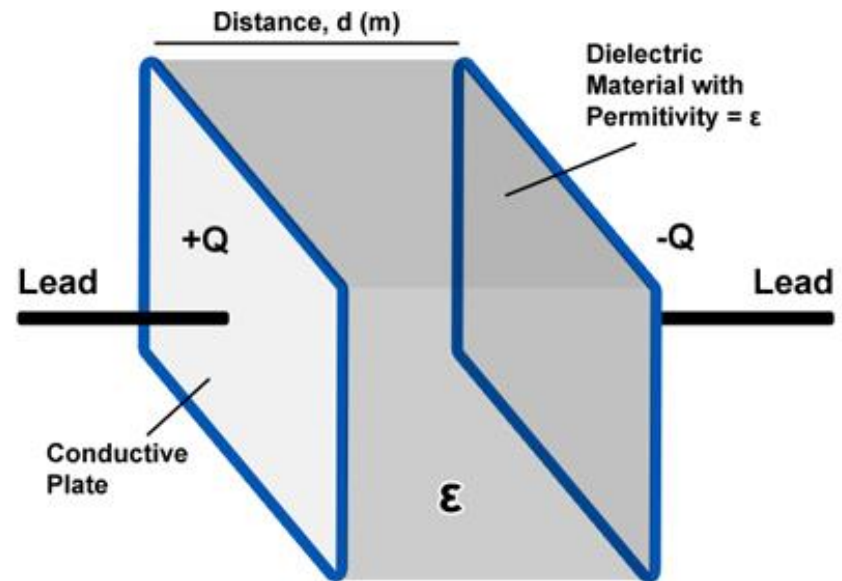
3. Tham số cơ bản

❖ Điện dung (Capacitance)

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \quad (\text{F})$$

❖ Dung sai (Tolerance):

$$\delta = \frac{|C_{tt} - C_{d\vec{d}}|}{C_{d\vec{d}}} \cdot 100\% \quad (\%)$$



❖ Điện áp làm việc:



- Là giá trị điện áp cao nhất rơi trên tụ điện mà nó chịu đựng được.
- Nếu tụ điện có kích thước đủ lớn thì thông số này được ghi trực tiếp trên thân của tụ.
- Khi thiết kế hoặc sửa chữa mạch, phải chọn tụ có điện áp làm việc cao hơn điện áp mạch cỡ 30% trở lên.

❖ Nhiệt độ làm việc của tụ điện:

- Thường được hiểu là nhiệt độ ở vùng đặt tụ điện khi mạch điện hoạt động.
- Tụ điện phải được chọn với *nhiệt độ làm việc cao nhất* cao hơn nhiệt độ này.
- Thông thường nhiệt độ được thiết lập do tiêu tán điện năng biến thành nhiệt của mạch, cộng với nhiệt do môi trường ngoài truyền vào nếu nhiệt độ môi trường cao hơn.

❖ Nhiệt độ làm việc của tụ điện:

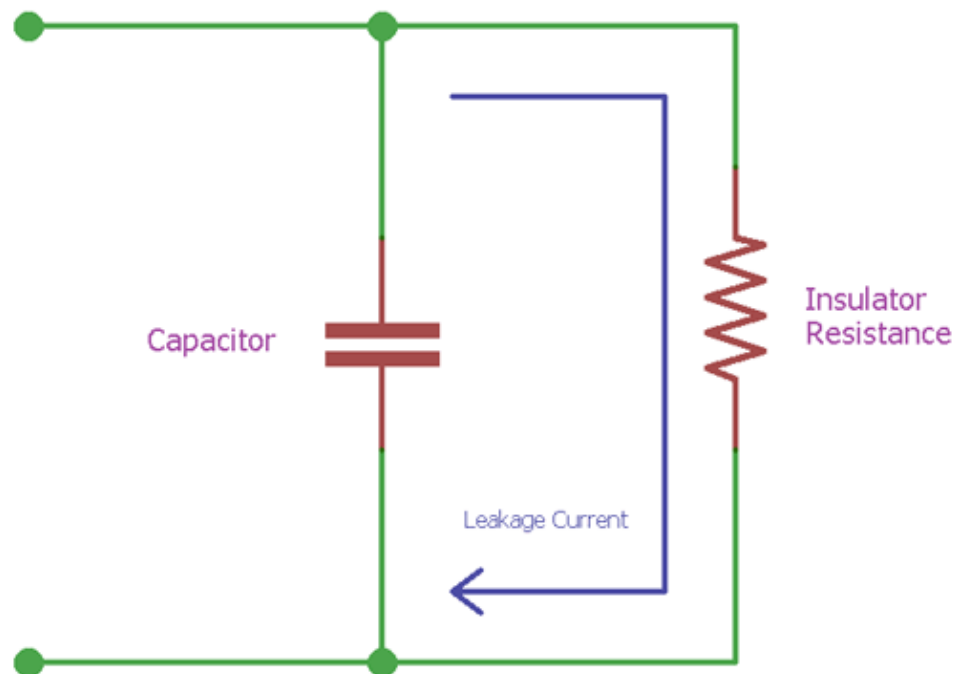
- Với các tụ có mức rò điện cao thì xảy ra sự tiêu tán điện năng biến thành nhiệt trong tụ điện, làm cho nhiệt độ trong tụ điện cao hơn xung quanh. Các hư hỏng nổ tụ thường liên quan đến hiện tượng này. Các tụ hóa thường có rò điện ohmic, còn các tụ tần cao thì có dòng điện xoáy.

❖ Dòng điện rò:

- Do chất cách điện không lý tưởng nên có một lượng dòng điện rất thấp sẽ chạy qua chất cách điện. Dòng điện này được gọi là *dòng điện rò*.
- Đặc trưng cho dòng điện rò là tham số *điện trở cách điện* của tụ điện.

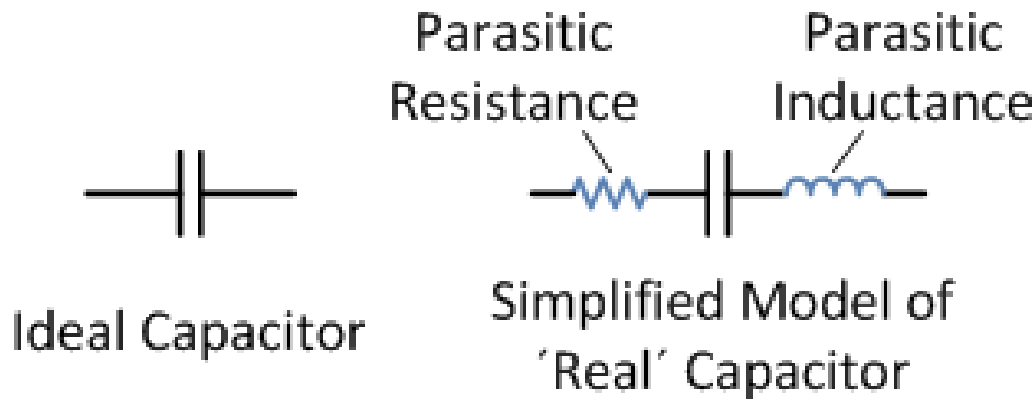
❖ Dòng điện rò:

- Dòng điện rò trong tụ điện thường phụ thuộc vào lớp điện môi, nhiệt độ môi trường lưu trữ, điện áp đặt vào tụ điện.

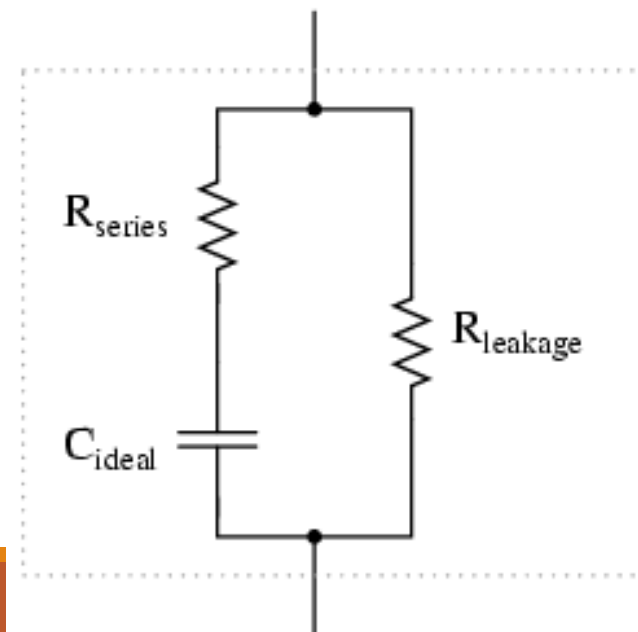


❖ Các thông số ký sinh (parasitic parameters)

- Điện trở ký sinh của lớp điện môi và bản tụ.
- Điện cảm ký sinh L_p của dây làm điện cực

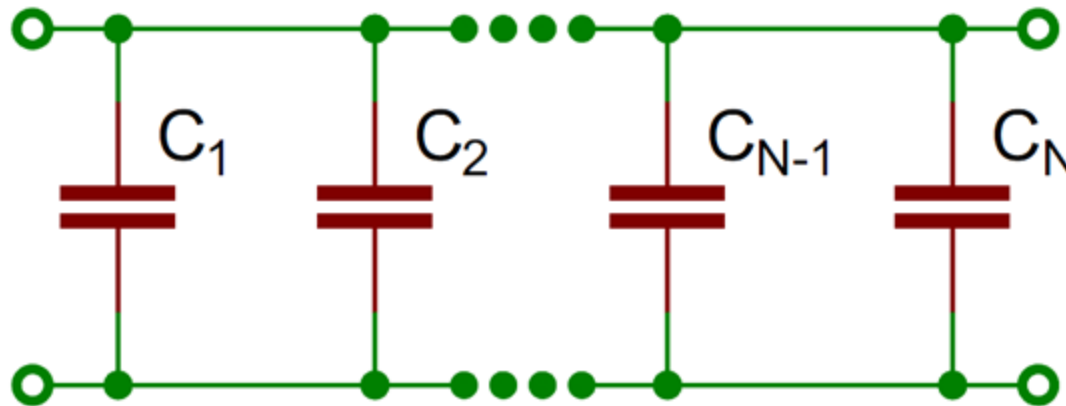


Capacitor equivalent circuit



4. Ghép tụ điện

❖ Ghép song song (Capacitors in parallel):

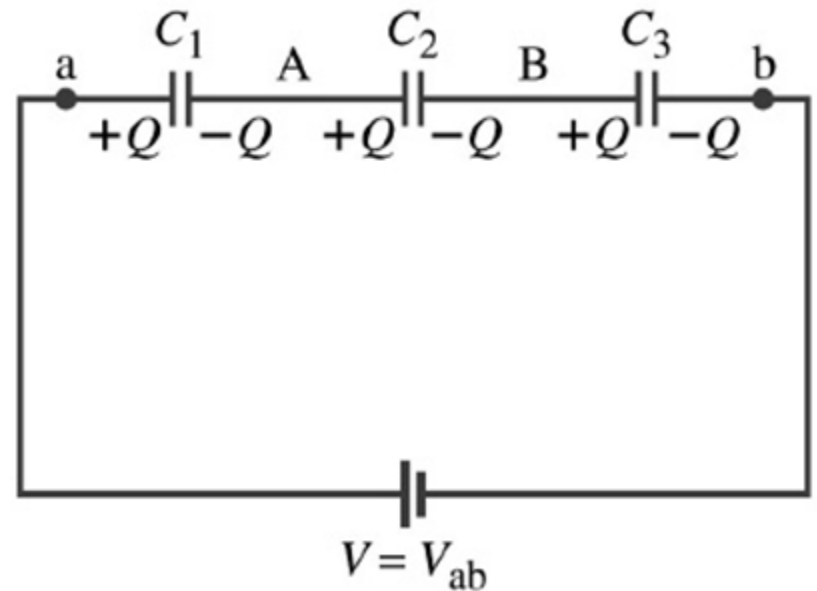


$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_N$$

4. Ghép tụ điện

❖ Ghép nối tiếp (Capacitors in series)

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$



5. Biểu thị các thông số của tụ điện

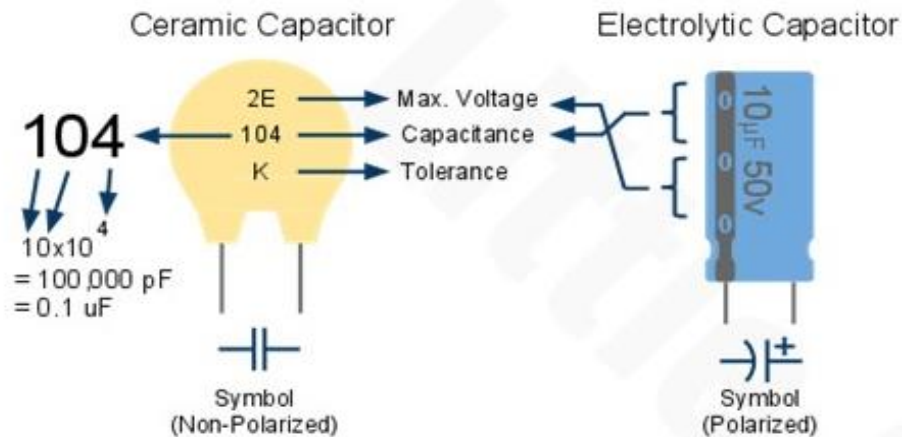
- ❖ Các thông số được biểu thị gồm: điện dung (pF), điện áp làm việc (V), dung sai (%).
- ❖ Phương pháp biểu thị thay đổi theo chủng loại tụ điện → tham khảo datasheet.

5. Biểu thị các thông số của tụ điện

❖ Một số phương pháp:

- Ghi trực tiếp các thông số cơ bản
- Biểu thị bằng số, đơn vị đo C là pF
- Biểu thị bằng chữ và số, đơn vị đo C là pF
- Biểu thị bằng mã màu (phương pháp cũ)

❖ Bảng mã và cách đọc:



Max. Operating Voltage

Code	Max. Voltage
1H	50V
2A	100V
2T	150V
2D	200V
2E	250V
2G	400V
2J	630V

Capacitance Conversion Values

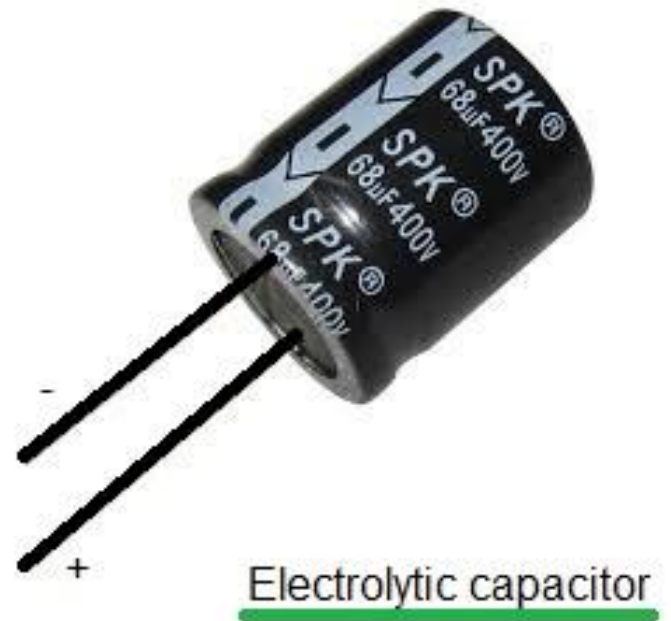
Microfarads (µF)	Nanofarads (nF)	Picofarads (pF)
0.000001 µF	0.001 nF	1 pF
0.00001 µF	0.01 nF	10 pF
0.0001 µF	0.1 nF	100 pF
0.001 µF	1 nF	1,000 pF
0.01 µF	10 nF	10,000 pF
0.1 µF	100 nF	100,000 pF
1 µF	1,000 nF	1,000,000 pF
10 µF	10,000 nF	10,000,000 pF
100 µF	100,000 nF	100,000,000 pF

Tolerance

Code	Percentage
B	± 0.1 pF
C	±0.25 pF
D	±0.5 pF
F	±1%
G	±2%
H	±3%
J	±5%
K	±10%
M	±20%
Z	+80%, -20%

❖ Tụ hóa/Tụ điện phân (Electrolytic capacitors):

- Giá trị C và điện áp làm việc được ghi trên thân tụ điện.
- Phân biệt cực âm và cực dương.



❖ Polyester capacitors:

$C = 100000 \text{ pF} \rightarrow 100\text{nF} \pm 5\%$,

Điện áp làm việc: 100V



❖ Tụ Polyester :



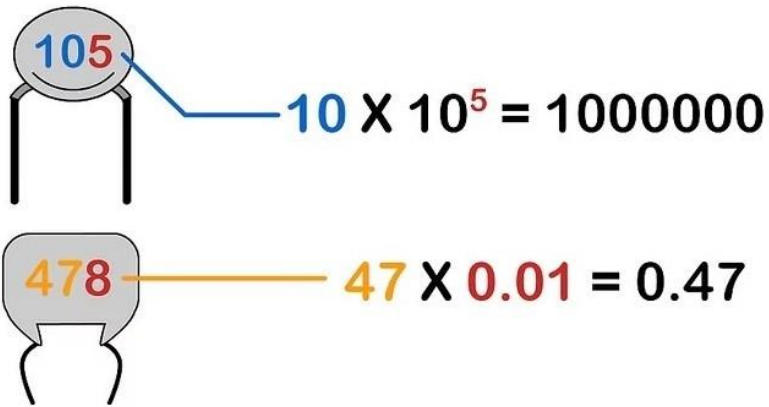
Điện áp

1H = 50V
2A = 100V
2D = 200V
2E = 250V
2G = 400V
2J = 630V

Dung sai

B= $\pm 0.10\text{pF}$
C= $\pm 0.25\text{pF}$
D= $\pm 0.5\text{pF}$
E= $\pm 0.5\%$
F= $\pm 1\%$
G= $\pm 2\%$
H= $\pm 3\%$
J= $\pm 5\%$
K= $\pm 10\%$
M= $\pm 20\%$
N= $\pm 30\%$
P= $+100\%$, -0%
Z= $+80\%$, -20%

❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng ký tự số và chữ



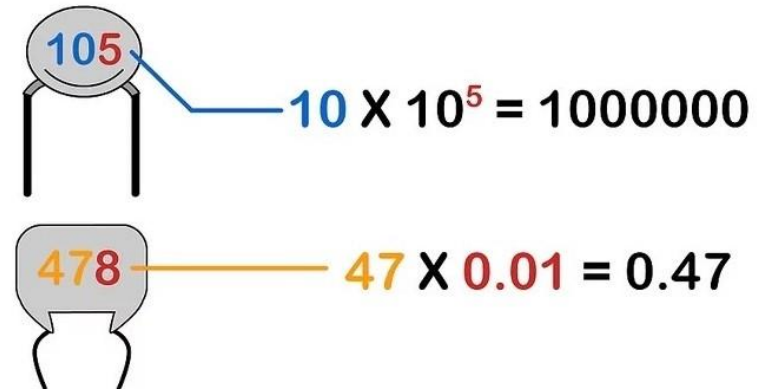
$$153J \rightarrow 15.000 \text{ pF} \pm 5\%$$

$$222 \rightarrow 22.000 \text{ pF} \pm 10\%$$

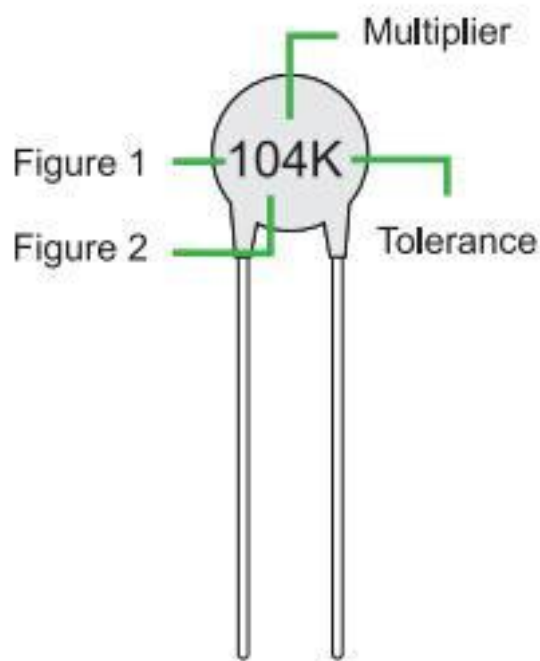
$$473M \rightarrow 47.000 \text{ PF} \pm 20\%$$

❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng ký tự số và chữ

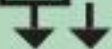
3rd Digit	Multiplier	Letter	Tolerance
0	1	D	0.5 pF
1	10	F	1 %
2	100	G	2 %
3	1,000	H	3 %
4	10,000	J	5 %
5	100,000	K	10 %
6,7	Not Used	M	20 %
8	.01	P	+100, -0 %
9	.1	Z	+80, -20 %



❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng ký tự số và chữ



1 0 4 "K" = $\pm 10\%$



10 0000pF = 100000pF = 100nF

Ceramic Capacitor

VALUE (F1 & 2)	MULTIPLIER	LETTER	TOLERANCE
0	1	B	$\pm 0.1\text{pF}$
1	10	C	$\pm 0.25\text{pF}$
2	10^2	D	$\pm 0.5\text{pF}$
3	10^3	F	$\pm 1\%$
4	10^4	G	$\pm 2\%$
5	10^5	H	$\pm 3\%$
6	N/A	J	$\pm 5\%$
7	N/A	K	$\pm 10\%$
8	0.01	M	$\pm 20\%$
9	0.1	Z	$\pm 80\%/-20\%$

❖ Cách ghi đọc theo đơn vị là μF :

- ❖ Các tụ dạng này đều có trị số điện dung nhỏ hơn $1\mu\text{F}$. Giá trị điện dung của tụ được ghi dưới dạng thập phân, với số 0 ở trước phía dấu phẩy, và dấu phẩy được thay thế bằng dấu chấm.
- ❖ Phía sau các chữ số là các chữ cái dùng để chỉ sai số tương tự như trên.
- ❖ Chú ý : Các tụ điện trên nếu không có ghi điện thế làm việc thì có điện thế lớn nhất là 50V. Nếu các tụ nào có điện thế sử dụng lớn hơn 50V thì sẽ được ghi rõ trên thân của tụ.

❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng mã màu (phương pháp cũ)

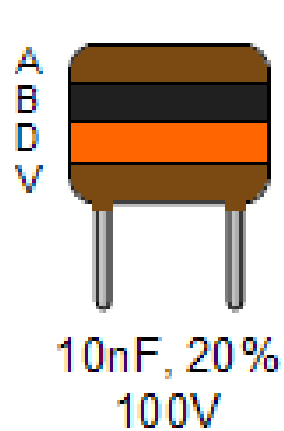
Colour	Digit A	Digit B	Multiplier D	Tolerance (T) > 10pf	Tolerance (T) < 10pf	Temperature Coefficient (TC)
Black	0	0	x1	± 20%	± 2.0pF	
Brown	1	1	x10	± 1%	± 0.1pF	-33x10 ⁻⁶
Red	2	2	x100	± 2%	± 0.25pF	-75x10 ⁻⁶
Orange	3	3	x1,000	± 3%		-150x10 ⁻⁶
Yellow	4	4	x10,000	± 4%		-220x10 ⁻⁶
Green	5	5	x100,000	± 5%	± 0.5pF	-330x10 ⁻⁶
Blue	6	6	x1,000,000			-470x10 ⁻⁶
Violet	7	7				-750x10 ⁻⁶
Grey	8	8	x0.01	+80%,-20%		
White	9	9	x0.1	± 10%	± 1.0pF	
Gold			x0.1	± 5%		
Silver			x0.01	± 10%		

❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng mã màu

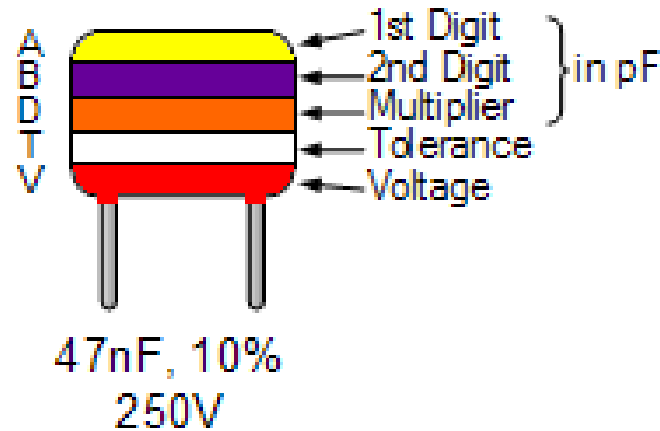
Band Colour	Voltage Rating (V)				
	Type J	Type K	Type L	Type M	Type N
Black	4	100		10	10
Brown	6	200	100	1.6	
Red	10	300	250	4	35
Orange	15	400		40	
Yellow	20	500	400	6.3	6
Green	25	600		16	15
Blue	35	700	630		20
Violet	50	800			
Grey		900		25	25
White	3	1000		2.5	3
Gold		2000			
Silver					

- Loại J - Tụ Tantalum.
- Loại K - Tụ Mica.
- Loại L - Tụ Polyester / Polystyrene
- Loại M - Tụ hóa 4 vòng màu.
- Loại N - Tụ hóa 3 vòng màu

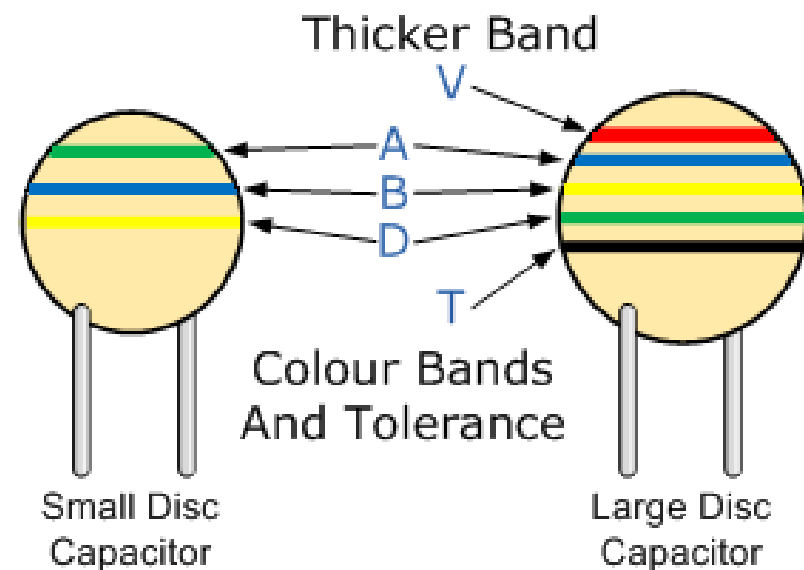
❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng mã màu



Tụ Polyester



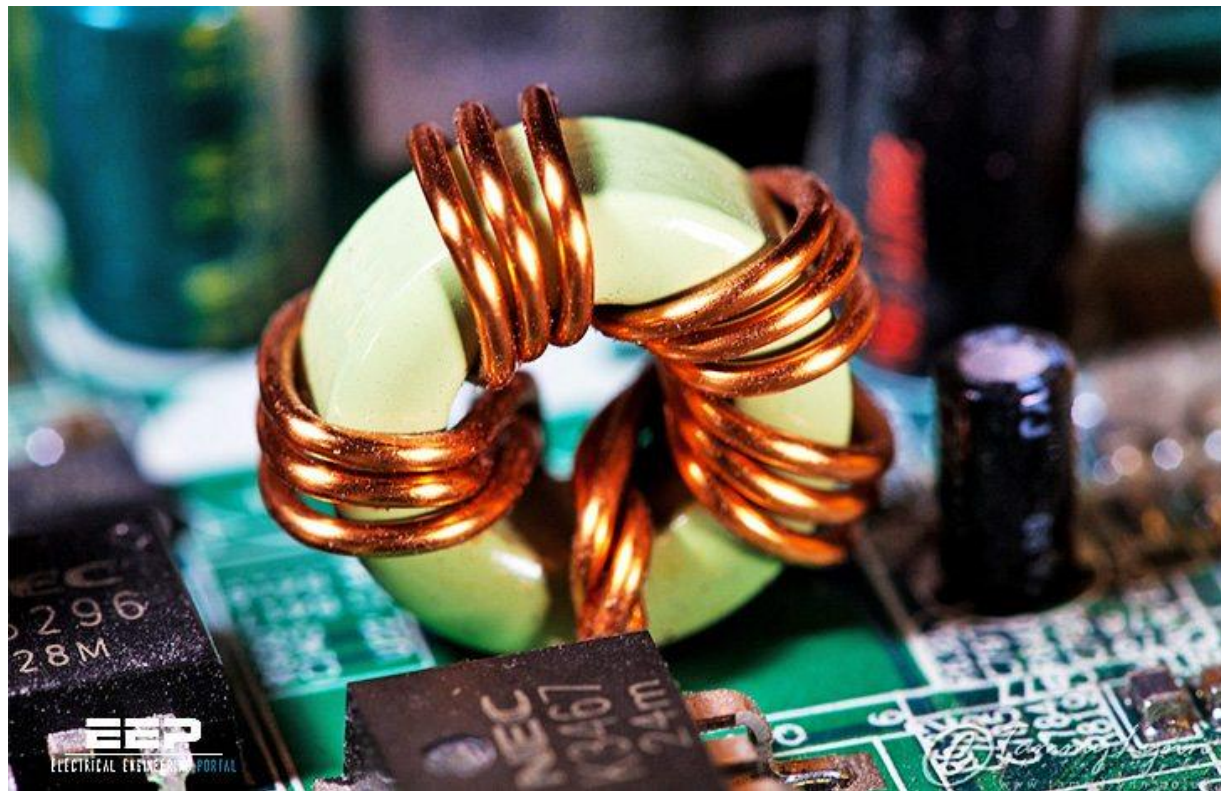
Tụ Ceramic



❖ Biểu diễn thông số của tụ điện bằng mã màu

- Hệ thống mã màu của tụ điện đã được sử dụng trong nhiều năm trên các tụ điện đúc bằng polyester và mica không phân cực. Hệ thống mã hóa màu sắc này hiện đã lỗi thời nhưng vẫn còn nhiều tụ điện "cũ" xung quanh.
- Ngày nay, cách biểu thị giá trị điện trở thông dụng là bằng hệ thống mã hóa chữ cái hoặc số.

CUỘN CẢM (INDUCTORS)



1. Định nghĩa

❖ Linh kiện thụ động có khả năng tích lũy năng lượng từ trường.

❖ Độ tự cảm L:

$$L = \Phi / I$$

❖ Đơn vị đo của L: Henry

❖ Ứng dụng của tụ điện: tạo dao động, mạch lọc tần số, máy biến áp,...

Hình dạng thực tế

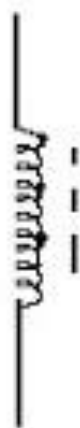


1. Định nghĩa

❖ Ký hiệu:



Lõi sắt từ



Lõi Ferit



Không có lõi



Lõi điều chỉnh được

2. Phân loại

❖ *Dựa vào phạm vi ứng dụng:*

- Cuộn cảm âm tần.
- Cuộn cảm trung tần.
- Cuộn cảm cao tần.

2. Phân loại

❖ *Dựa vào hình dáng:*

- Cuộn cảm loại cắm
- Cuộn cảm loại dán

❖ *Dựa vào cấu tạo:*

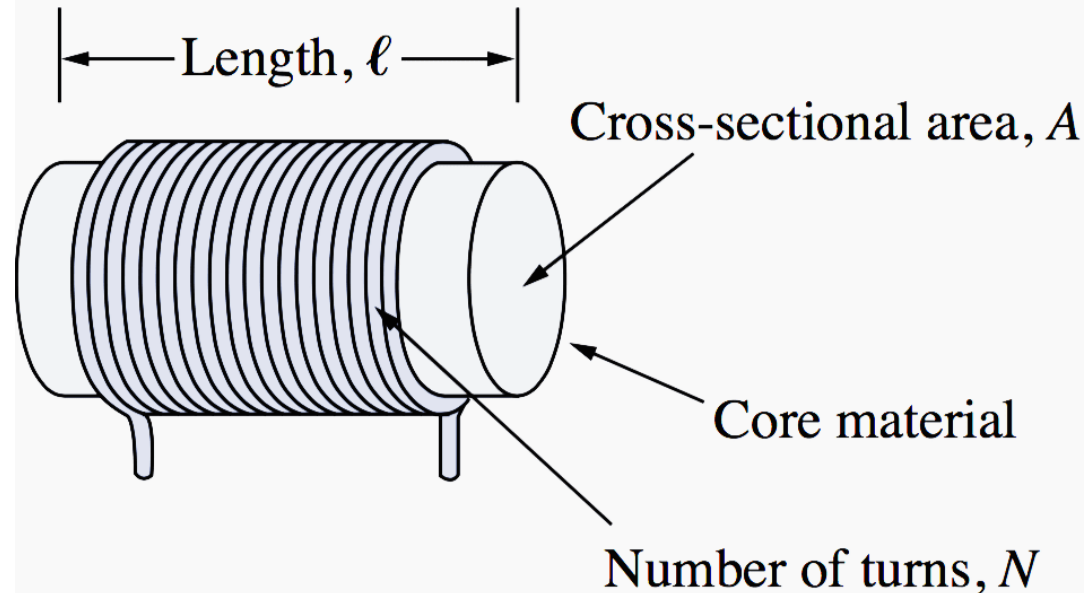
- Cuộn cảm loại có lõi
- Cuộn cảm không lõi.

3. Tham số cơ bản

❖ Độ tự cảm/Điện cảm (inductor) L

$$L = \frac{N^2 \mu A}{\ell}$$

$$\mu = \mu_r \mu_0$$



3. Tham số cơ bản

❖ Độ tự cảm/Điện cảm L

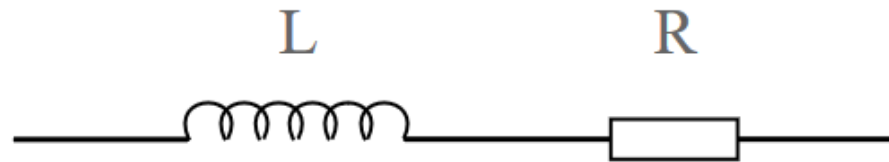
- Độ tự cảm là tham số không ổn định, phụ thuộc vào hình dạng của cuộn dây, nên trong thực tế người ta không ghi tham số của cuộn dây trên cuộn dây.

3. Tham số cơ bản

- ❖ **Hệ số phẩm chất (Quality Factor) Q :**
 - Cuộn cảm thực luôn có thành phần trở kháng R và thành phần cảm kháng X_L .
 - Q biểu thị sự mất mát năng lượng so với lượng năng lượng được lưu trữ trong hệ thống.

3. Tham số cơ bản

❖ Hệ số phẩm chất (Quality Factor) Q :



Inductor Equivalent Circuit

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f L}{R}$$

3. Tham số cơ bản

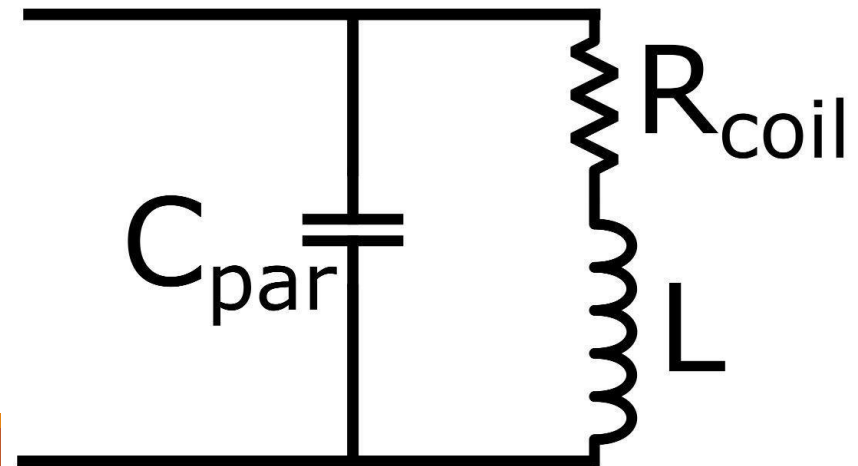
❖ Điện trở thuần R và cảm kháng X_L

- Cảm kháng đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện xoay chiều của cuộn cảm.
- R là điện trở thuần của dây quấn.

3. Tham số cơ bản

❖ Điện dung tản tán C_p :

- Giới hạn tần số tự cộng hưởng của cuộn dây.
- C_p có thể bỏ qua ở tần số thấp, nhưng ở tần số cao thì cuộn cảm tương đương với mạch cộng hưởng \rightarrow có tần số cộng hưởng riêng f_0 .



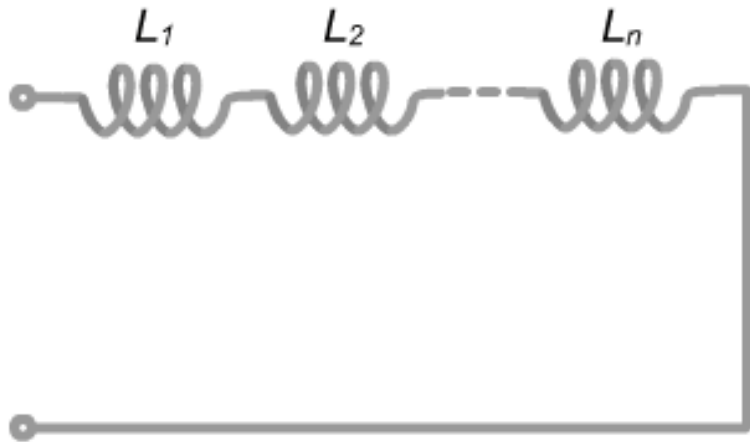
3. Tham số cơ bản

❖ Tần số làm việc giới hạn:

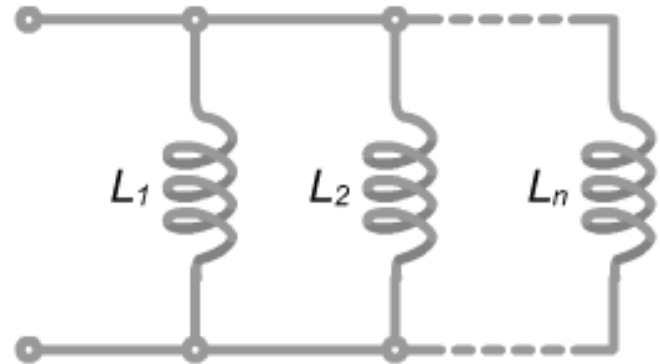
- Do cuộn cảm có điện dung tạp tán nên có tần số làm việc giới hạn.
- Tần số làm việc cao nhất của cuộn dây phải thấp hơn tần số cộng hưởng riêng của nó để đảm bảo tính cảm kháng.

$$f_{lv\max} < f_{gh} = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_p}}$$

4. Ghép cuộn cảm



$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n$$



$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots \frac{1}{L_n}$$