

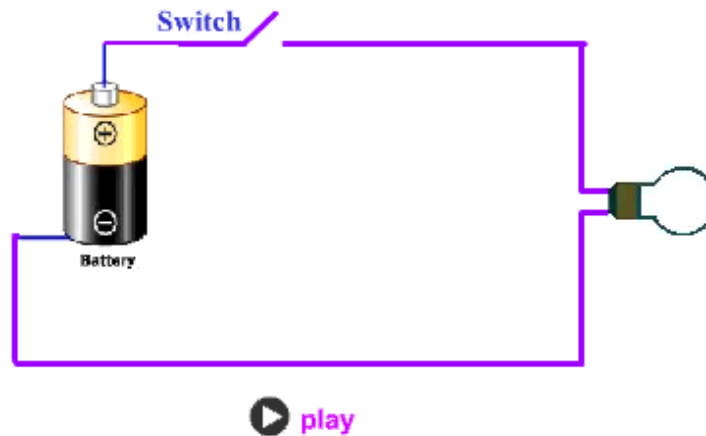
# **PHẦN 1**

# **KỸ THUẬT ĐIỆN**

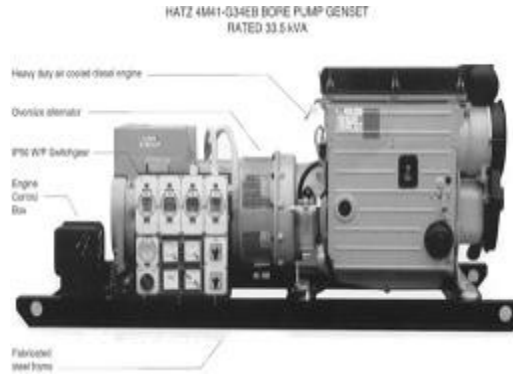
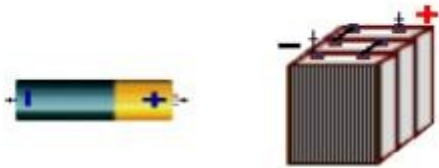
# 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

1.1. Mạch điện, kết cấu hình học của mạch điện

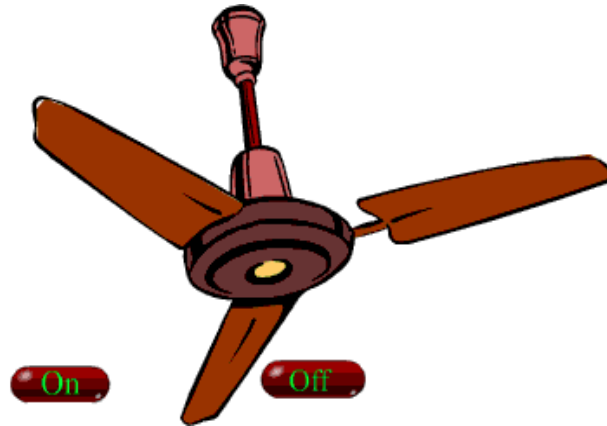
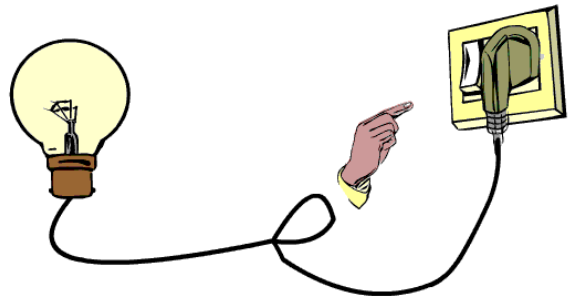
1.1.1. Mạch điện



# a. Nguồn điện

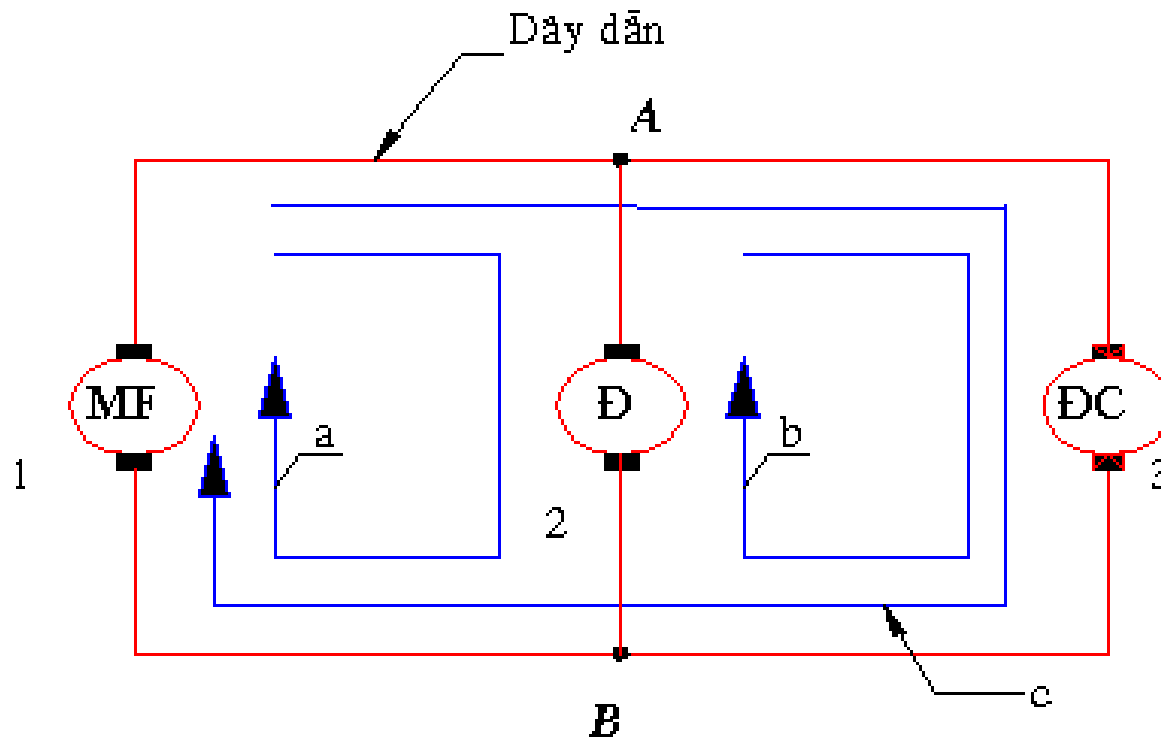


# b. Tải



# c. Dây dẫn

## 1.1.2. Kết cấu hình học của mạch điện



a. Nhánh

b. Nút

c. Vòng

## 1.2. Các đại lượng đặc trưng cho quá trình năng lượng của mạch điện

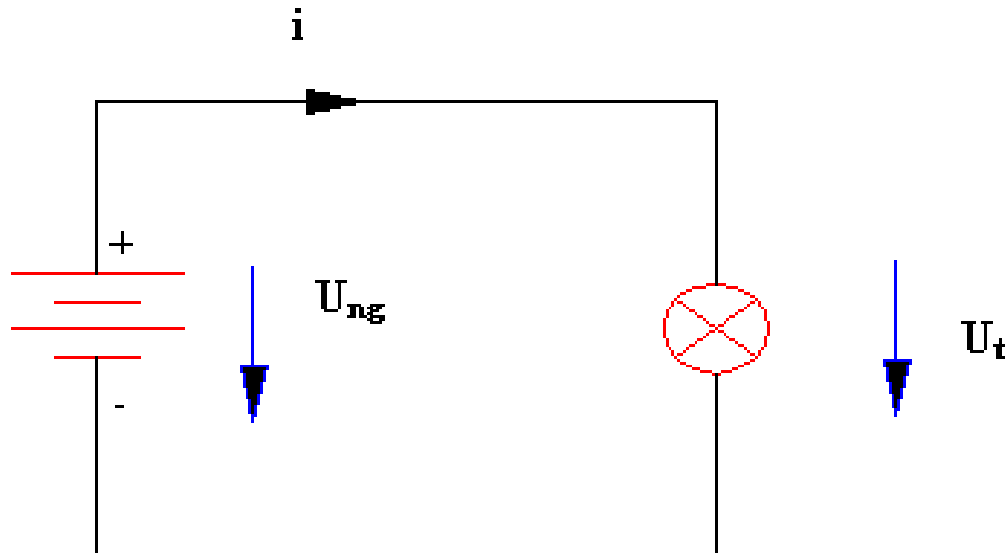
### 1.2.1. Dòng điện



## 1.2.2. Điện áp

Hiệu điện thế giữa hai điểm :  $u_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$

## 1.2.3. Chiều dương dòng điện và điện áp



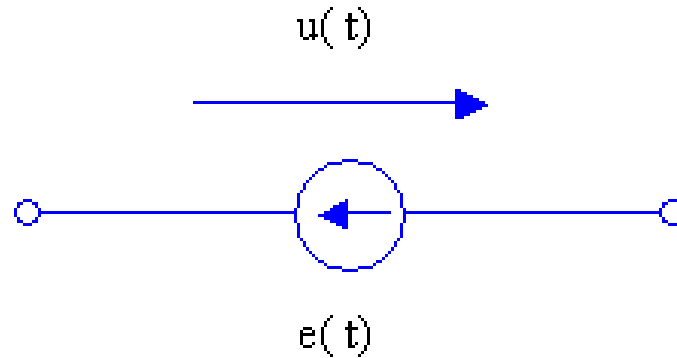
## 1.2.4. Công suất

$$p = u.i$$

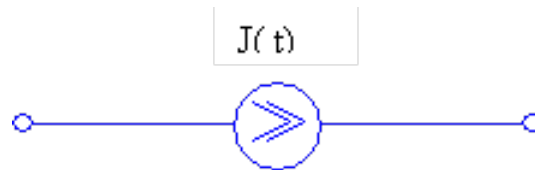
## 1.3. Mô hình mạch điện, các thông số

### 1.3.1. Nguồn điện áp, nguồn dòng điện

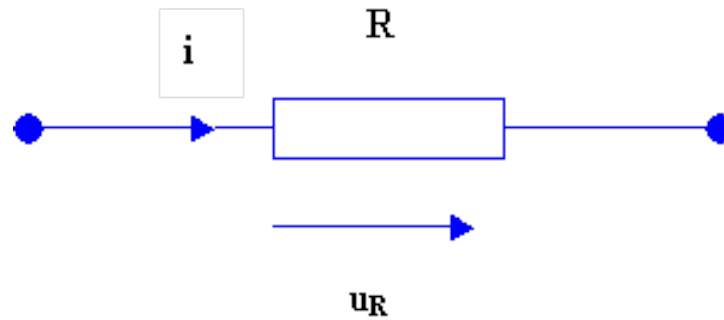
#### a. Nguồn điện áp



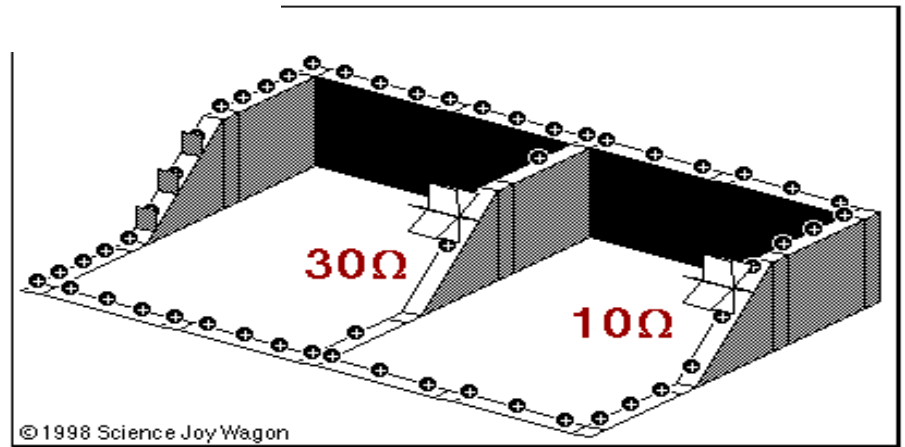
#### b. Nguồn dòng điện



## 1.3.2. Điện trở R



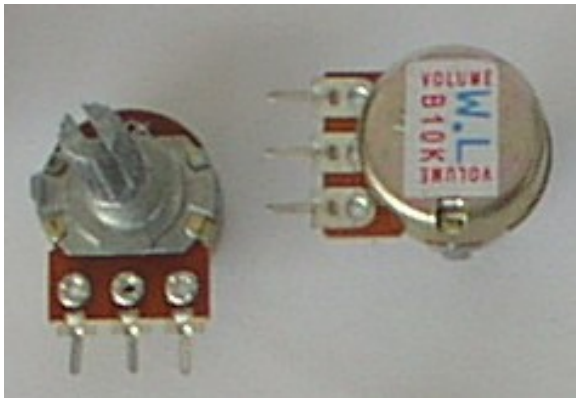
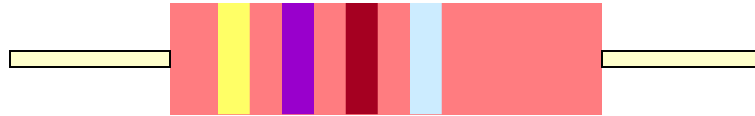
$$u_R = i \cdot R$$



Đặc trưng cho quá trình tiêu thụ điện năng và biến điện năng thành các dạng năng lượng khác.

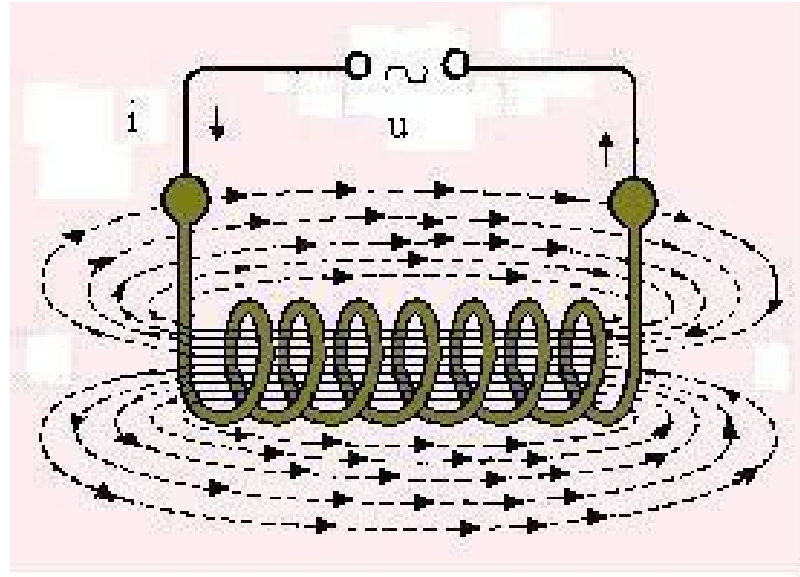


- Bxnh th-êng RiÖn trë cã d<sup>1</sup>ng hxnh trô, træn th©n cã 4 v<sup>1</sup>ch mµu. Ba v<sup>1</sup>ch ®Çu thÓ hiÖn trÞ sè RiÖn trë. V<sup>1</sup>ch thø 4 thÓ hiÖn sai sè.
- **§en: 0; N©u: 1; §á: 2; Cam: 3; Vµng: 4; Xanh: 5; Xanh l-: 6; TÝm: 7; X,m: 8; Tr¾ng: 9**

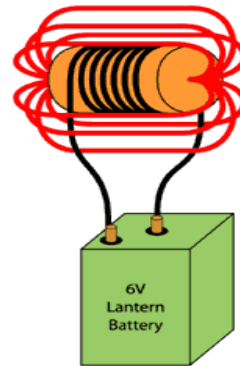


Nh-êng RiÖn trë biÖn ®æi (cßn gãi lµ chiÖt ,p) th-êng cã ba ch©n. Con ch<sup>1</sup>y nèi víi ch©n ë gi-a. §iÖn trë c«ng nghÖ l<sup>3</sup>/<sub>4</sub>p d,n...

### 1.3.3. Điện cảm L



$$u_L = L \cdot di/dt$$

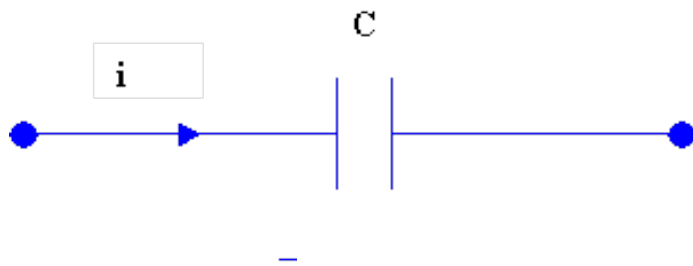


Đặc trưng cho quá trình trao đổi và tích lũy năng lượng từ trường



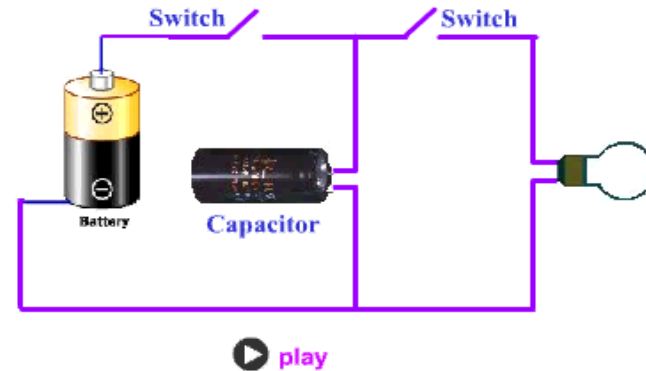
BiÕn ,p trong m¹ch ®iÕn tö

## 1.3.4. Điện dung C



hình 1.3.4

$$u_c = \frac{1}{C} \int i dt$$



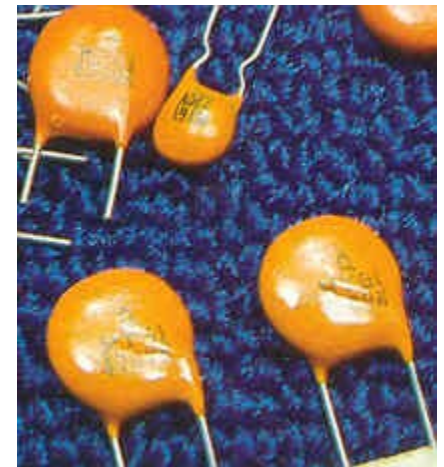
Đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường ( phóng tích điện năng)



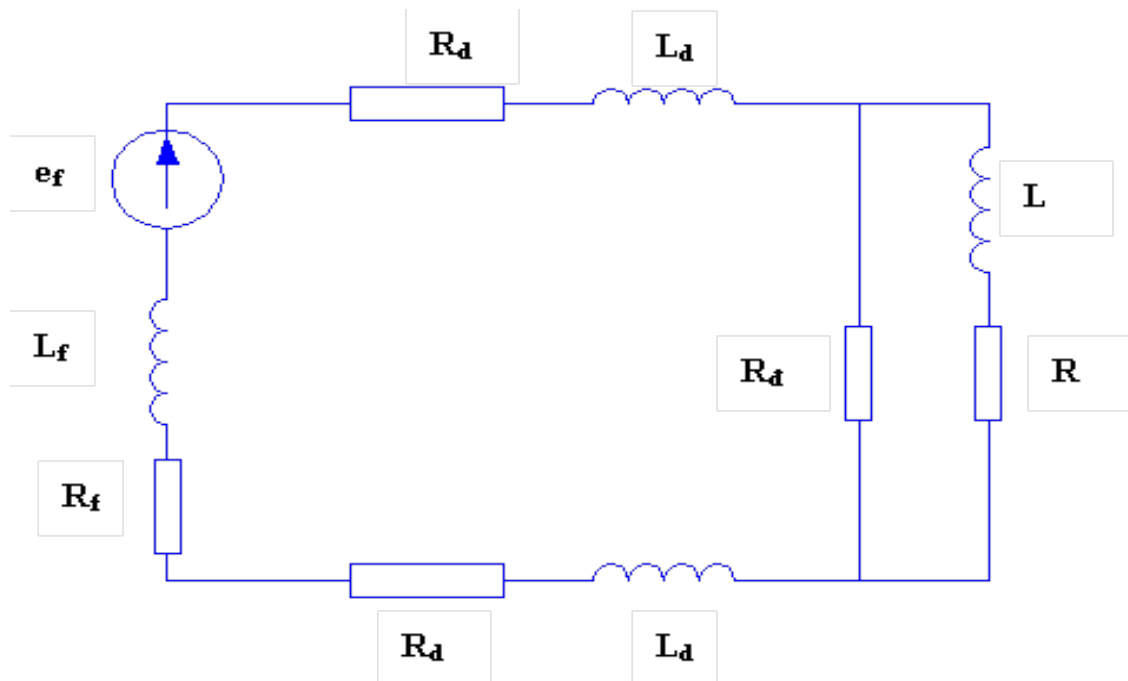
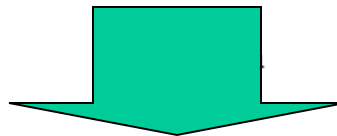
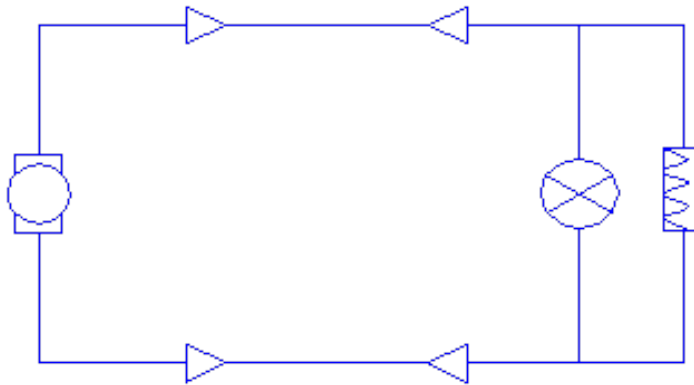
- Tô RiÖn cũ trÞ sè nhá h-n  $1\mu\text{F}$  th-êng lưm b»ng gèm (sø), giÊy, mica... Khi ðing kh«ng cÇn chó ý

- Tô RiÖn cũ trÞ sè l-n h-n  $1\mu\text{F}$  th-êng lưm b»ng giÊy cũ tÈm hãa chÊt (gãi lưm tô hãa) Khi ðing tô hãa cÇn chó ý cùc tÝnh RiÖn

- TrÞ sè cũ thÓ ghi trùc tiÕp nõu hay theo luËt vói ba ch÷ sè. Hai ch÷ sè RÇu lư sè cũ nghÜa. Ch÷ sè thø ba lư hÖ sè mò. §-n vÞ tÝnh lư pF. VÝ ðo trªn tô ghi 203 ->  $20 \times 10^3 \text{ pF} = 20 \text{ nF}$

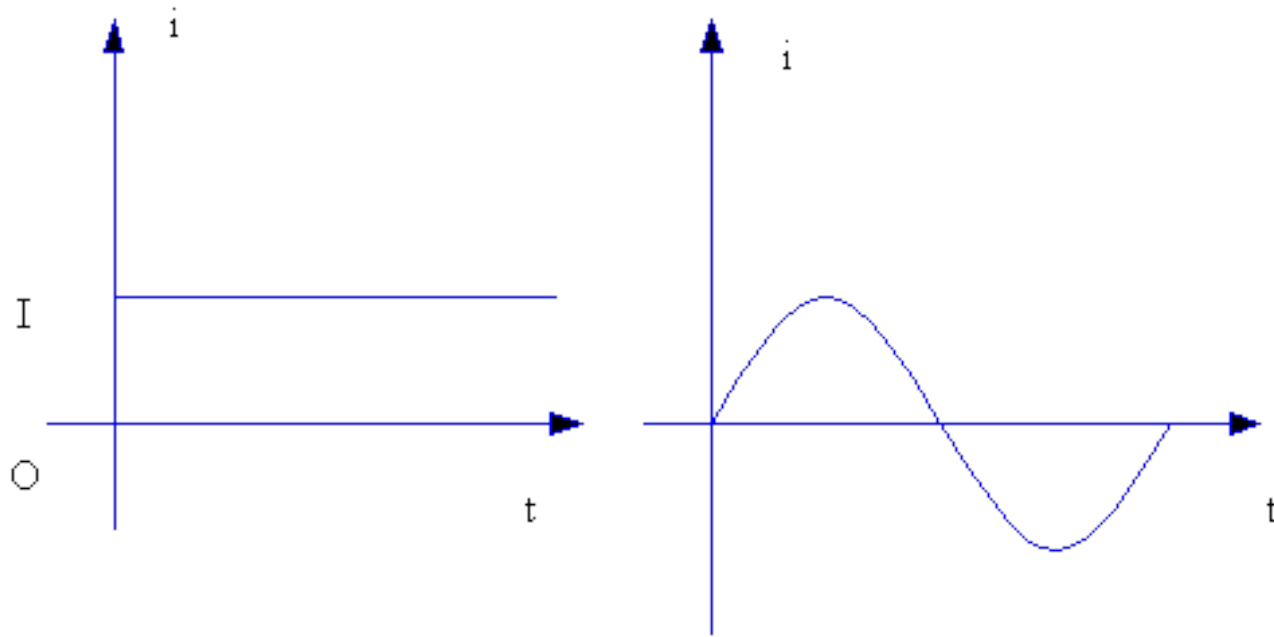


## 1.3.5. Mô hình mạch điện



# 1.4. Phân loại và các chế độ làm việc của mạch điện

## 1.4.1. Phân loại theo loại dòng điện



a. Mạch điện một chiều

b. Mạch điện xoay chiều

## 1.4.2. Phân loại theo tính chất thông số R, L, C của mạch điện

a. Mạch điện tuyến tính

b. Mạch điện phi tuyến

## 1.4.3. Phụ thuộc vào quá trình năng lượng

a. Chế độ xác lập

b. Chế độ quá độ

## 1.4.4. Phân loại theo bài toán về mạch điện

a. Bài toán phân tích mạch

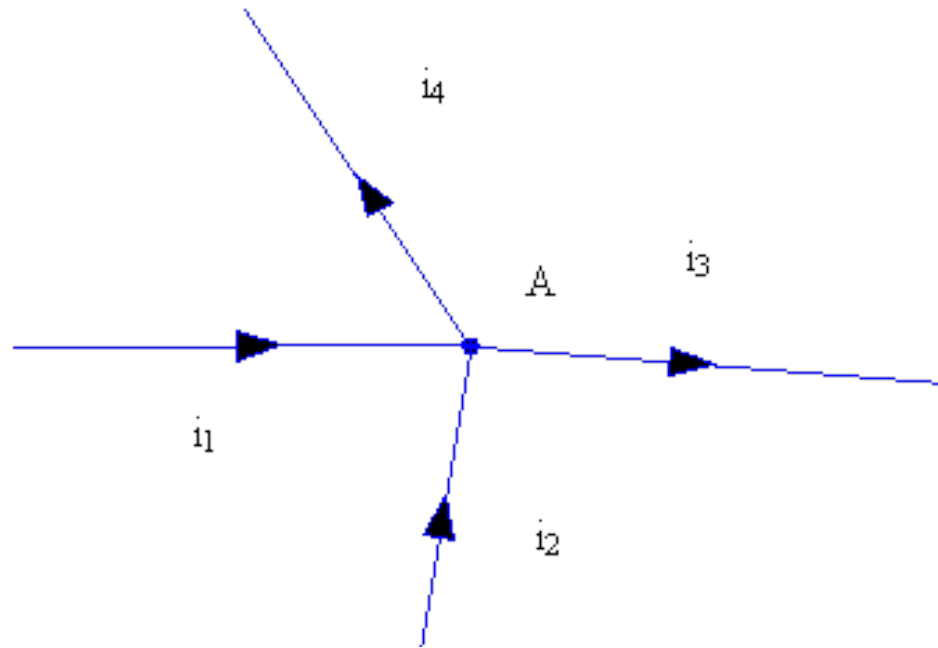
b. Bài toán tổng hợp mạch



## 1.5. Hai định luật Kirchhoff

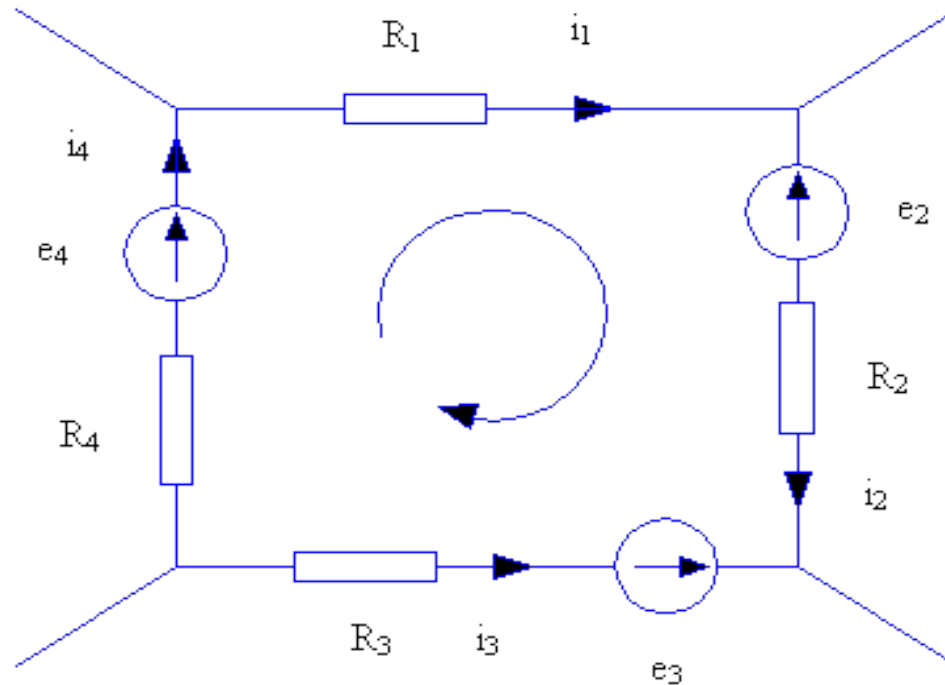
### 1.5.1. Định luật Kirchhoff 1

Tổng đại số các dòng điện tại một nút bằng không:  
 $\sum i = 0$



## 1.5.2. Định luật Kiếchốp 2

Đi theo một vòng khép kín, theo một chiều dương tùy ý, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử R, L, C bằng tổng đại số các sức điện động có trong vòng; trong đó những sức điện động và dòng điện có chiều trùng với chiều dương của vòng sẽ mang dấu dương, ngược lại mang dấu âm.



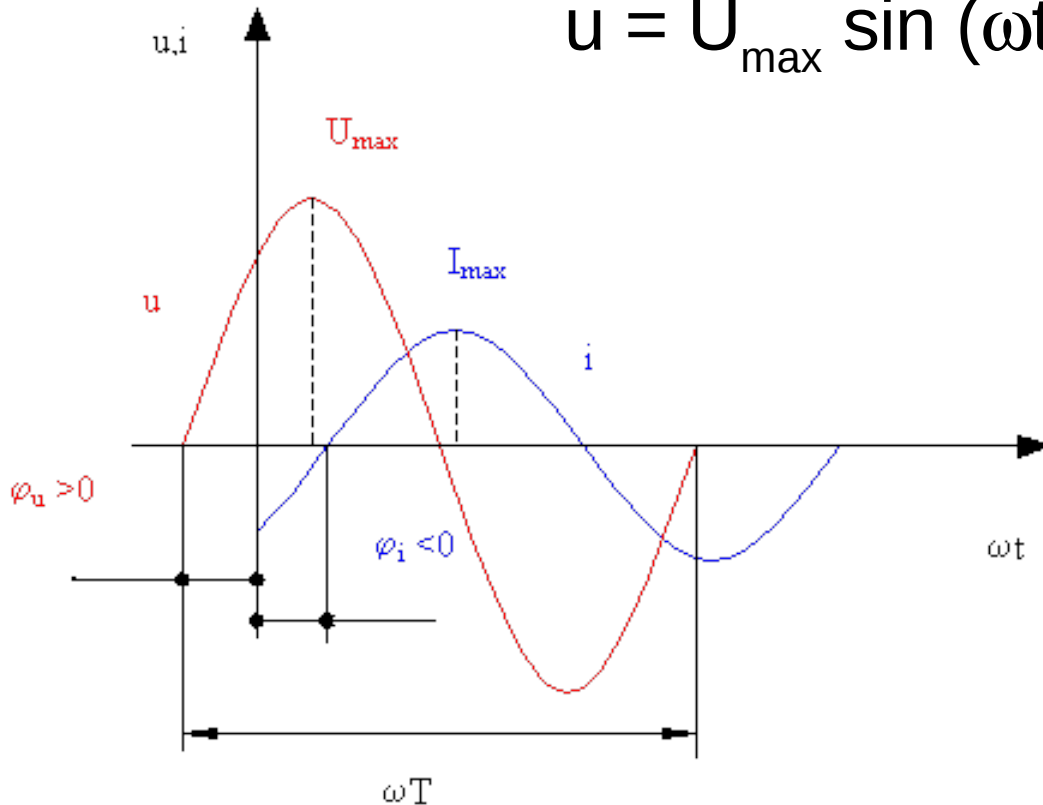
## 2. DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN

### 2.1. Các đại lượng đặc trưng cho dòng điện hình sin

Biểu thức của dòng điện, điện áp hình sin:

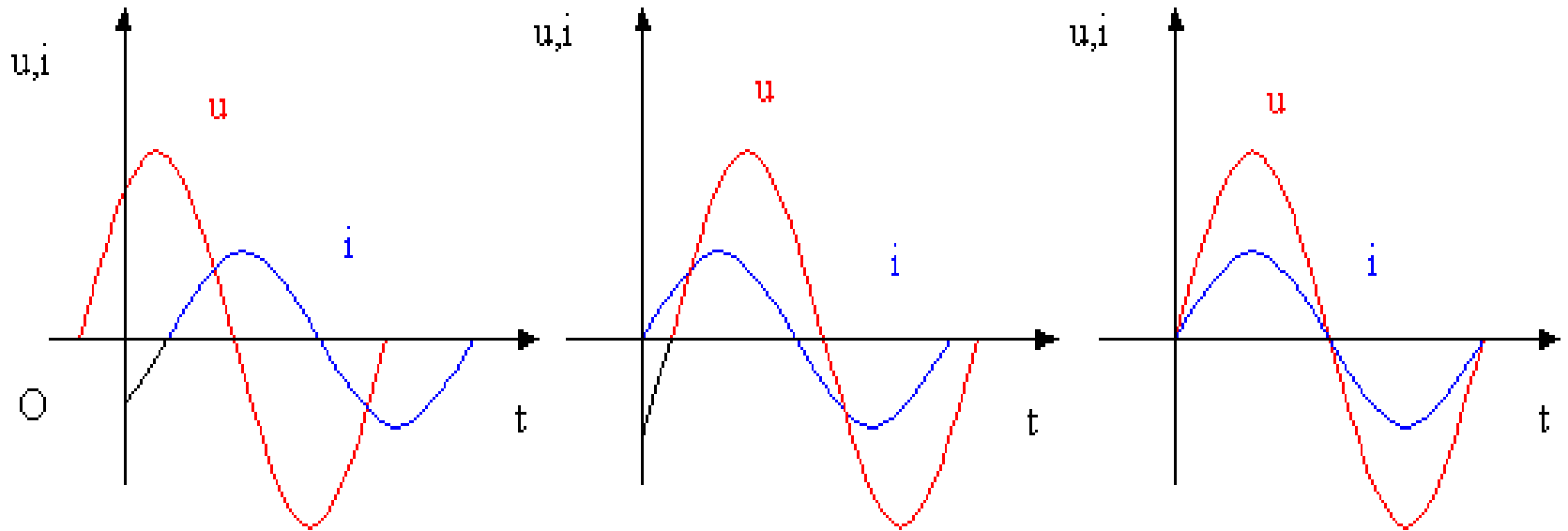
$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi_i)$$

$$u = U_{\max} \sin(\omega t + \varphi_u)$$



Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện thường kí hiệu là  $\varphi$  :

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$



## 2.2. Trị số hiệu dụng của dòng điện hình sin

Trị số hiệu dụng của dòng điện hình sin là dòng một chiều  $I$  sao cho khi chạy qua cùng một điện trở  $R$  thì sẽ tạo ra cùng công suất

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

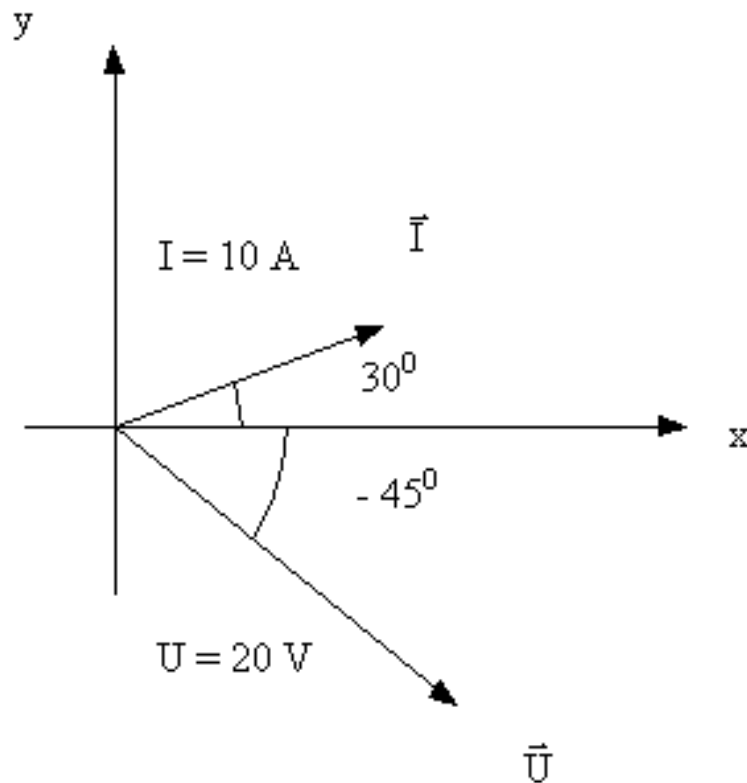
Trong thực tế, giá trị đọc trên các cơ cấu đo dòng điện  $I$ , đo điện áp  $U$ , đo công suất  $P$  của dòng điện hình sin là trị số hiệu dụng của chúng.

Các giá trị  $U$ ,  $I$ ,  $P$  ghi nhãn mác của dụng cụ và thiết bị điện là trị số hiệu dụng.

## 2.3. Biểu diễn dòng điện hình sin bằng vectơ

$$i = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 30^\circ)$$

$$u = 20\sqrt{2}\sin(\omega t - 45^\circ)$$



## 2.4. Biểu diễn dòng điện hình sin bằng số phức

Số phức có 2 dạng:

a. Dạng số mũ

$$\dot{U} = Ue^{j\varphi_u} ; \dot{I} = Ie^{j\varphi_i}$$

b. Dạng đại số

$$C = a + jb$$

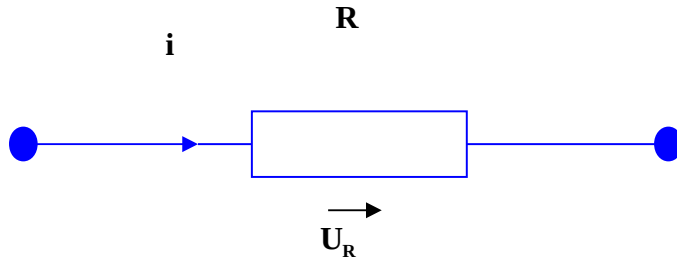
c. Tổng trở phức

$$Z = R + jX$$

d. Định luật Ôm dạng phức

$$Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}}$$

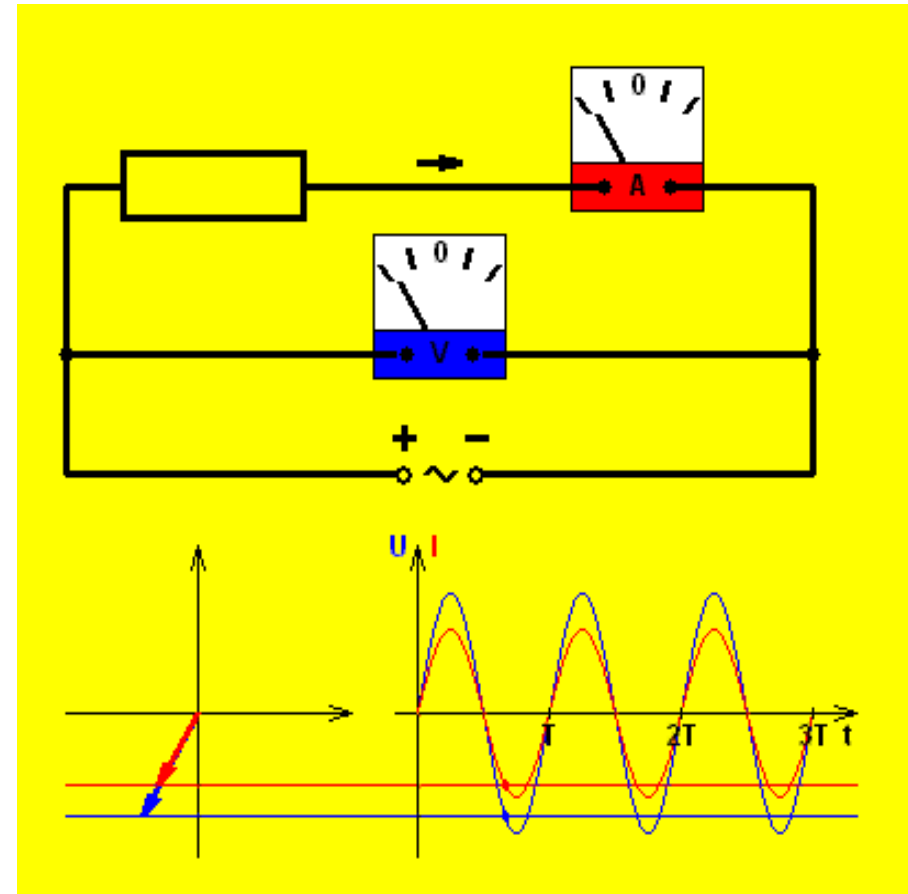
## 2.5. Dòng điện sin trong nhánh thuần trở



$$u_R = R \cdot i = U_{R\max} \sin \omega t$$

Công suất tác dụng:

$$P = RI^2$$





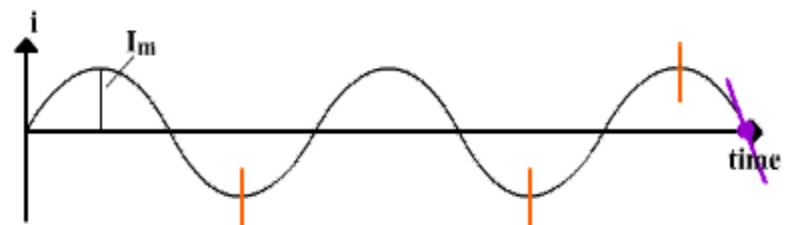
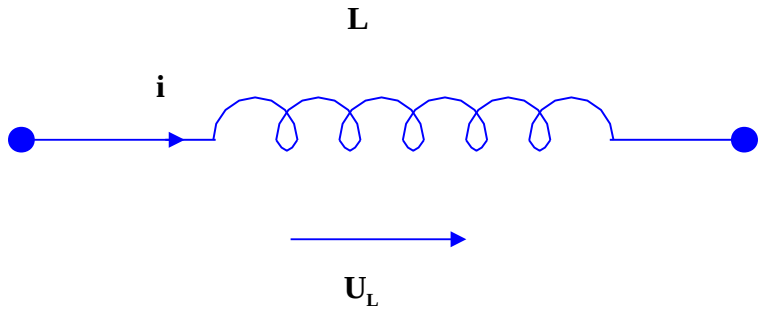
# 2.6. Dòng điện sin trong nhánh thuần cảm

$$i = I_{\max} \sin \omega t$$

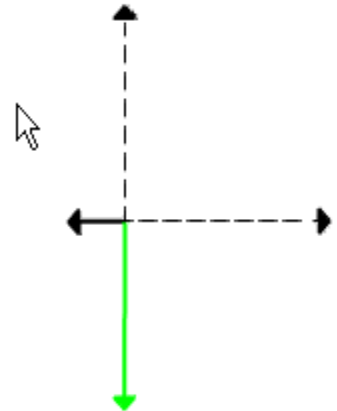
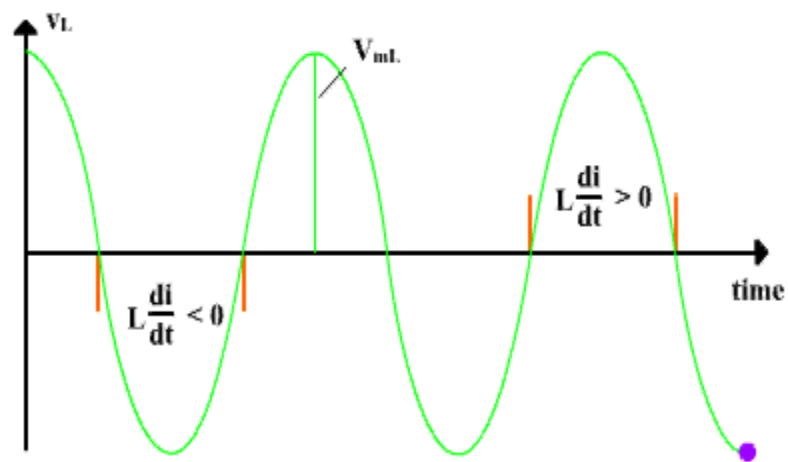
$$u_L(t) = U_{L\max} \sin(\omega t + \pi/2)$$

Công suất phản kháng:

$$Q_L = X_L I^2$$



Inductor: L



play

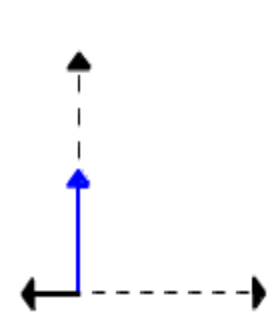
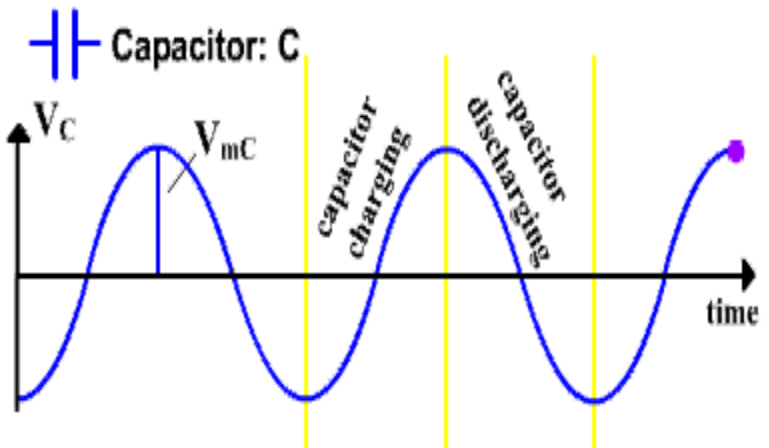
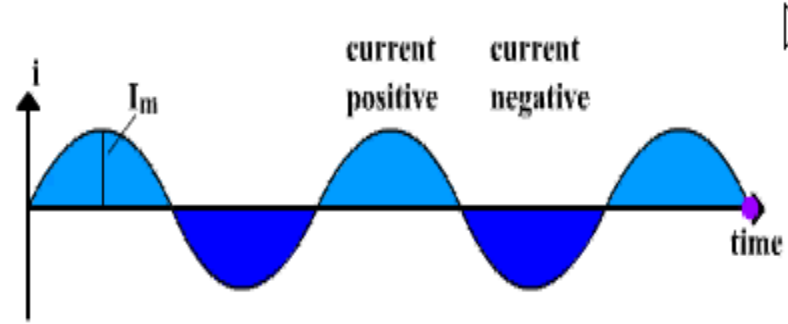
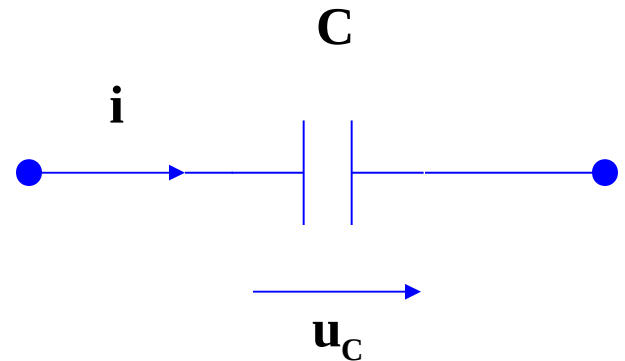
# 2.7. Dòng điện sin trong nhánh thuần dung

$$u_C = U_{Cmax} \sin (\omega t - \pi/2)$$

$$i = I_{max} \sin \omega t$$

Công suất phản kháng

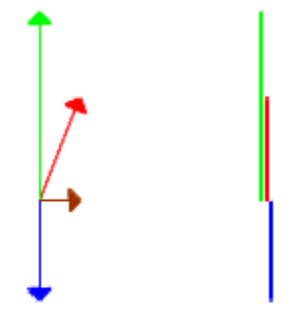
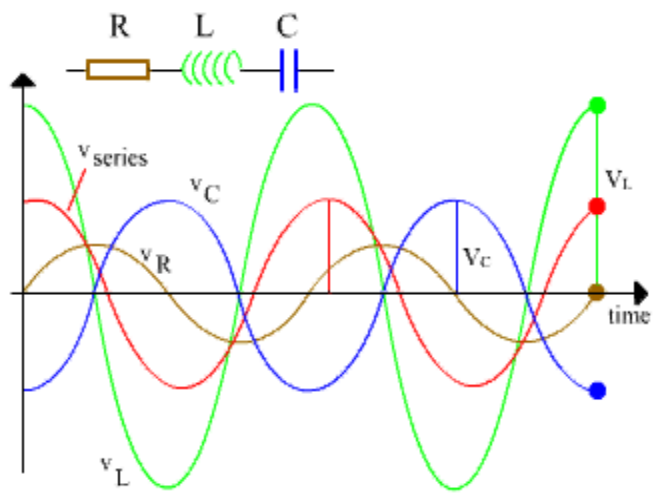
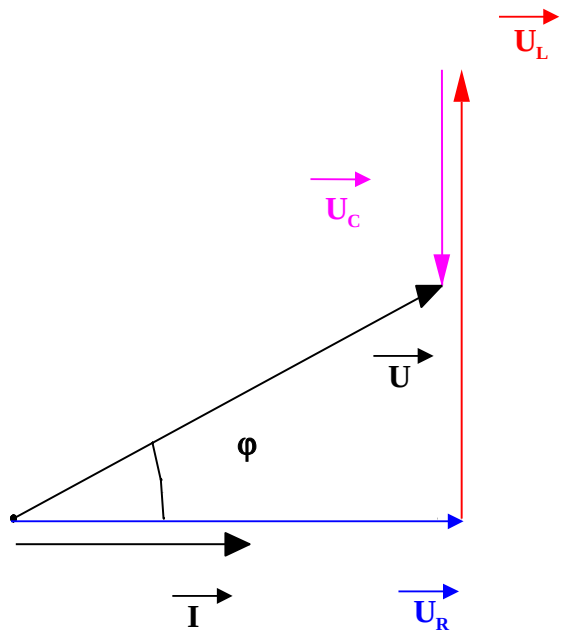
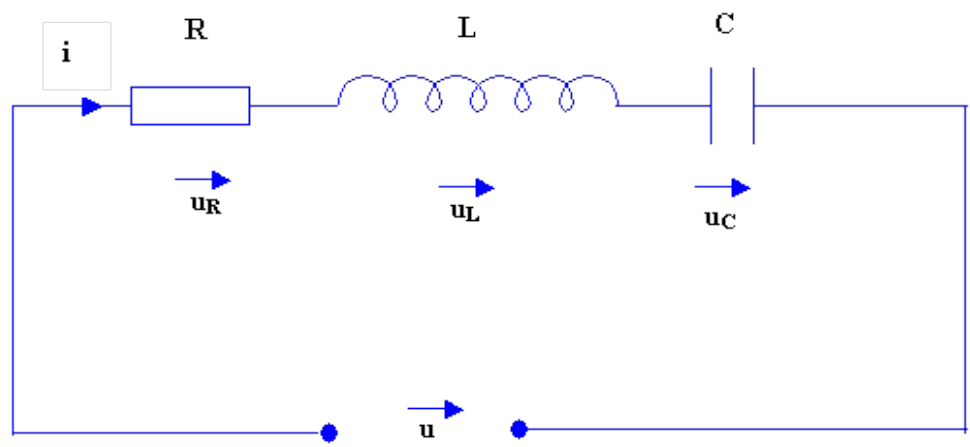
$$Q_C = -X_C I^2$$



# 2.8. Dòng điện hình sin trong mạch R-L-C nối tiếp và song song

## 2.8.1. Dòng điện hình sin trong mạch R-L-C nối tiếp

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

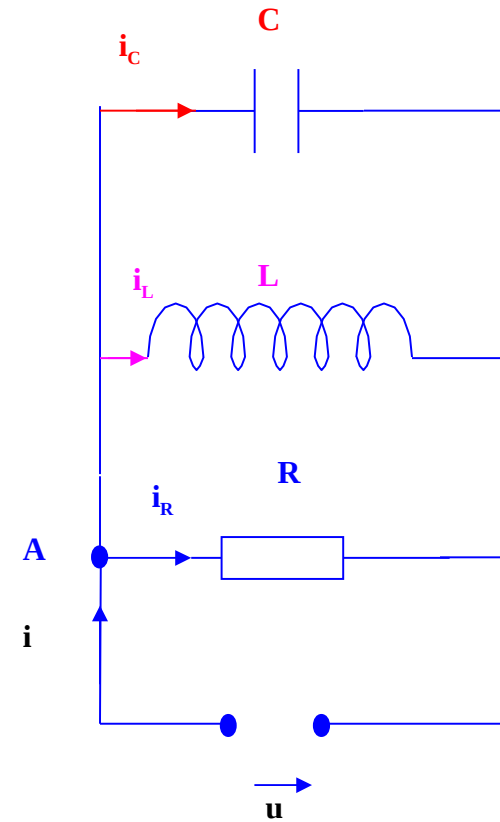
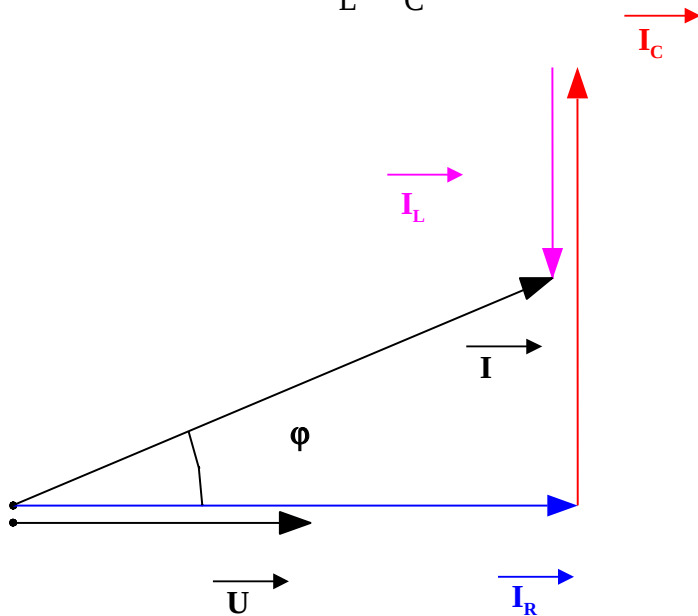


## 2.8.2. Dòng điện hình sin trong mạch R-L-C song song

$$\vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

$$I = U \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{(X_L - X_C)R}{X_L X_C}$$



## 2.9.1. Công suất dòng điện hình sin

### 2.9.1. Công suất tác dụng P

$$P = UI \cos \varphi$$

$$P = \sum_{k=1}^n R_k I_k^2$$

### 2.9.2. Công suất phản kháng Q

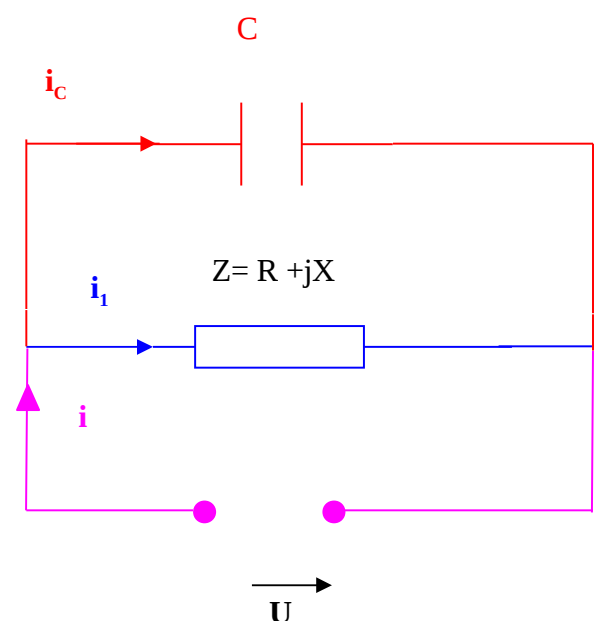
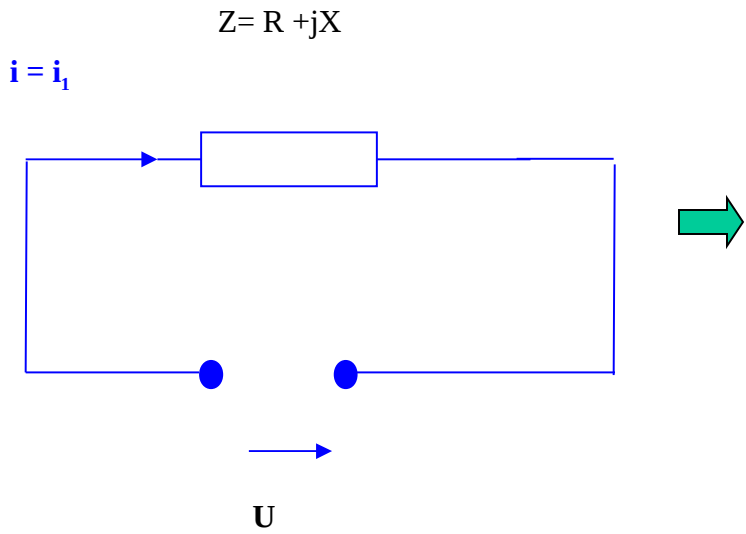
$$Q = UI \sin \varphi$$

$$Q = \sum_{k=1}^n X_{Lk} I_k^2 - \sum_{k=1}^n X_{Ck} I_k^2$$

### 2.9.3. Công suất biểu kiến S

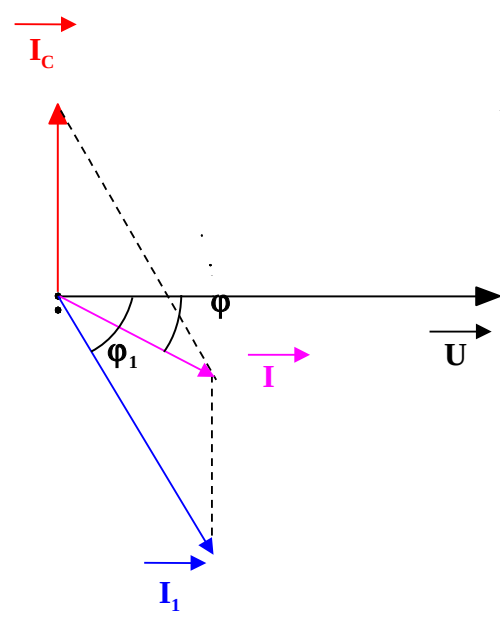
$$S = U.I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

# 2.10. Nâng cao hệ số cosφ



Giá trị điện dung C để nâng hệ số công suất từ  $\cos\varphi_1$  lên  $\cos\varphi$  :

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (tg\varphi_1 - tg\varphi)$$



# 3. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẠCH ĐIỆN

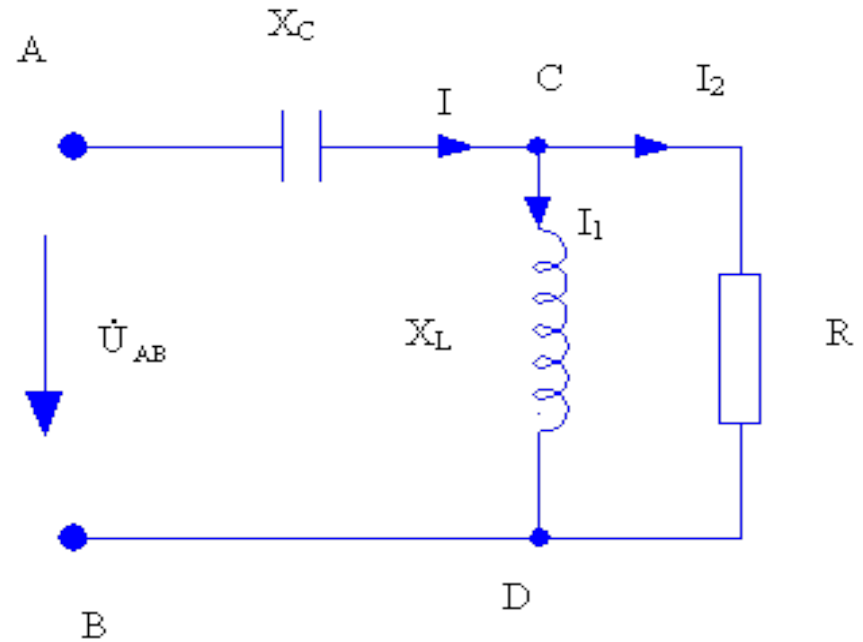
## 3.1. Khái niệm chung

Phân tích mạch điện là bài toán cho biết kết cấu và thông số của mạch điện ( thông số của nguồn  $U$  và  $E$ , điện trở  $R$ , điện cảm  $L$ , điện dung  $C$ , tần số  $f$  của mạch) và yêu cầu phải tìm dòng điện, điện áp, và công suất trên các nhánh

## 3.2. Ứng dụng biểu diễn số phức để giải mạch điện

$$\dot{U}_{AB} = 100.e^{j0} \text{ (V)};$$

$$X_L = X_C = R = 10(\Omega)$$



a. Tìm dòng điện  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  bằng phương pháp biểu diễn số phức

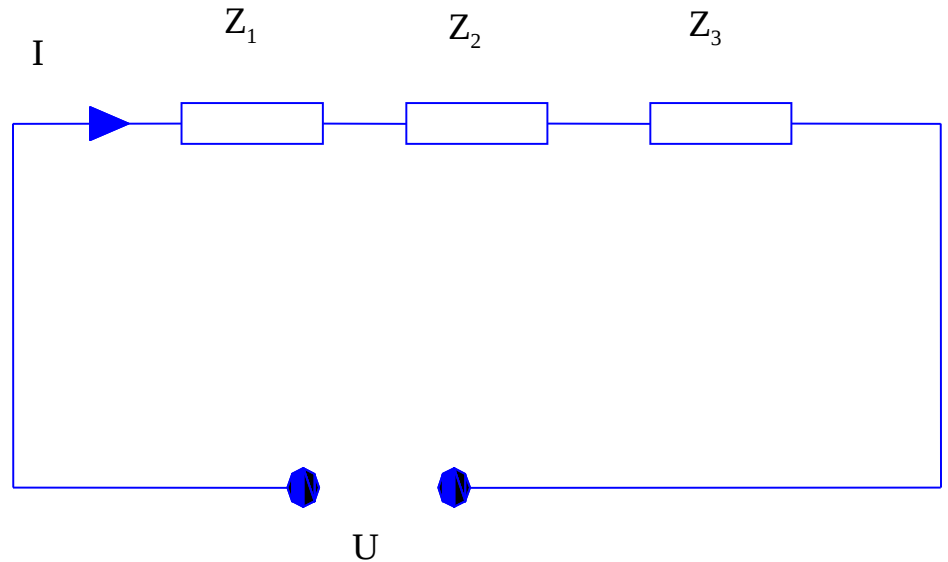
b. Tìm công suất tác dụng  $P$ , công suất phản kháng  $Q$ , công suất biểu kiến  $S$  của mạch điện.



## 3.3. Các phương pháp biến đổi tương đương

### 3.3.1. Mắc nối tiếp

$$Z_{\text{tđ}} = Z_1 + Z_2 + Z_3$$

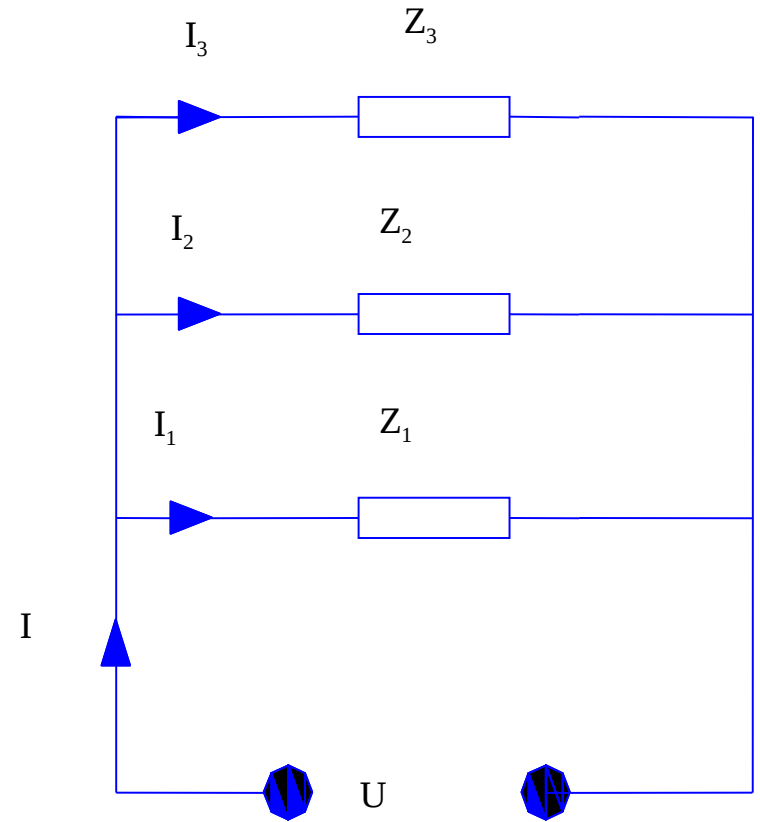


Tổng trở tương đương của các phần tử mắc nối tiếp bằng tổng các tổng trở của các phần tử.

$$Z_{\text{tđ}} = \sum_{k=1}^n Z_k$$

### 3.3.2. Mắc song song

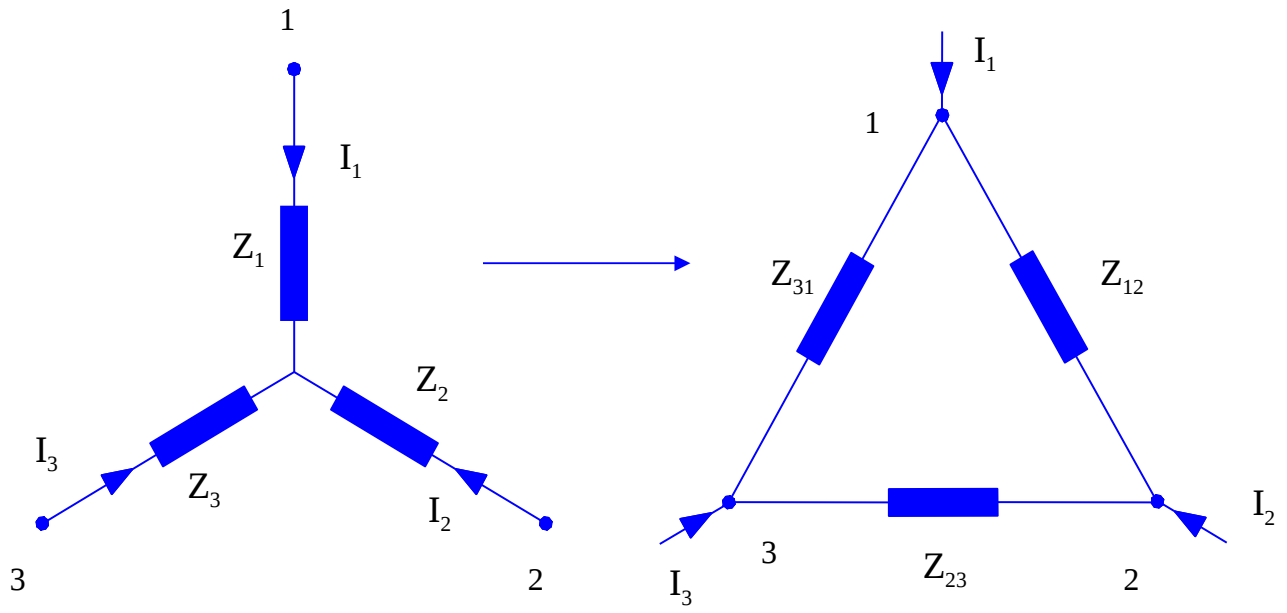
$$\frac{1}{Z_{\text{tđ}}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}$$



Tổng dẫn tương đương của các nhánh song song bằng tổng các tổng dẫn các phần tử trên các nhánh.

$$Y_{\text{tđ}} = \sum_{k=1}^n Y_k$$

### 3.3.3. Biến đổi sao ↔ tam giác



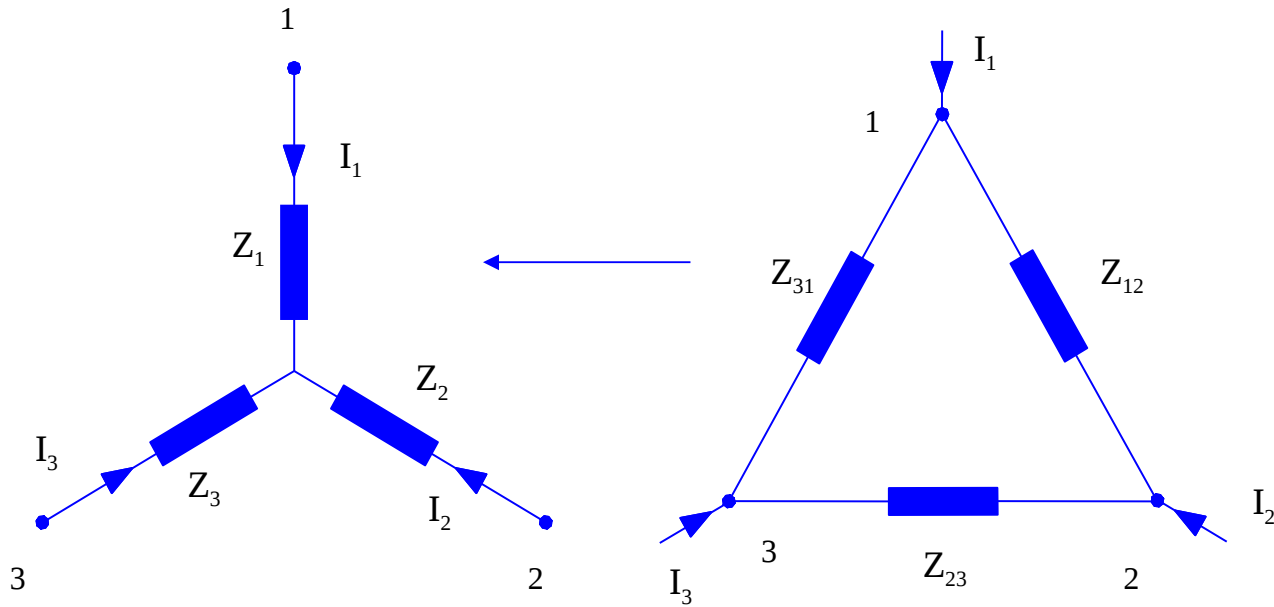
#### a. Biến đổi $Y \rightarrow \Delta$

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3}$$

$$Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_1}$$

$$Z_{31} = Z_3 + Z_1 + \frac{Z_3 Z_1}{Z_2}$$

## b. Biến đổi $\Delta \rightarrow Y$



$$Z_1 = \frac{Z_{12} Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

$$Z_3 = \frac{Z_{23} Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

$$Z_2 = \frac{Z_{12} Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

## 3.4. Phương pháp dòng điện nhánh

### 3.4.1. Thuật toán

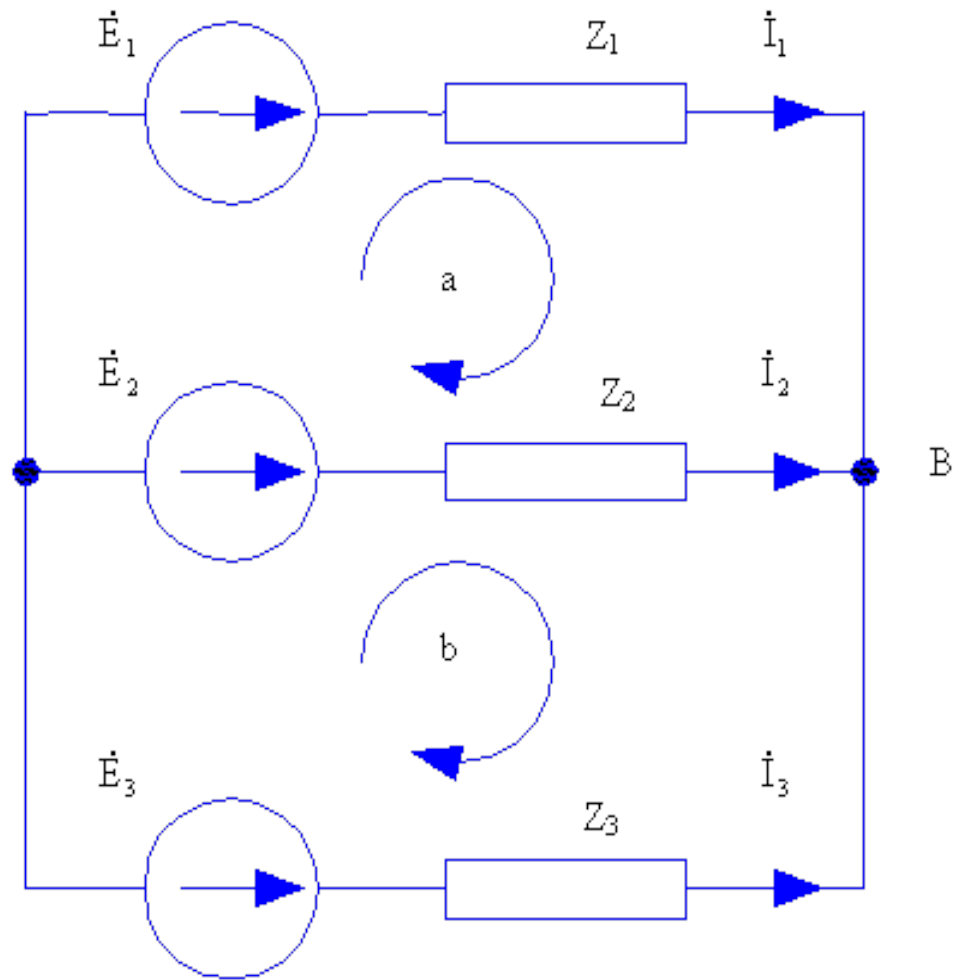
- Xác định số nút  $n$  và số nhánh  $m$  của mạch điện
- Tùy ý chọn chiều dòng điện nhánh
- Viết  $n - 1$  phương trình KiếchỐp 1 cho  $n - 1$  nút
- Viết  $m - n + 1$  phương trình KiếchỐp 2 cho các vòng
- Giải hệ  $m$  phương trình tìm các dòng điện nhánh

### 3.4.2. Bài tập

Cho mạch điện như hình vẽ

$$\dot{E}_1 = \dot{E}_3 = 100e^{j0} \text{ (V)}; \dot{E}_2 = 50e^{j0} \text{ (V)}$$

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = 1+j \text{ (}\Omega\text{)}$$



Tìm các dòng điện  $I_1, I_2$  và  $I_3$  bằng phương pháp dòng điện nhánh.

## 3.5. Phương pháp dòng điện vòng

### 3.5.1. Thuật toán

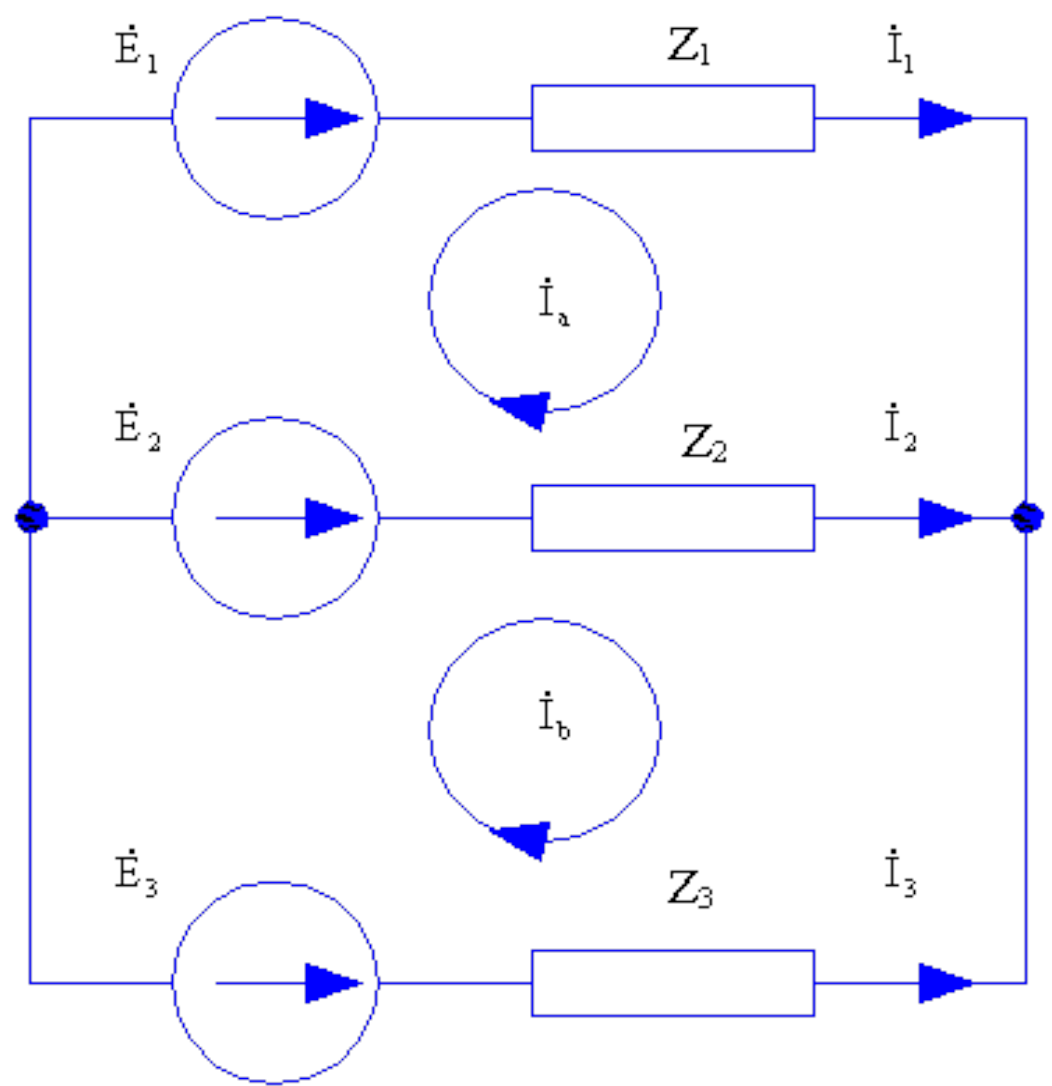
- Tùy ý chọn chiều dòng điện nhánh và dòng điện vòng
- Lập  $m - n + 1$  phương trình KiếchỐp 2 cho  $m - n + 1$  vòng độc lập
- Giải hệ  $m - n + 1$  phương trình tìm các dòng điện vòng
- Từ các dòng điện vòng suy ra các dòng điện nhánh

### 3.5.2. Bài tập

Cho mạch điện như hình vẽ

$$\dot{E}_1 = \dot{E}_3 = 100e^{j0} \text{ (V)}; \dot{E}_2 = 50e^{j0} \text{ (V)}$$

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = 1+j \text{ (}\Omega\text{)}$$



Tìm các dòng điện  $I_1, I_2$  và  $I_3$  bằng phương pháp dòng điện vòng và rút ra ưu điểm của phương pháp này.



## 3.6. Phương pháp điện áp hai nút

### 3.6.1. Thuật toán

- Tùy ý chọn chiều dòng điện nhánh và điện áp hai nút
- Tìm điện áp hai nút theo công thức tổng quát :

$$U_{AB} = \frac{\sum_{k=1}^n \dot{E}_k \cdot Y_k}{\sum_{k=1}^n Y_k}$$

trong đó quy ước các sức điện động  $E_k$  có chiều ngược chiều với điện áp  $U_{AB}$  thì lấy dấu dương và cùng chiều lấy dấu âm.

- Tìm dòng điện nhánh bằng cách áp dụng định luật Ôm cho các nhánh.

## 4. MẠCH ĐIỆN BA PHA

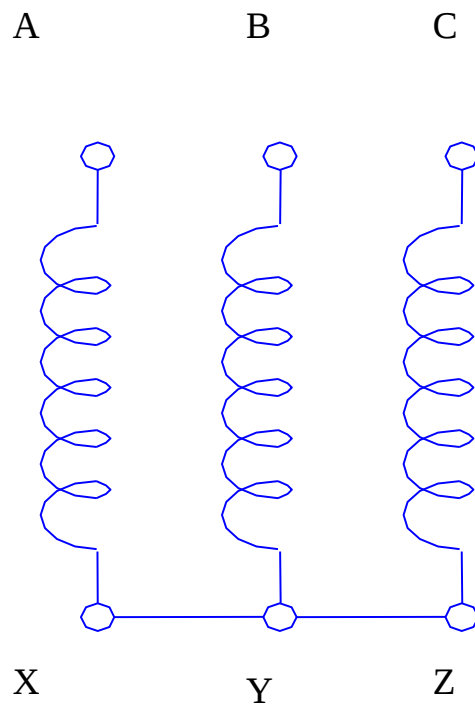
### 4.1. Khái niệm chung về mạch điện ba pha

- Nguồn điện gồm ba sức điện động hình sin cùng biên độ, cùng tần số, lệch pha nhau 1 góc  $2\pi/3$  gọi là nguồn ba pha đối xứng
- Mạch điện ba pha gồm nguồn, tải và đường dây đối xứng gọi là mạch điện ba pha đối xứng.

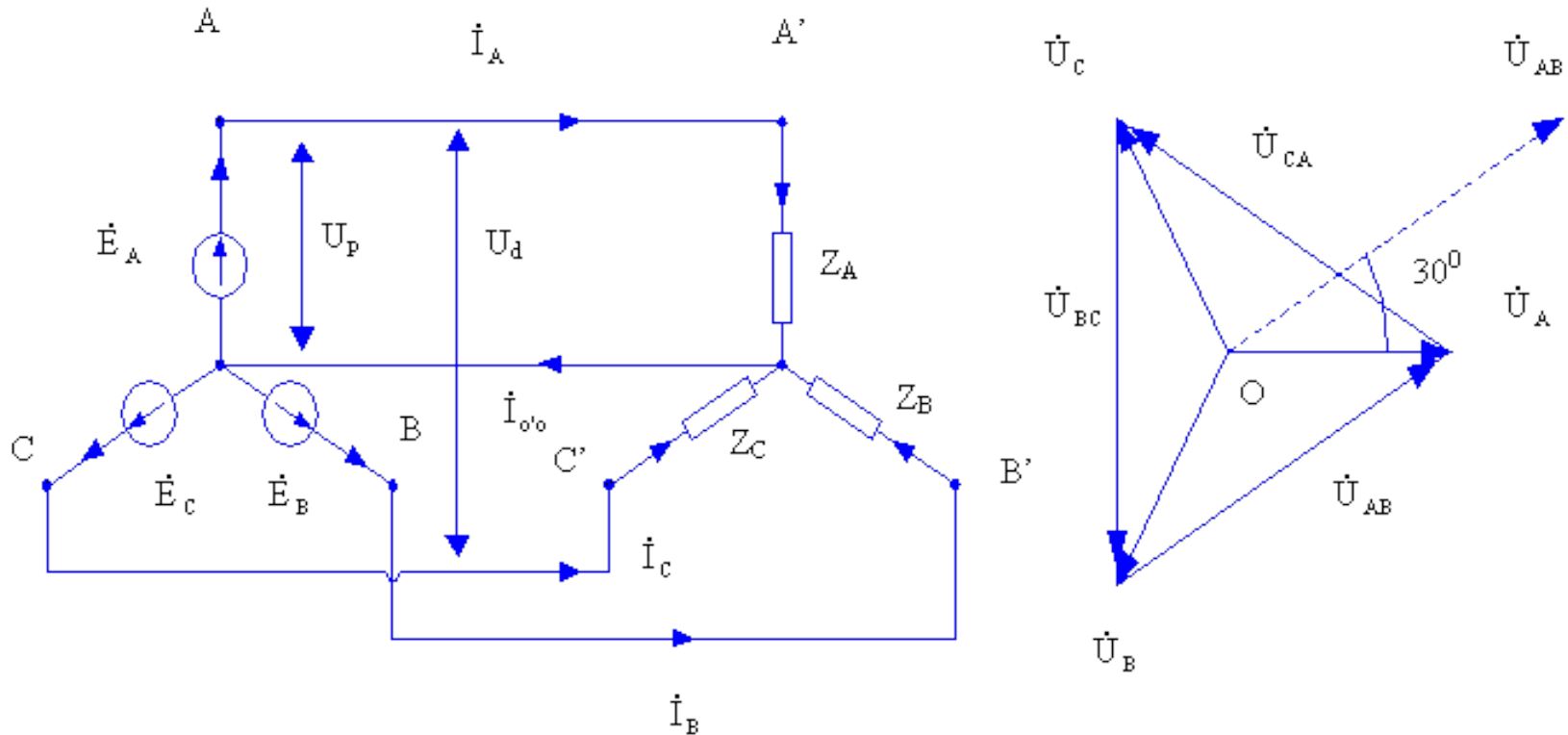
## 4.2. Mạch điện ba pha phụ tải nối sao

### 4.2.1. Cách nối

Muốn nối hình sao ta nối ba điểm cuối pha với nhau tạo thành điểm trung tính



## 4.2.2. Quan hệ giữa các đại lượng dây và pha trong mạch điện ba pha đối xứng



a. Quan hệ giữa dòng điện dây và pha:  $I_d = I_p$

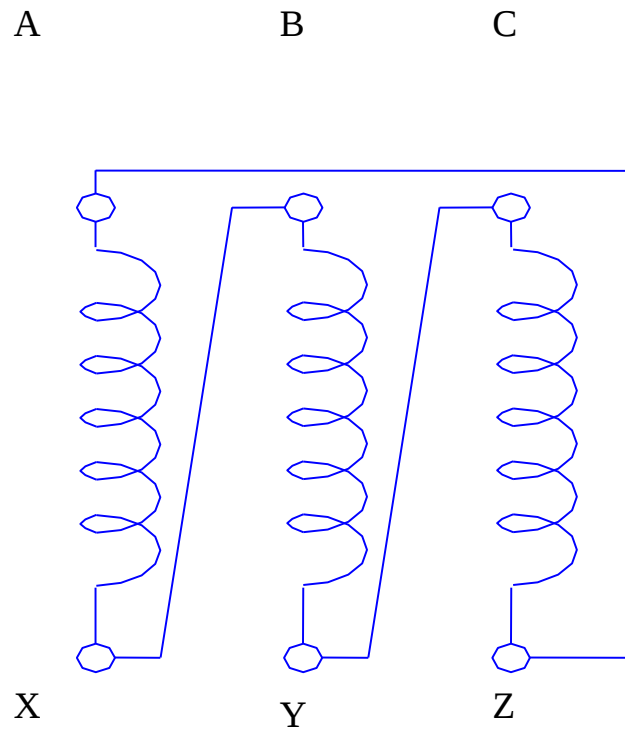
b. Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha:

$$U_d = \sqrt{3}U_p$$

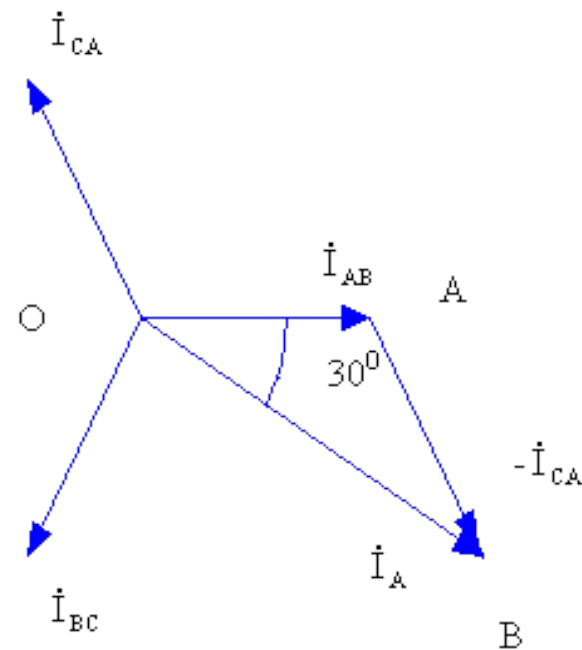
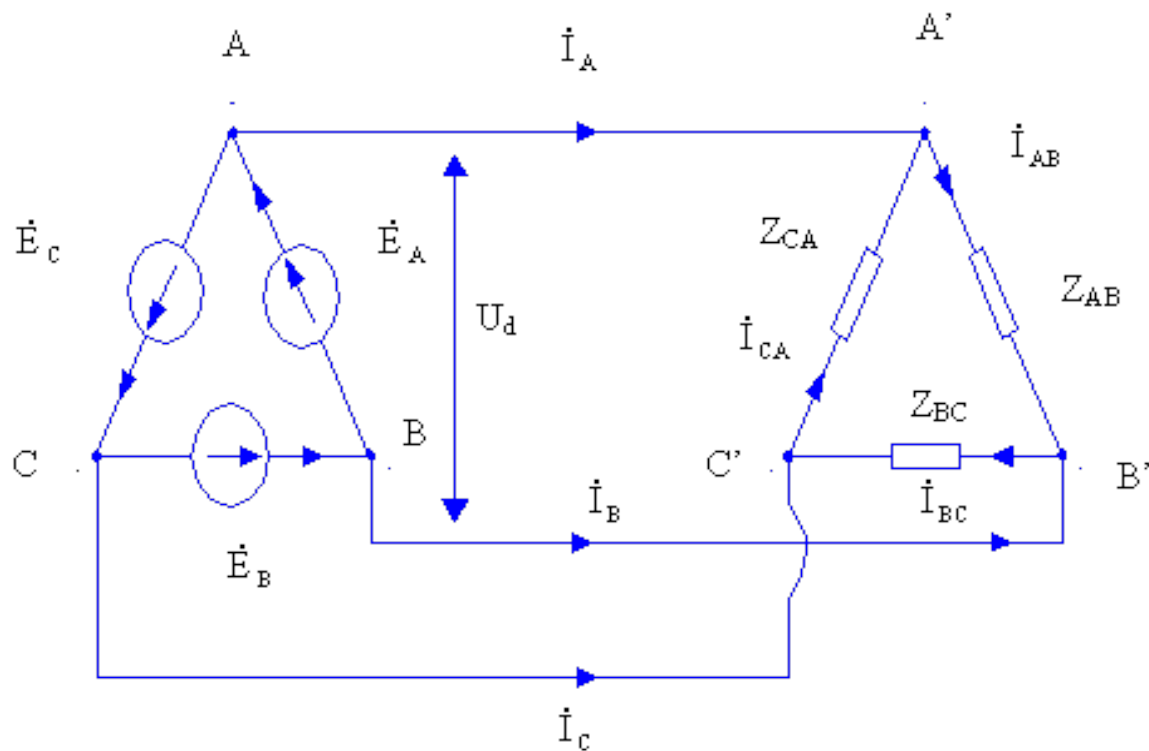
## 4.3. Mạch điện ba pha phụ tải nối tam giác

### 4.3.1. Cách nối

Muốn nối hình tam giác ta lấy đầu pha này nối với cuối pha kia.



### 4.3.2. Các quan hệ giữa đại lượng dây và đại lượng pha trong cách nối hình tam giác đối xứng



a. Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha:  $U_d = U_p$

b. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha:

$$I_d = \sqrt{3}I_p$$

## 4.4. Công suất mạch điện ba pha

### 4.4.1. Công suất tác dụng

$$P_{3p} = U_A I_A \cos\varphi_A + U_B I_B \cos\varphi_B + U_C I_C \cos\varphi_C$$

Khi mạch ba pha đối xứng:  $P_{3p} = 3 U_p I_p \cos\varphi = 3 R_p I_p^2$

### 4.4.2. Công suất phản kháng

$$Q_{3p} = U_A I_A \sin\varphi_A + U_B I_B \sin\varphi_B + U_C I_C \sin\varphi_C$$

Khi mạch ba pha đối xứng:  $P_{3p} = 3 U_p I_p \sin\varphi = 3 X_p I_p^2$

### 4.4.3. Công suất biểu kiến

$$S_{3p} = \sqrt{P_{3p}^2 + Q_{3p}^2}$$

## 4.5. Cách nối nguồn và tải trong mạch điện ba pha

### 4.5.1. Cách nối nguồn điện

Các nguồn điện dùng trong sinh hoạt thường nối sao có dây trung tính.

### 4.5.2. Cách nối động cơ điện ba pha

Tùy theo điện áp của mạng điện ta có thể nối sao hoặc tam giác cho ba dây quấn của động cơ

### 4.5.3. Cách nối các tải của một pha

- Điện áp làm việc của tải phải bằng đúng điện áp định mức đã ghi trên nhãn .
- Nên chọn điện áp thiết bị bằng điện áp pha của lưới điện



# 5. ĐO LƯỜNG ĐIỆN

## 5.1. Khái niệm chung về đo lường điện

### 5.1.1. Định nghĩa

Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng đại lượng cần đo với đơn vị của đại lượng đo

### 5.1.2. Các loại sai số của phép đo và cấp chính xác

*a. Sai số tuyệt đối*

*b. Sai số tương đối*

*c. Cấp chính xác của dụng cụ đo*

*d. Độ nhạy của dụng cụ đo*

## 5.2. Cơ cấu biến đổi điện cơ

### a. Định nghĩa

Dụng cụ đo trong đó tín hiệu vào là dòng điện còn tín hiệu ra là góc quay của kim chỉ thị.

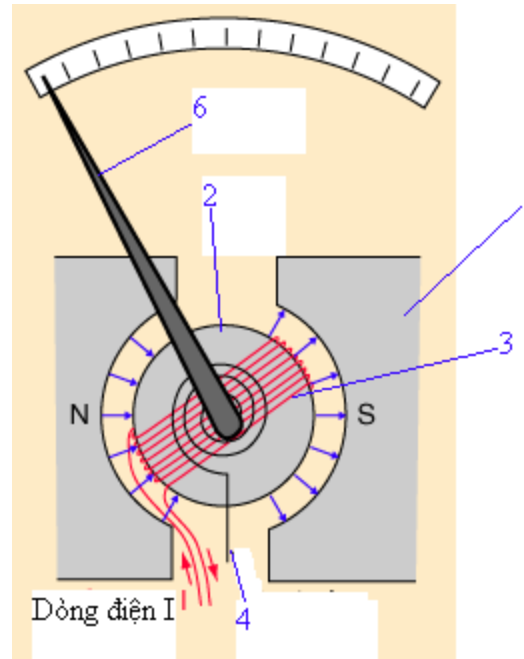
### b. Phân loại

- Cơ cấu kiểu từ điện
- Cơ cấu kiểu điện từ
- Cơ cấu kiểu điện động
- Cơ cấu kiểu cảm ứng
- Cơ cấu kiểu tĩnh điện

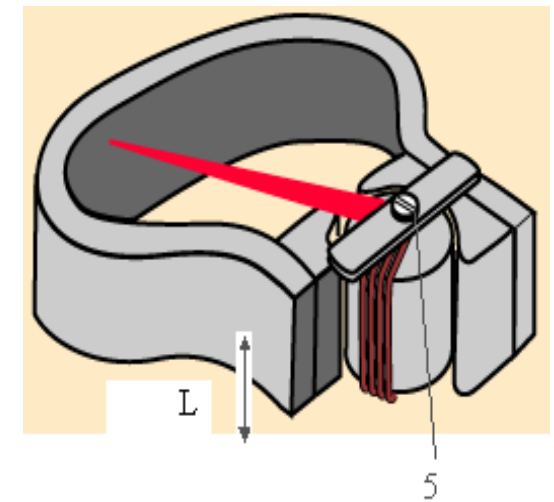
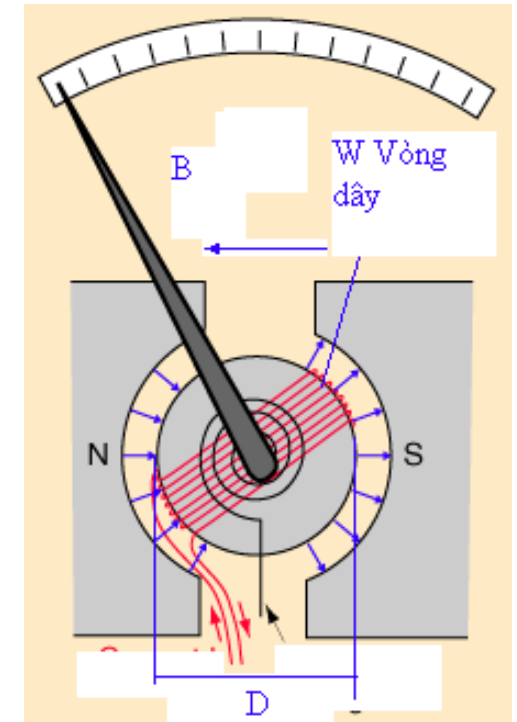
## 5.2.1. Cơ cấu đo kiểu từ điện

a. Cấu tạo

b. Nguyên lý làm việc



CƠ CẤU ĐO KIỂU TỪ ĐIỆN



Mối quan hệ giữa góc lệch  $\alpha$  kim chỉ thị và dòng điện cần đo:

$$\alpha = S.I$$

## c. Đặc điểm và ứng dụng

*Ưu điểm:*

- Độ chính xác cao
- Thang đo chia độ đều
- Độ nhạy lớn

*Nhược điểm:*

- Chỉ đo được dòng một chiều
- Khả năng quá tải kém
- Cấu tạo phức tạp

*Ứng dụng*

- Dụng cụ đo dòng điện, điện áp một chiều
- Đo điện trở, đồng hồ vạn năng

## 5.2.2. Cơ cấu đo kiểu điện từ

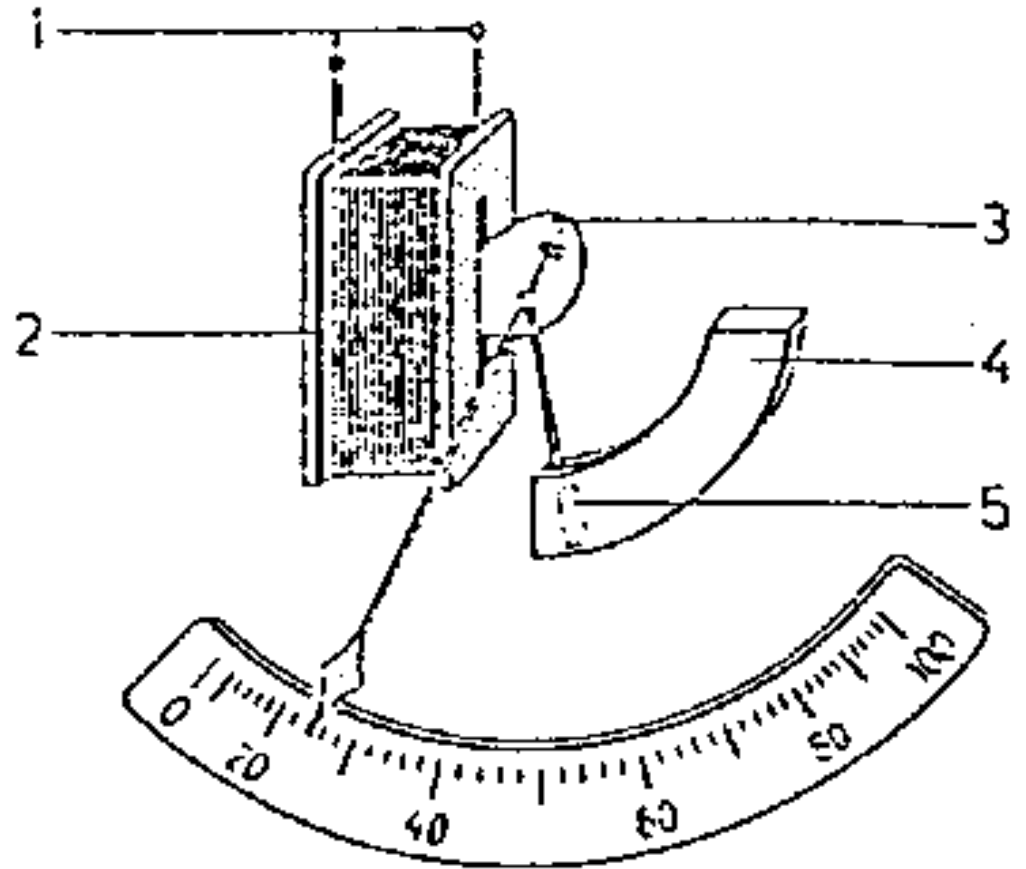
Xét cơ cấu kiểu cuộn dây phẳng

a. Cấu tạo

b. Nguyên lý làm việc

Mối quan hệ giữa góc lệch  $\alpha$  của kim chỉ thị và dòng điện cần đo I:

$$\alpha = S \cdot I^2$$



## c. Đặc điểm và ứng dụng

### *Ưu điểm*

- Đo được dòng xoay chiều và một chiều
- Khả năng chịu quá tải lớn
- Cấu tạo đơn giản

### *Nhược điểm*

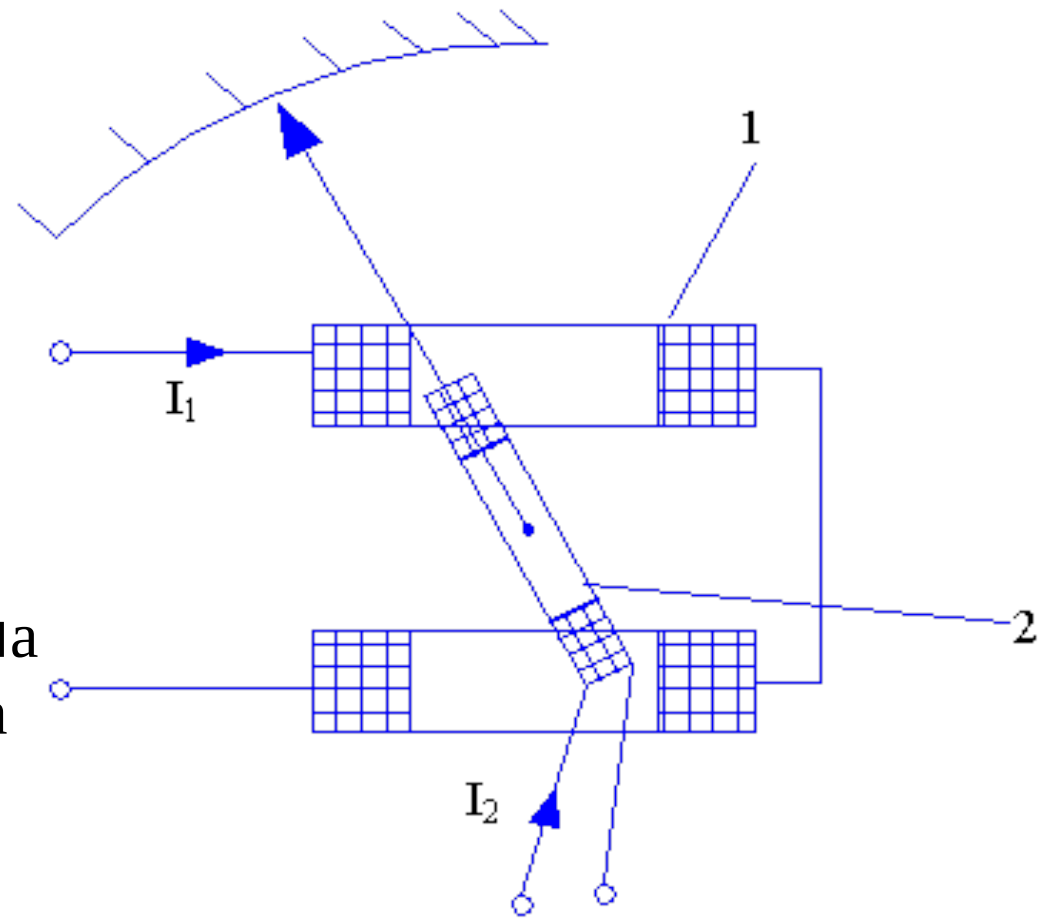
- Độ chính xác không cao
- Thang đo chia độ không đều

### *Ứng dụng*

Chế tạo các ampe kế, vôn kế một chiều và xoay chiều

## 5.2.3. Cơ cấu đo kiểu điện động

### a. Cấu tạo



### b. Nguyên lý làm việc

Mối quan hệ giữa góc lệch của kim chỉ thị  $\alpha$  với 2 dòng điện cần đo:

$$\alpha = S \cdot I_1 \cdot I_2$$

## c. Đặc điểm và ứng dụng

### *Ưu điểm*

- Độ chính xác cao
- Đo được cả dòng một chiều và xoay chiều

### *Nhược điểm*

- Khả năng quá tải kém
- Cấu tạo phức tạp

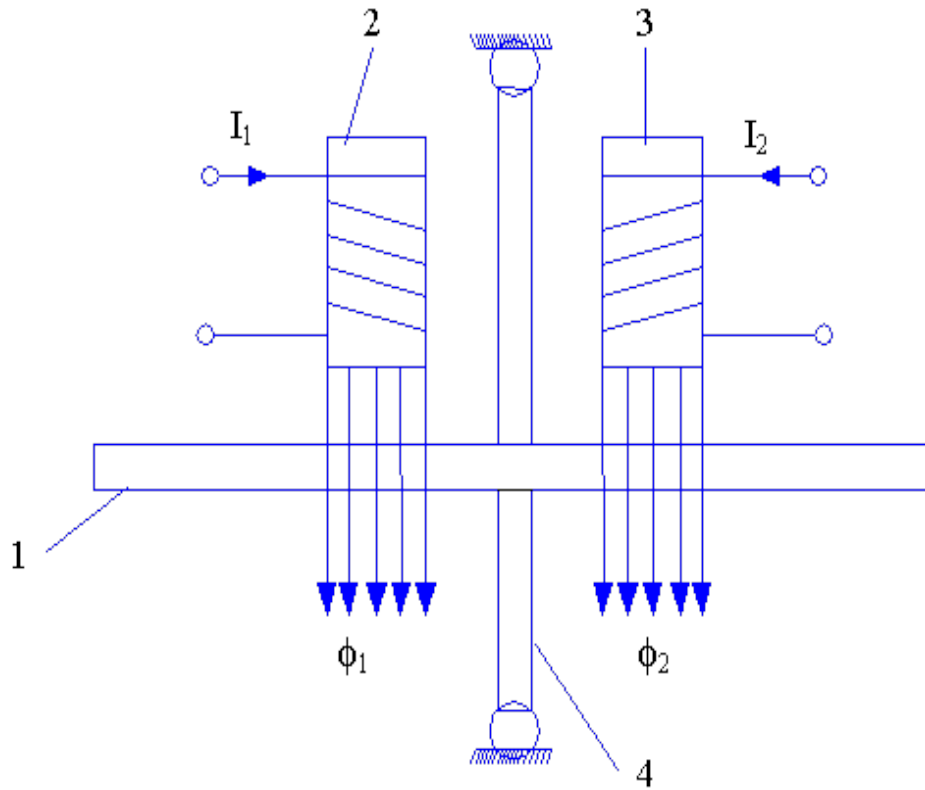
### *Ứng dụng*

Chế tạo các ampe kế, vôn kế một chiều và xoay chiều  
Dụng cụ đo công suất (oát kế)



## 5.2.4. Cơ cấu đo kiểu cảm ứng

### a. Cấu tạo



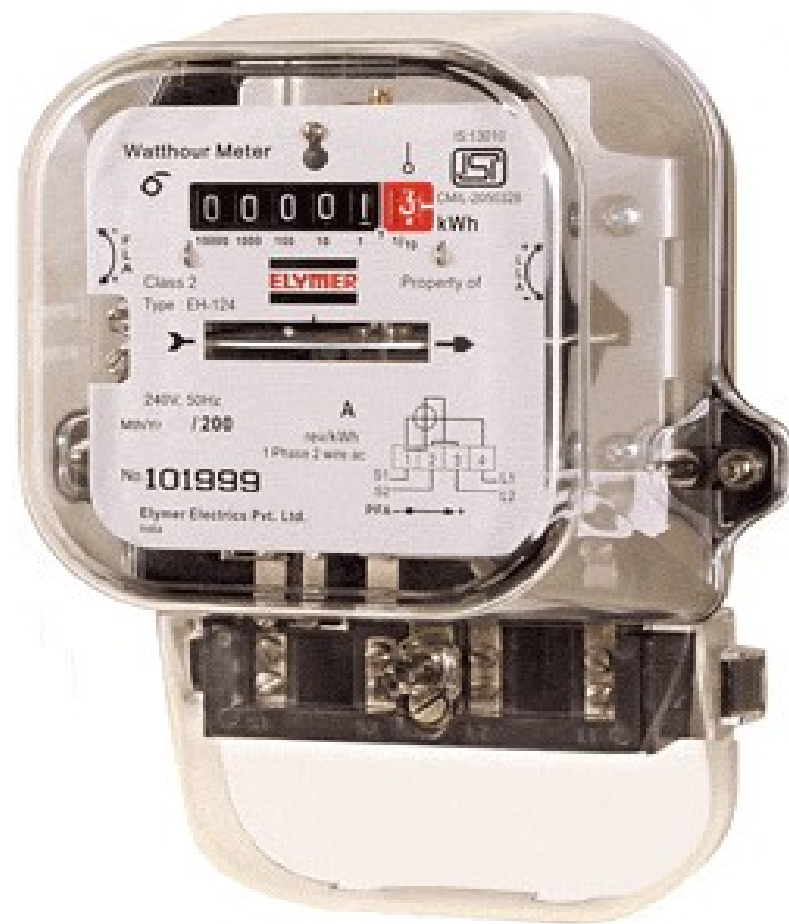
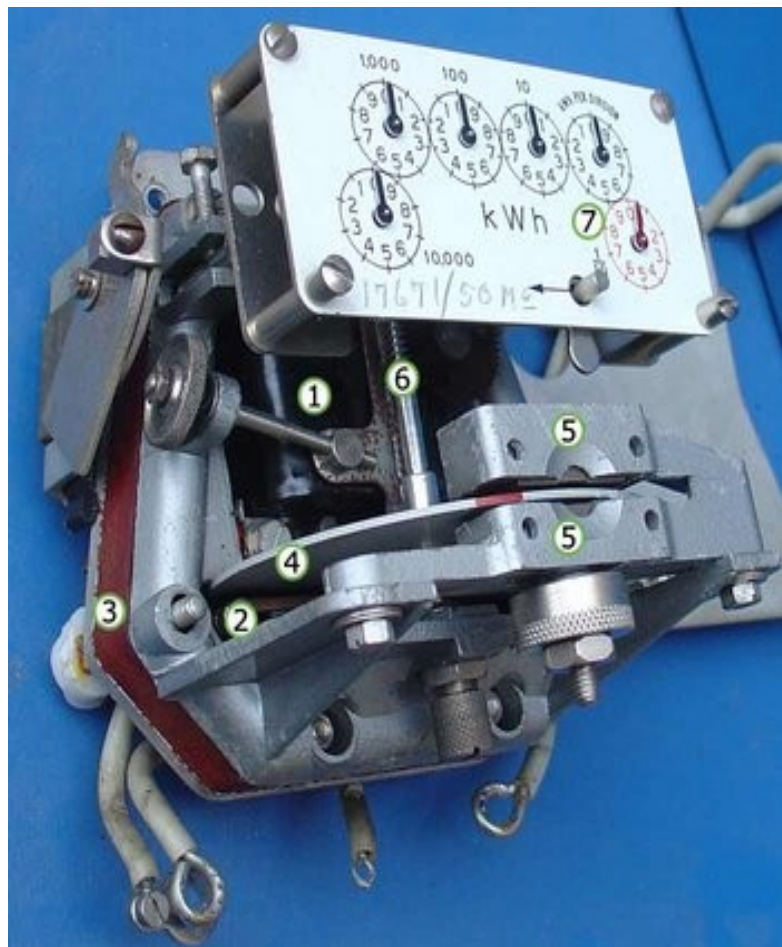
### b. Nguyên lý làm việc

Lượng điện năng tiêu thụ  $A$  trong khoảng thời gian  $\Delta t$ :

$$A = P \cdot \Delta t = C \cdot N \quad (N : \text{số vòng quay của đĩa nhôm})$$

## c. Ứng dụng

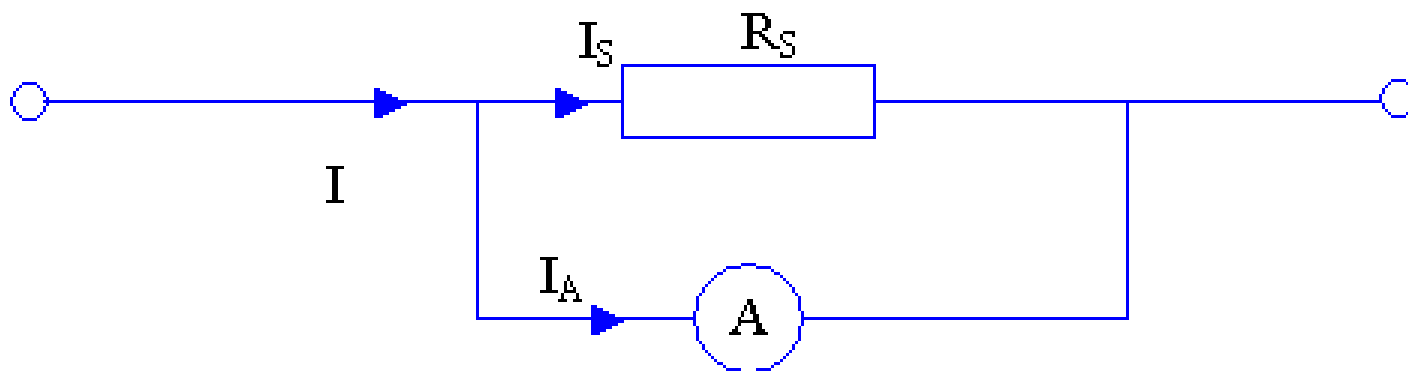
Chế tạo công tơ đo điện năng



## 5.3. Đo dòng điện và điện áp

### 5.3.1. Đo dòng điện

- Mắc ampe kế nối tiếp với phụ tải có dòng điện cần đo chạy qua
- Mở rộng thang đo một chiều, dùng điện trở sôn (shunt)  $R_s$  nối song song với cơ cấu đo

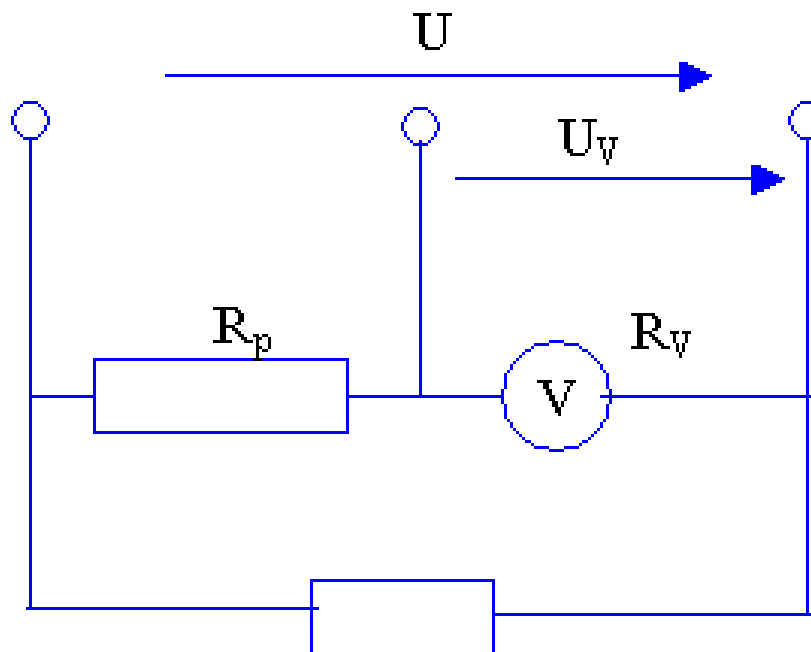


- Hệ số mở rộng thang đo  $K$ :

$$K = R_A / R_s + 1$$

### 5.3.2. Đo điện áp

- Mắc vôn kế song song với mạch điện có điện áp cần đo
- Mở rộng thang đo bằng cách mắc thêm điện trở phụ nối tiếp với vôn kế



- Hệ số mở rộng thang đo K:

$$K = R_p / R_v + 1$$

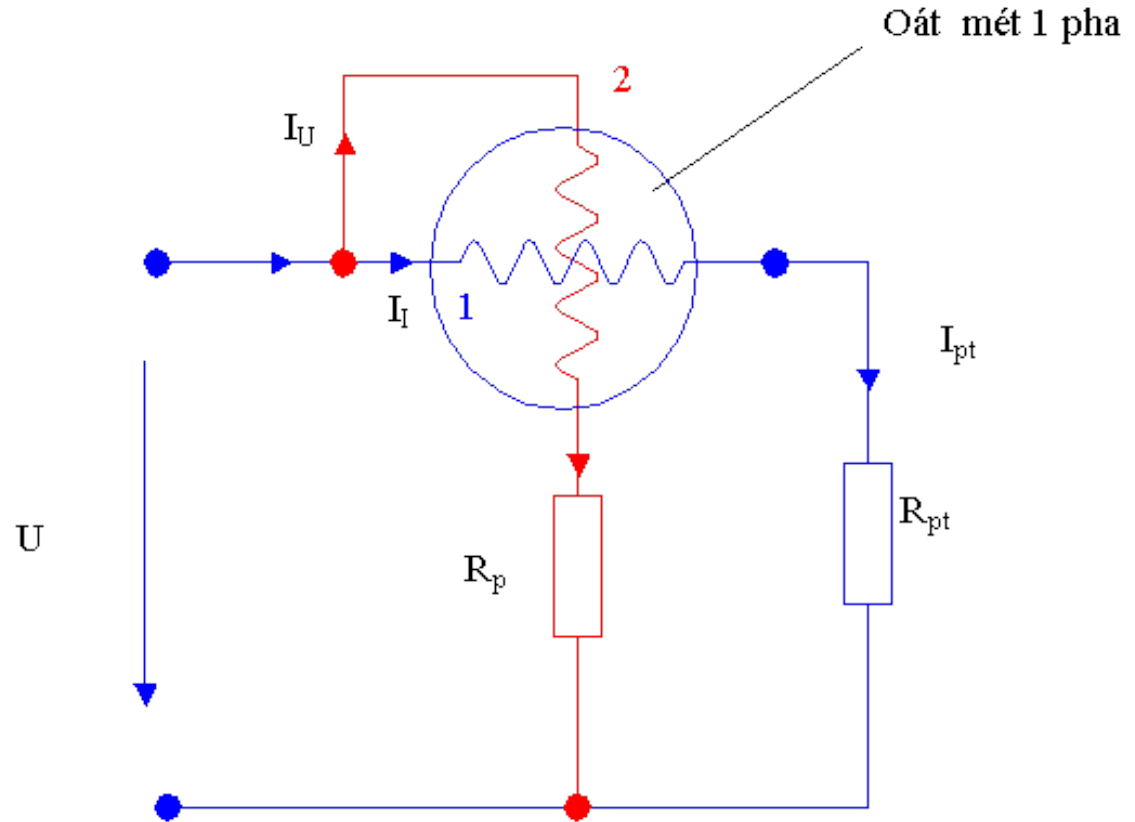
## 5.4. Đo công suất

### 5.4.1. Đo công suất mạch điện sin một pha

Oát mét hay dụng cụ đo công suất thường chế tạo theo cơ cấu kiểu điện động

$$M_q \sim P_{pt} = UI \cos\varphi$$

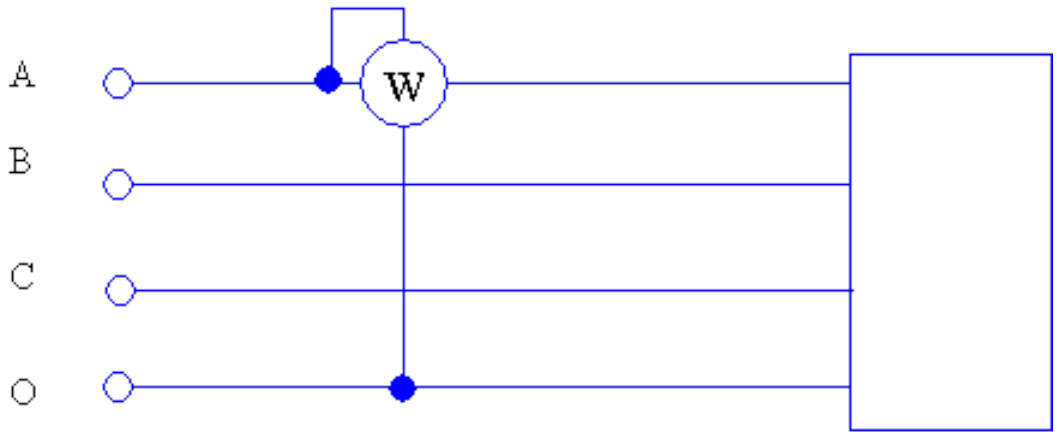
$M_q$  của Oát mét tỉ lệ với công suất tác dụng của phụ tải nên được dùng để đo công suất



# 5.4.2. Đo công suất mạch điện ba pha

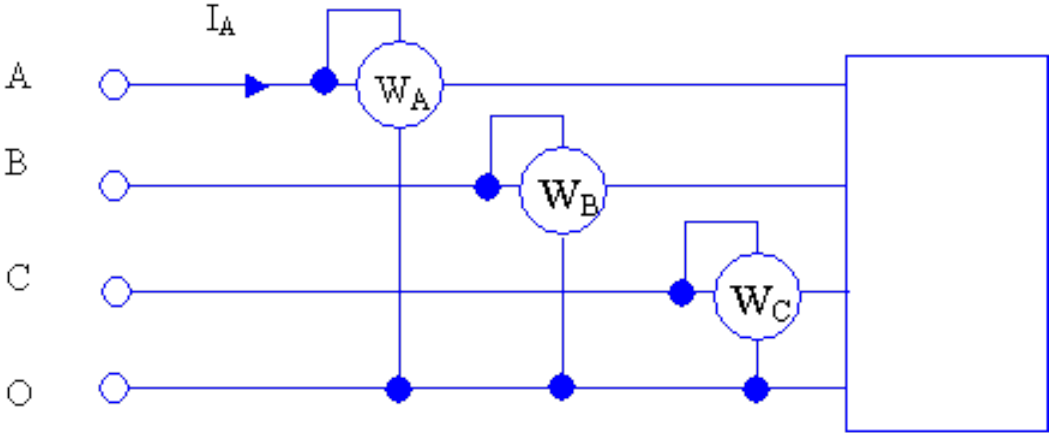
a. Mạch điện 3 pha 4 dây đối xứng

$$P_{3p} = 3.P_{1p}$$



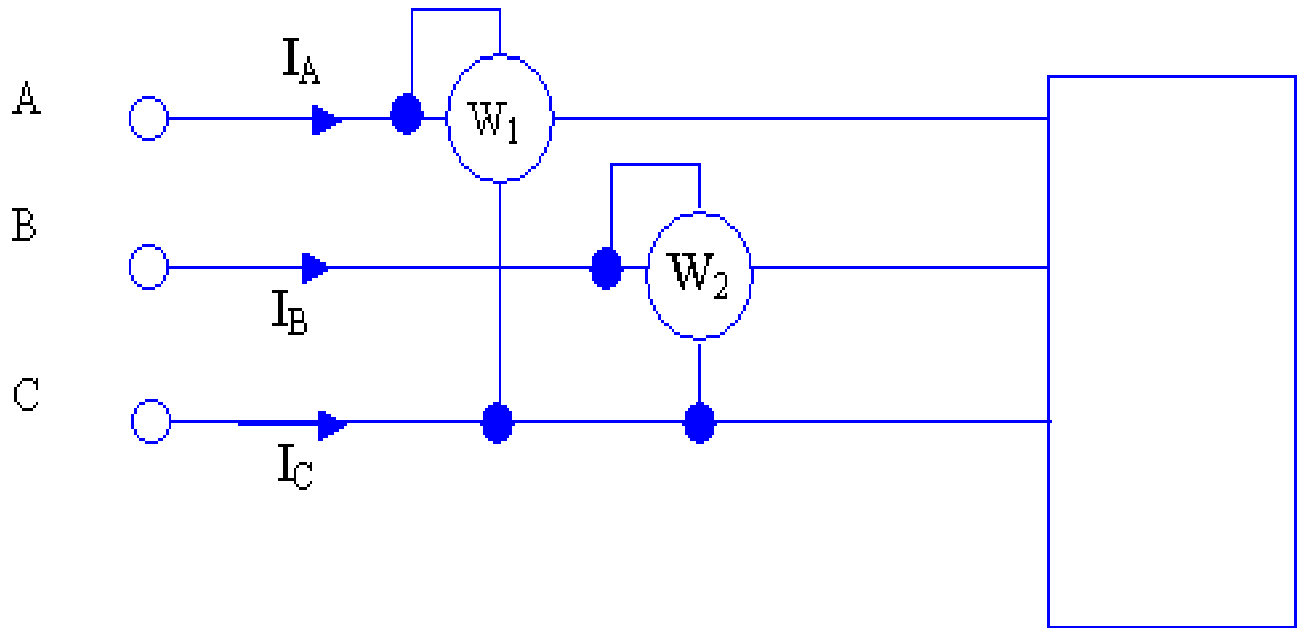
b. Mạch điện 3 pha 4 dây không đối xứng

$$P_{3p} = P_A + P_B + P_C$$



### c. Mạch điện 3 pha 3 dây không đối xứng

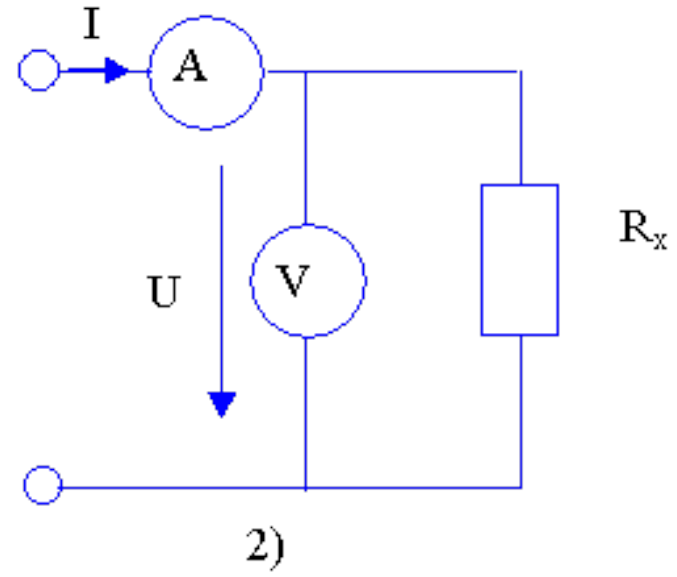
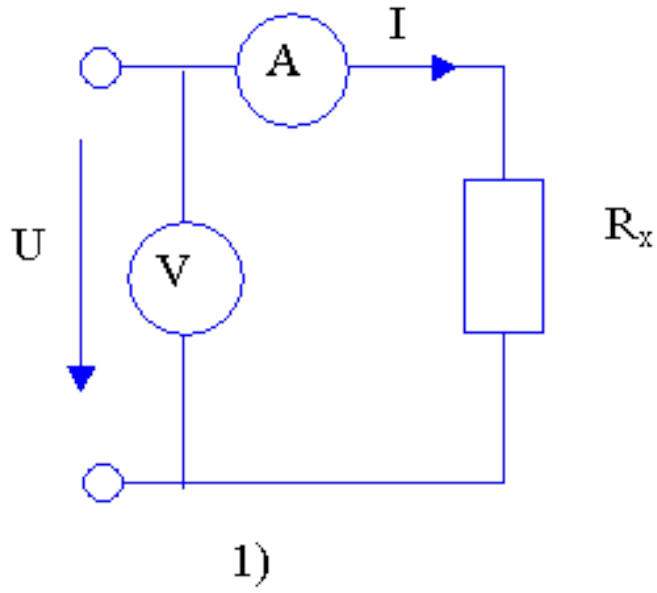
$$P_{3p} = P_1 + P_2$$



Chế tạo Oát kế 3 pha hai phần tử

## 5.5. Đo điện trở

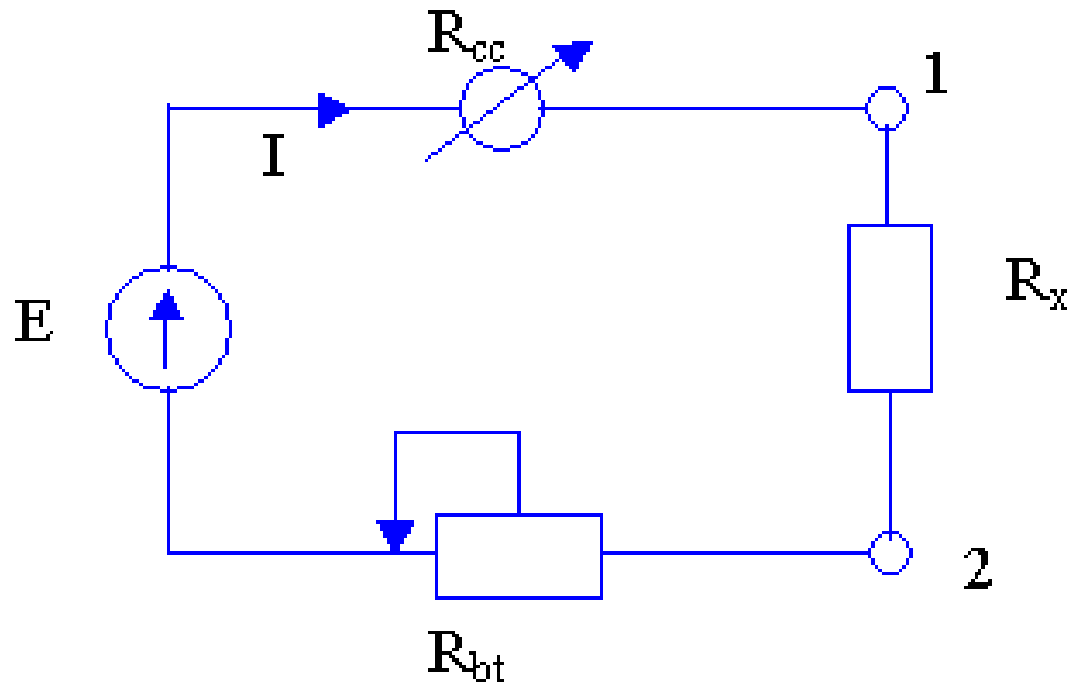
### 5.5.1. Đo gián tiếp



Điện trở cần đo:  $R_x = U/I$



## 5.5.2. Đo bằng Ôm kế



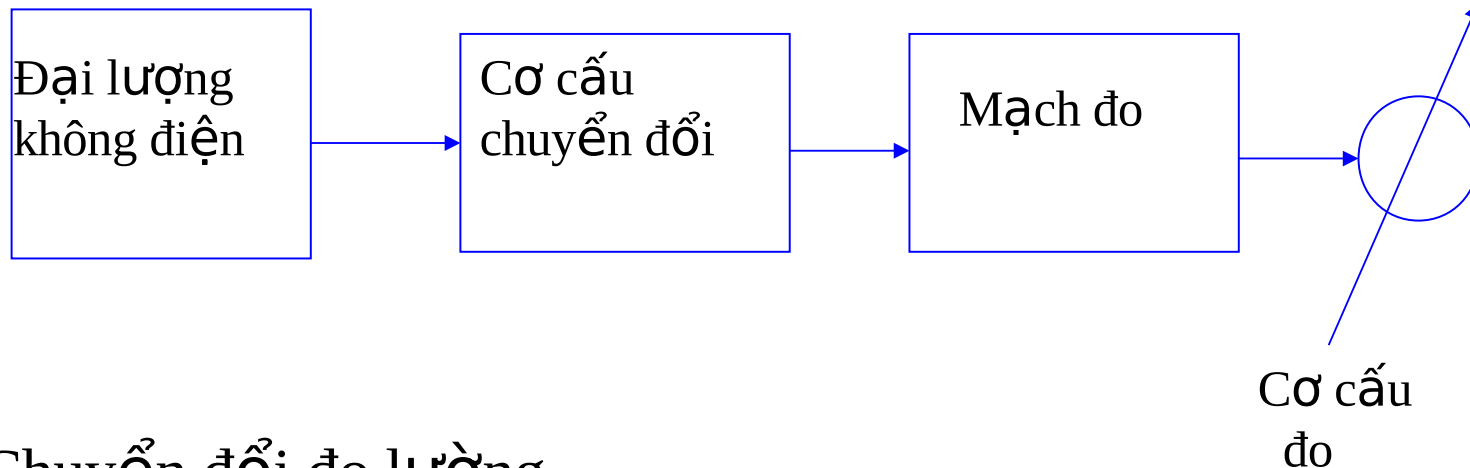
Dòng điện đi qua cơ cấu đo:  $I = E / (R_{bt} + R_x)$

Trước khi đo cần ngắt mạch 1, 2 để chỉnh kim về vị trí 0

## 5.6. Khái niệm về đo lường các đại lượng không điện

### 5.6.1. Khái niệm chung và chuyển đổi đo lường

#### a. Khái niệm chung

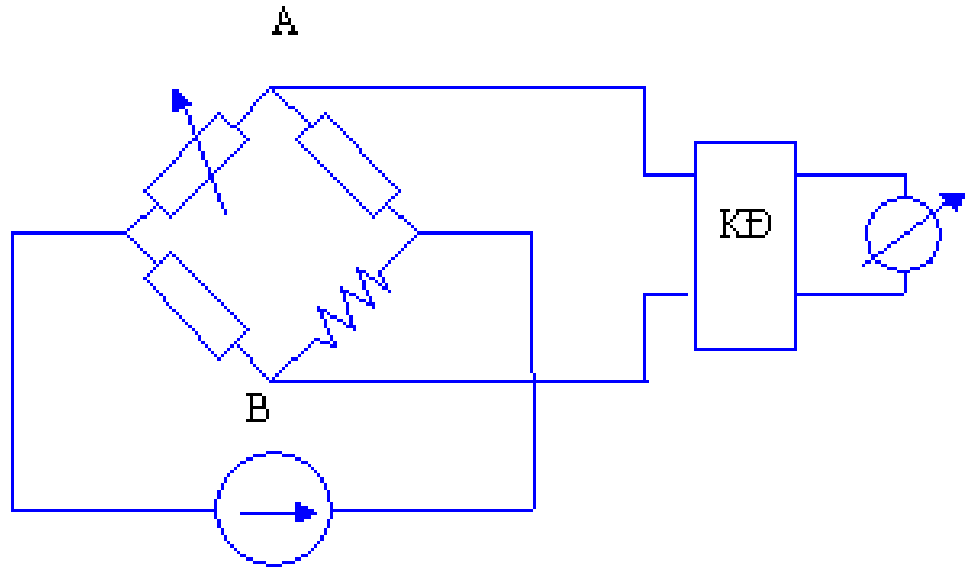


#### b. Chuyển đổi đo lường

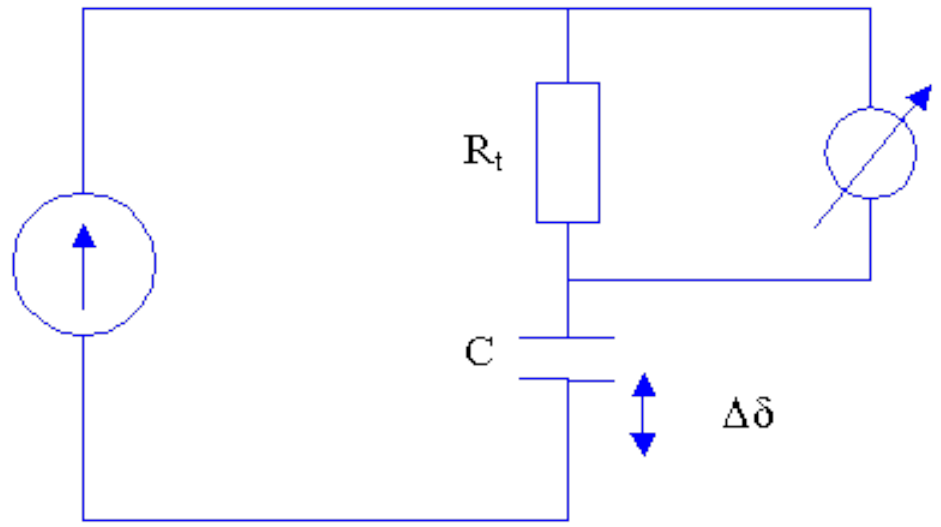
- Chuyển đổi điện trở
- Chuyển đổi điện từ
- Chuyển đổi điện dung
- Chuyển đổi nhiệt điện

# 5.6.2. Một số mạch đo lường các đại lượng không điện

a. Đo Ứng suất

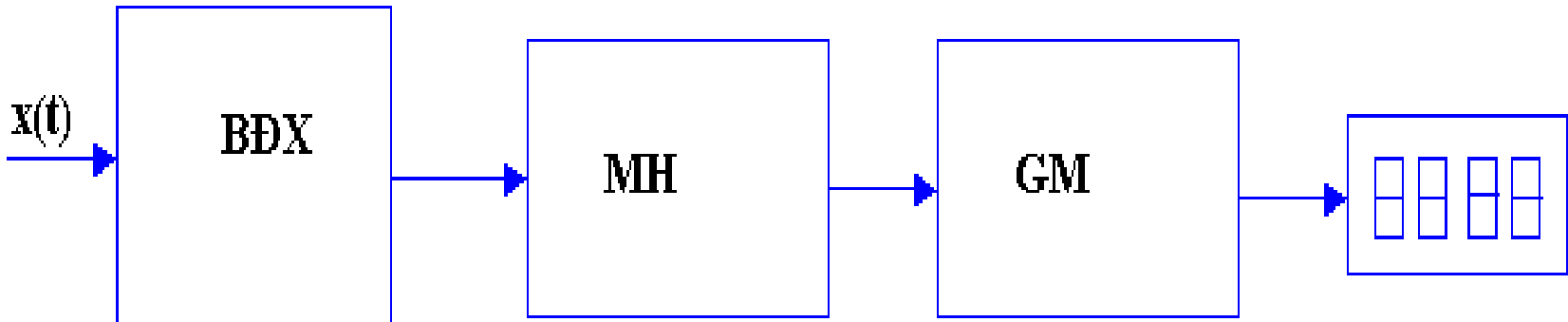


b. Đo sự di chuyển

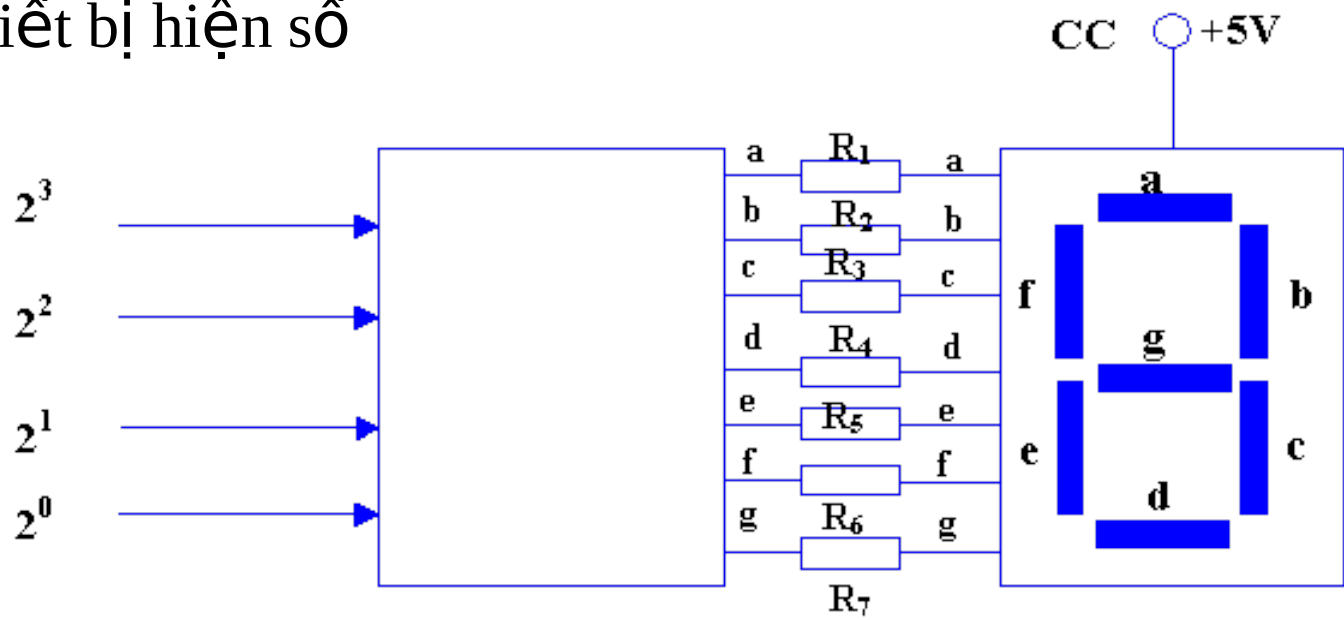


# 5.7. Đo lường số

## 5.7.1. Nguyên lý của chỉ thị số



## 5.7.2. Thiết bị hiện số



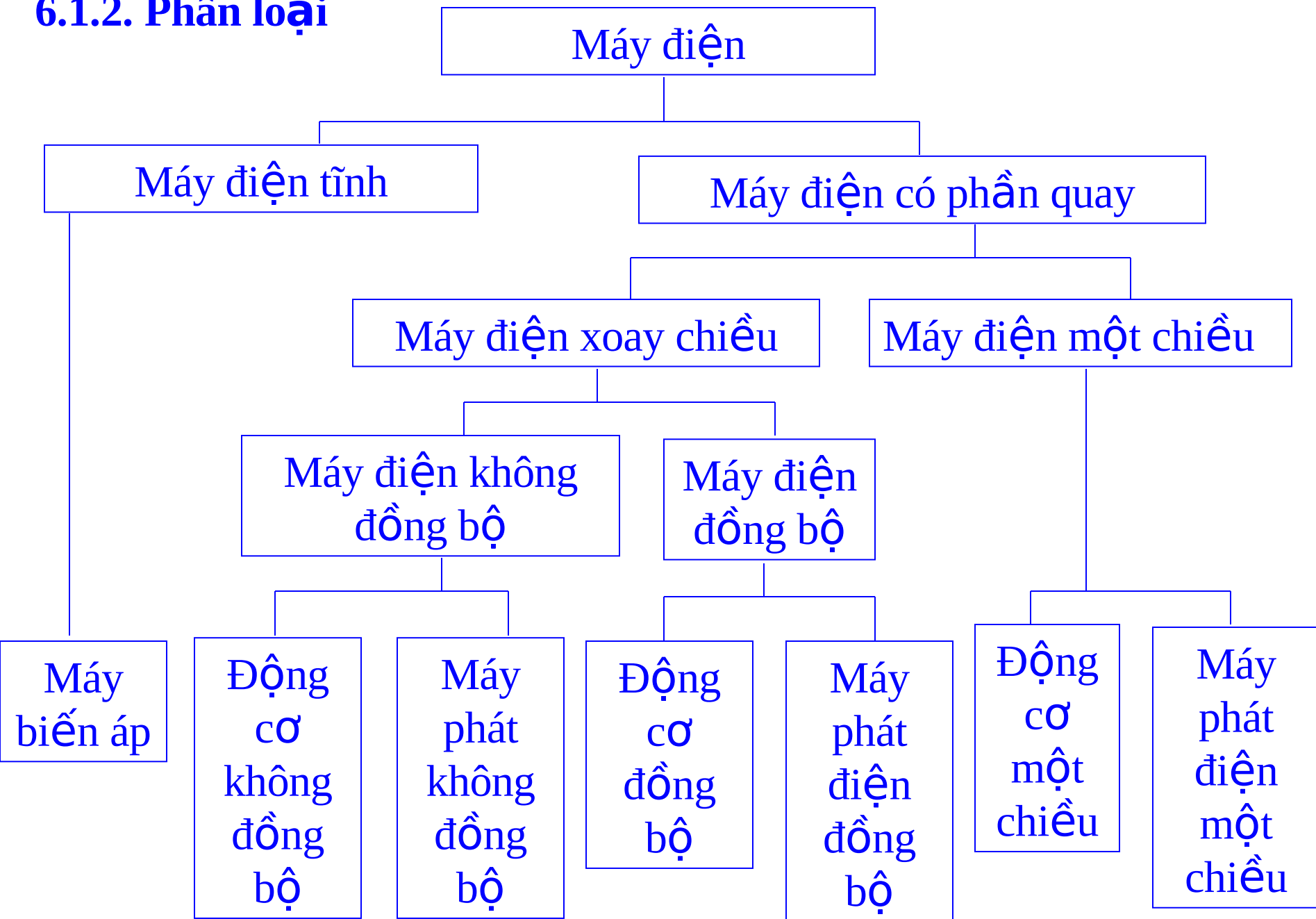
# 6. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

## 6.1. Định nghĩa và phân loại

### 6.1.1. Định nghĩa

Máy điện là thiết bị điện từ, nguyên lý làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ và tương tác giữa từ trường và dòng điện, dùng để biến đổi cơ năng thành điện năng (MFĐ) hoặc ngược lại (ĐCĐ) hoặc dùng để biến đổi thông số điện năng (MBA), ...

## 6.1.2. Phân loại



## 6.2. Các định luật điện từ cơ bản dùng trong máy điện

6.2.1. Định luật cảm ứng điện từ

a) Trường hợp từ thông  $\Phi$  biến thiên xuyên qua vòng dây.

b) Trường hợp thanh dẫn  $e$  chuyển động trong từ trường.

$$e = B.l.v$$

6.2.2. Định luật lực điện từ

$$F = B.l.i$$

6.2.3. Định luật mạch từ

## **6.3. Vật liệu chế tạo máy điện**

6.3.1. Vật liệu dẫn điện

6.3.2. Vật liệu dẫn từ

6.3.3. Vật liệu cách điện

6.3.4. Vật liệu kết cấu



## 6.4. Phát nóng và làm mát máy điện

Tổn hao trong máy điện:

- Tổn hao sắt từ
- Tổn hao đồng trong điện trở dây quấn
- Tổn hao do ma sát

## 6.5. Phương pháp nghiên cứu máy điện

- Nghiên cứu các hiện tượng vật lí xảy ra trong máy điện
- Xây dựng mô hình toán của máy điện
- Thiết lập mạch điện thay thế của máy điện
- Xây dựng đặc tính, nghiên cứu, và sử dụng theo yêu cầu

# 7. MÁY BIẾN ÁP

## 7.1. Khái niệm chung về máy biến áp

### 7.1.1. Định nghĩa và các lượng định mức

#### a. Định nghĩa

Máy biến áp là thiết bị điện từ tĩnh, làm việc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi hệ thống điện xoay chiều ( $U_1, I_1, f$ ) thành ( $U_2, I_2, f$ )

#### b. Các lượng định mức

- Điện áp định mức :  $U_{1đm}, U_{2đm}$

- Dòng điện định mức :  $I_{1đm}, I_{2đm}$

- Công suất định mức :  $S_{đm}$

## 7.1.2. Công dụng của máy biến áp

- Công dụng của máy biến áp là truyền tải và phân phối điện năng trong hệ thống điện

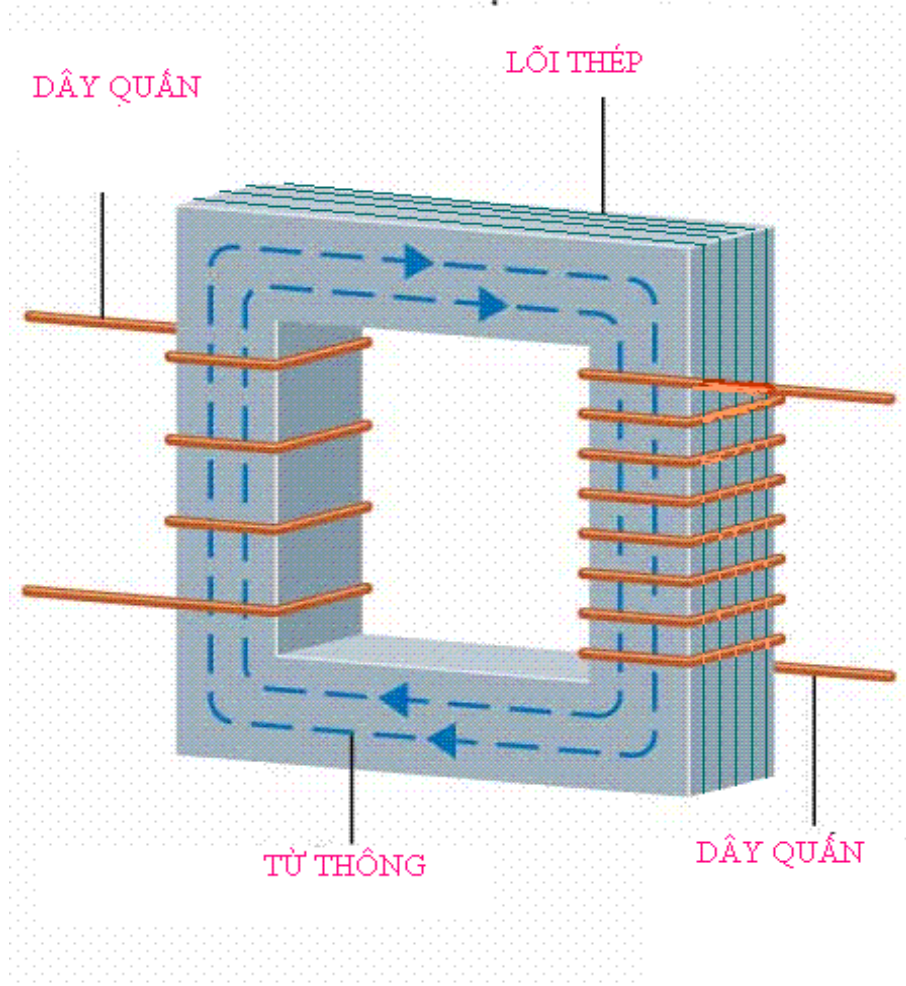


- Máy biến áp còn được dùng rộng rãi :  
Trong kỹ thuật hàn, thiết bị lò nung, kỹ thuật vô tuyến điện, lĩnh vực đo lường, làm nguồn cho thiết bị điện, điện tử v.v.

# 7.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy biến áp

## 7.2.1. Cấu tạo

Gồm hai bộ phận chính: lõi thép và dây quấn



## 7.2.2. Nguyên lý làm việc của máy biến áp

Theo định luật cảm ứng điện từ:

$$e_1 = - W_1 \cdot d\Phi/dt$$

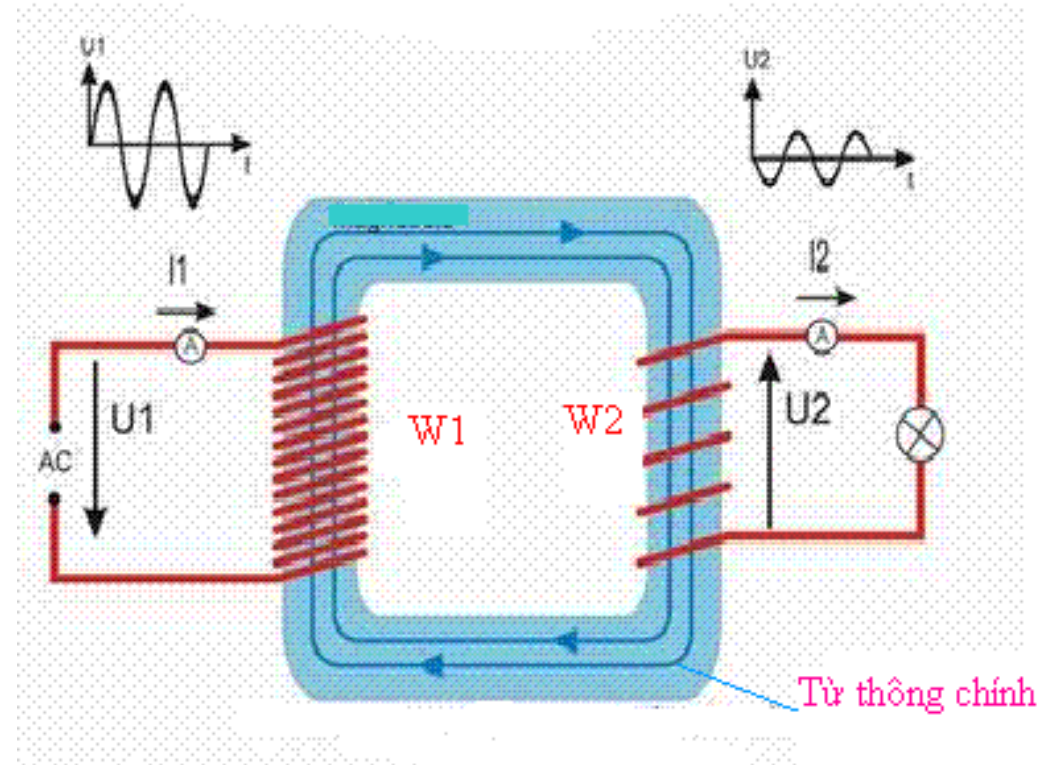
$$e_2 = - W_2 \cdot d\Phi/dt$$

Hệ số biến áp k:

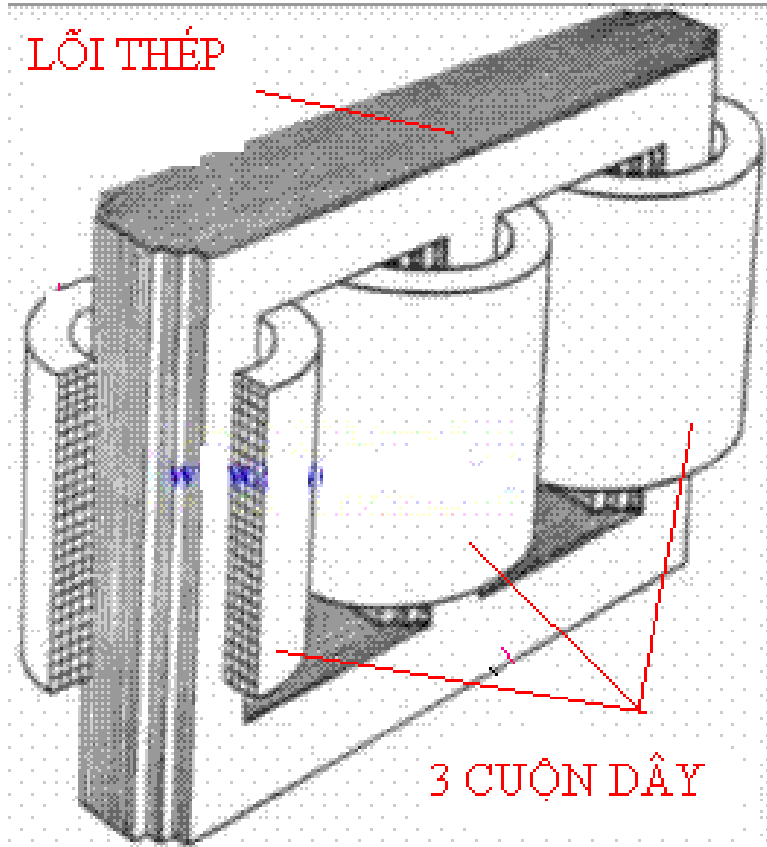
$$k = E_1 / E_2 = W_1 / W_2$$

Bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra ngoài không khí:

$$k = E_1 / E_2 \approx U_1 / U_2$$



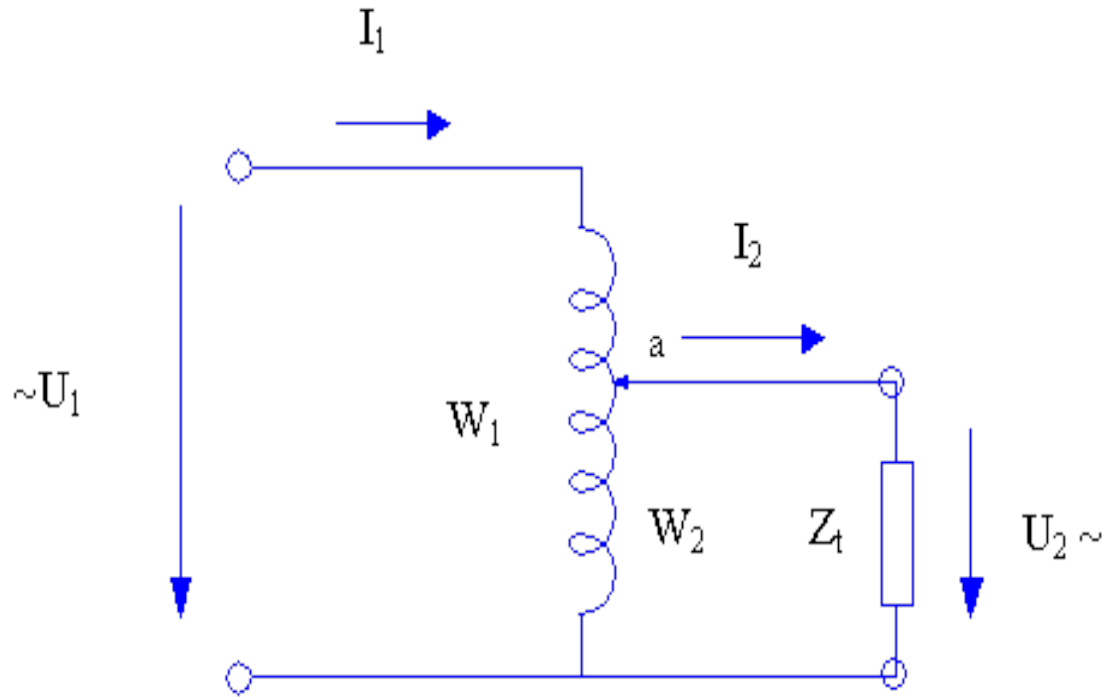
## 7.2.3 Máy biến áp ba pha



Để biến đổi điện áp của hệ thống điện ba pha

## 7.2.4. Các máy biến áp đặc biệt

### a) Máy biến áp tự ngẫu



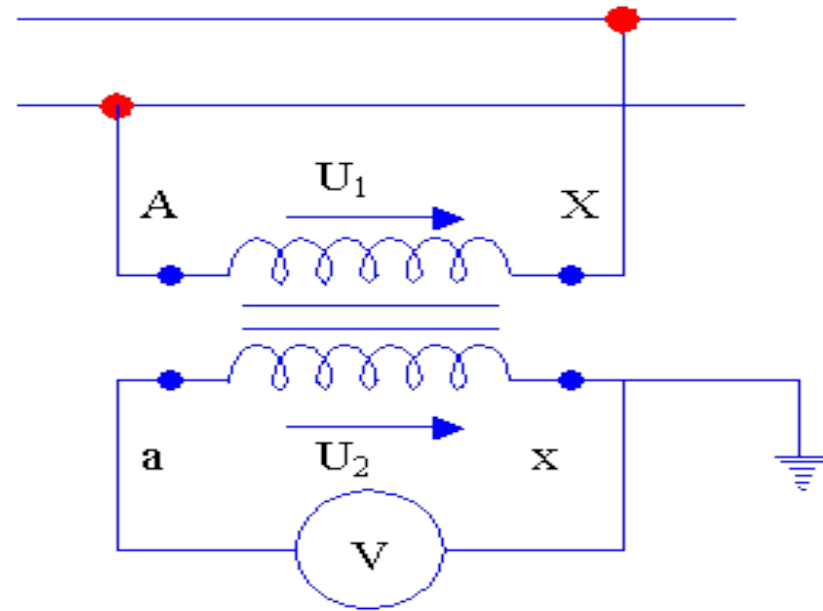
Máy biến áp tự ngẫu trong đó cuộn thấp áp là một phần cuộn cao áp

$$U_1/U_2 = W_1/W_2 \Rightarrow U_2 = U_1 \cdot W_2/W_1$$

## b) Máy biến áp đo lường

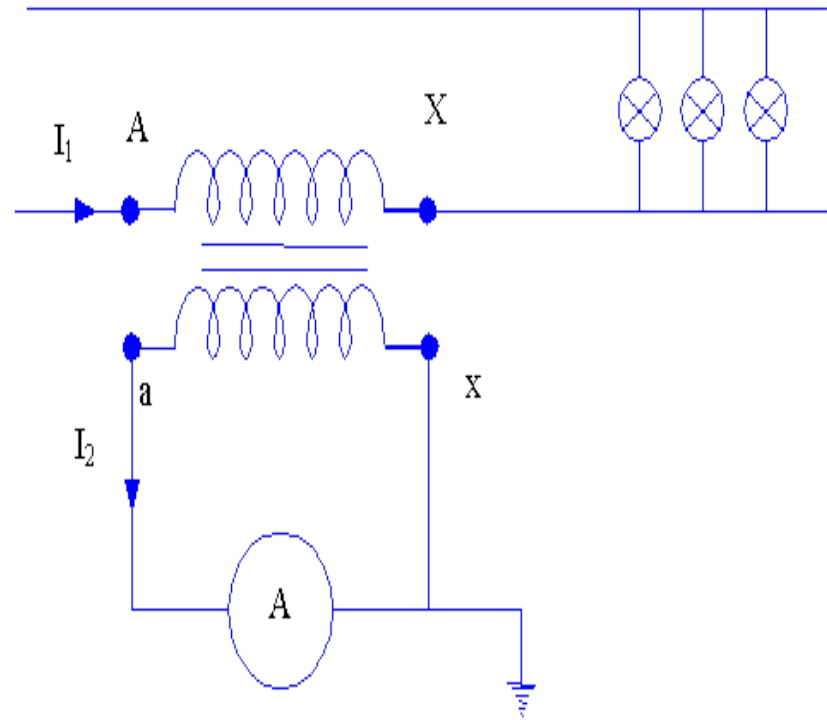
### - Máy biến điện áp

Dùng biến đổi điện áp xoay chiều rất cao xuống điện áp thấp để đo lường bằng các dụng cụ thông thường



### - Máy biến dòng điện

Dùng biến đổi dòng điện xoay chiều lớn xuống dòng điện nhỏ để đo lường

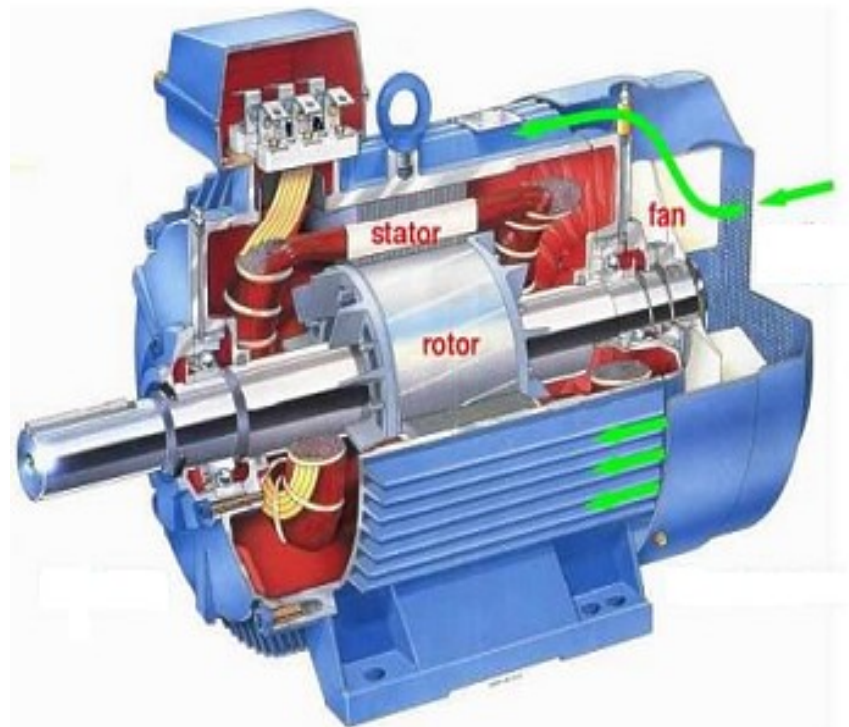
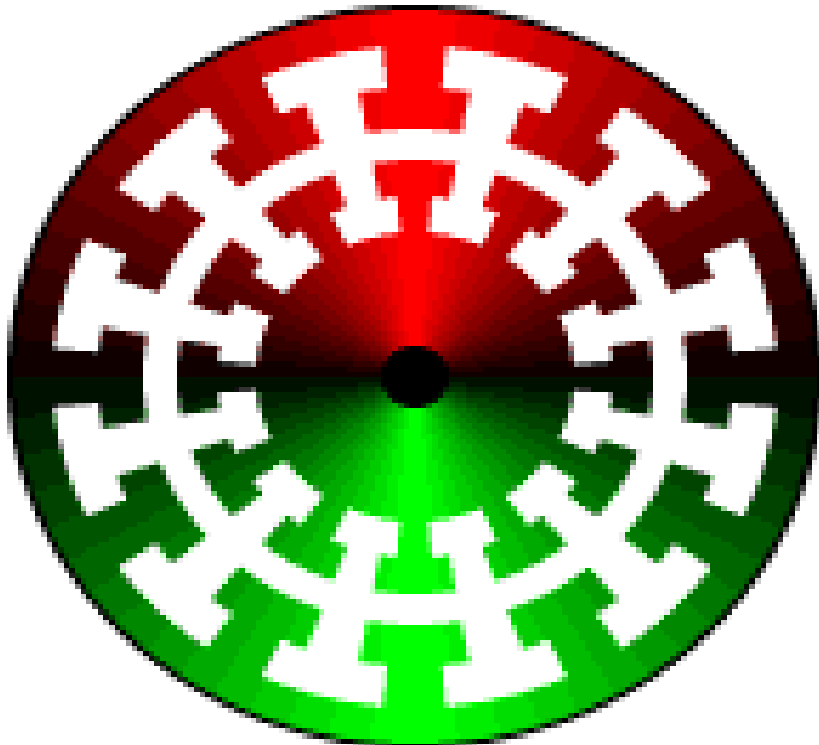




# 8. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## 8.1. Khái niệm chung

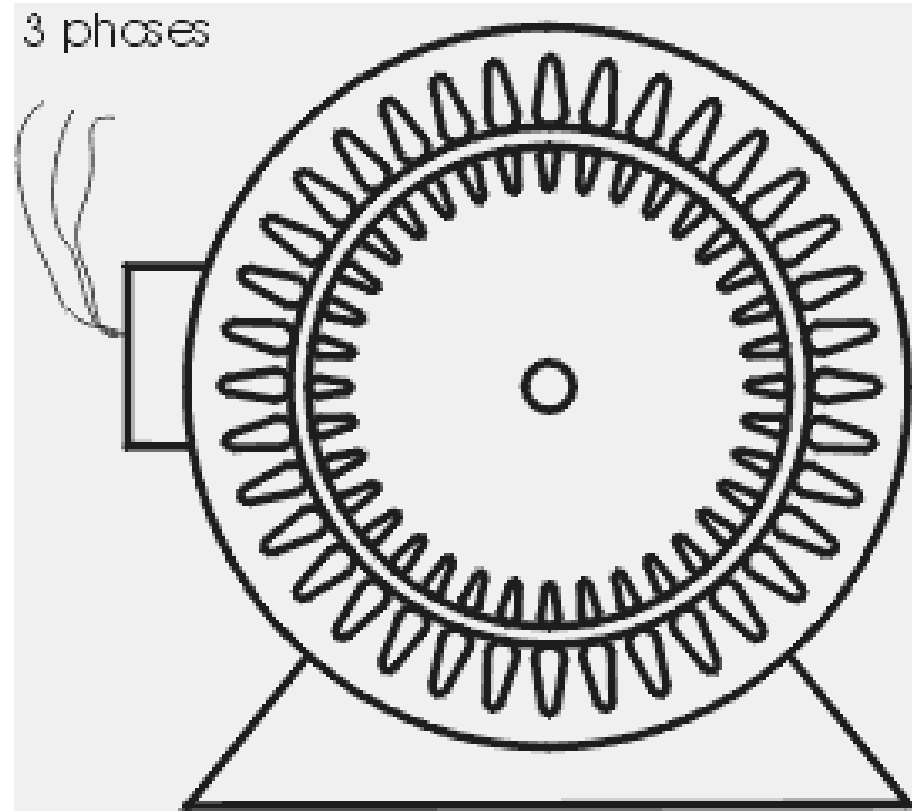
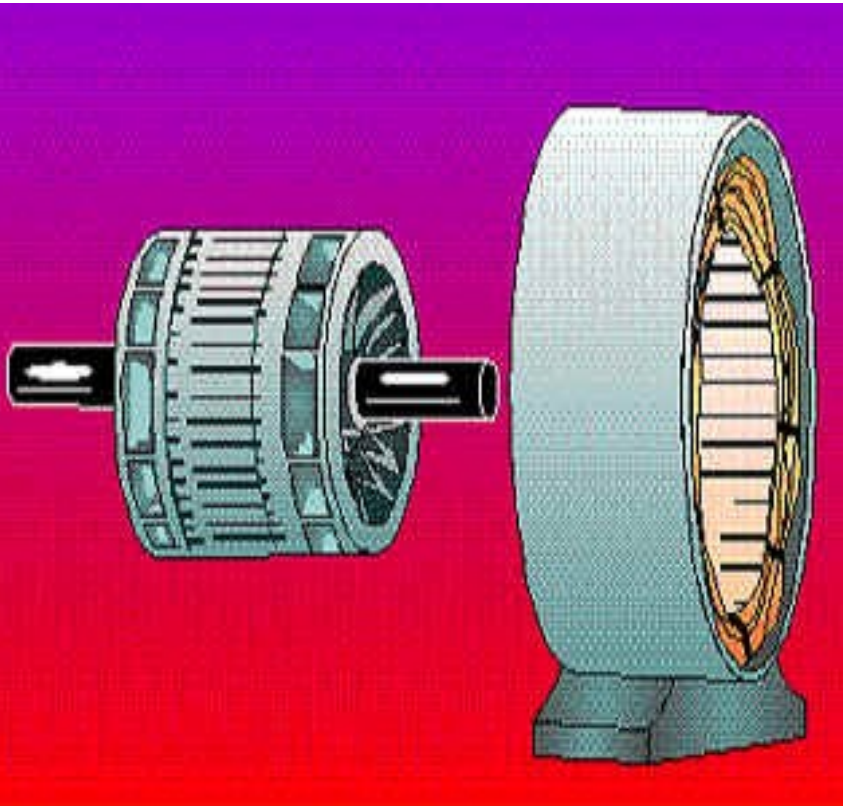
Máy điện không đồng bộ là loại máy điện có phần quay, làm việc với điện xoay chiều, theo nguyên lí cảm ứng điện từ, có tốc độ quay của rôto khác với tốc độ quay của từ trường.



## 8.2. Cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha

Gồm hai phần chính:

1. Phần tĩnh ( Stator: Stator, xtato)
2. Phần quay ( Rotor: Rôto)



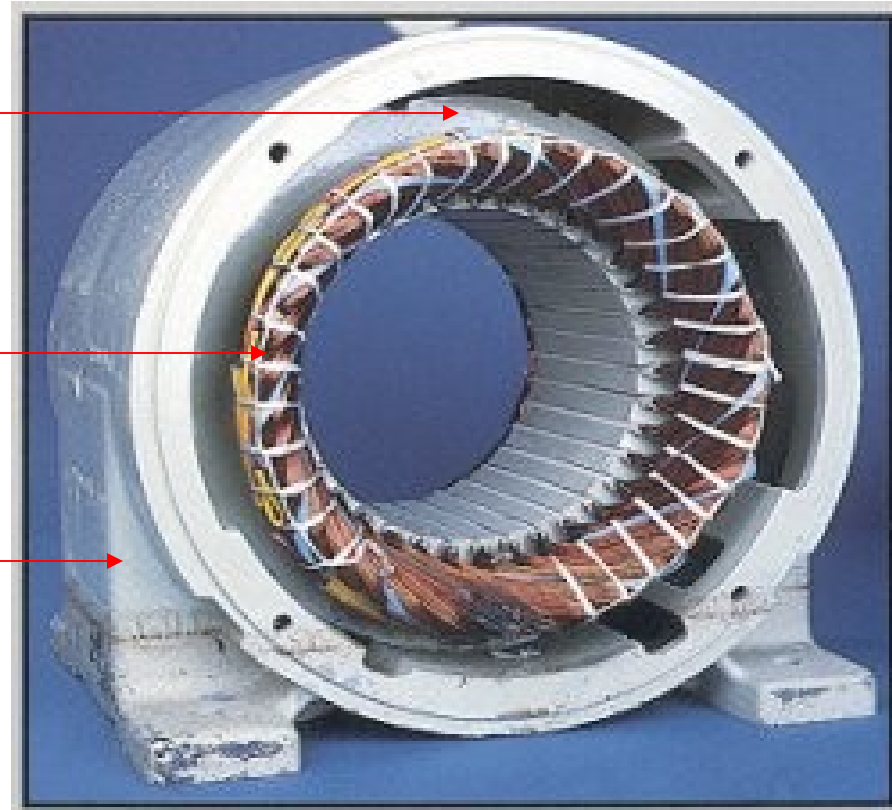
## 8.2.1. Phần tĩnh (Stator)

Phần tĩnh gồm các bộ phận là lõi thép và dây quấn, ngoài ra có vỏ máy và nắp máy

**Lõi thép**

**Dây quấn**

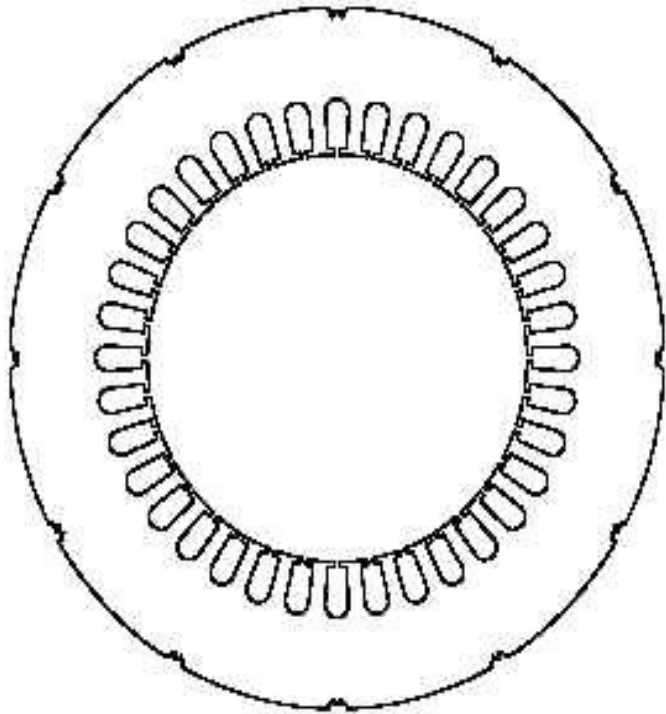
**Vỏ máy**



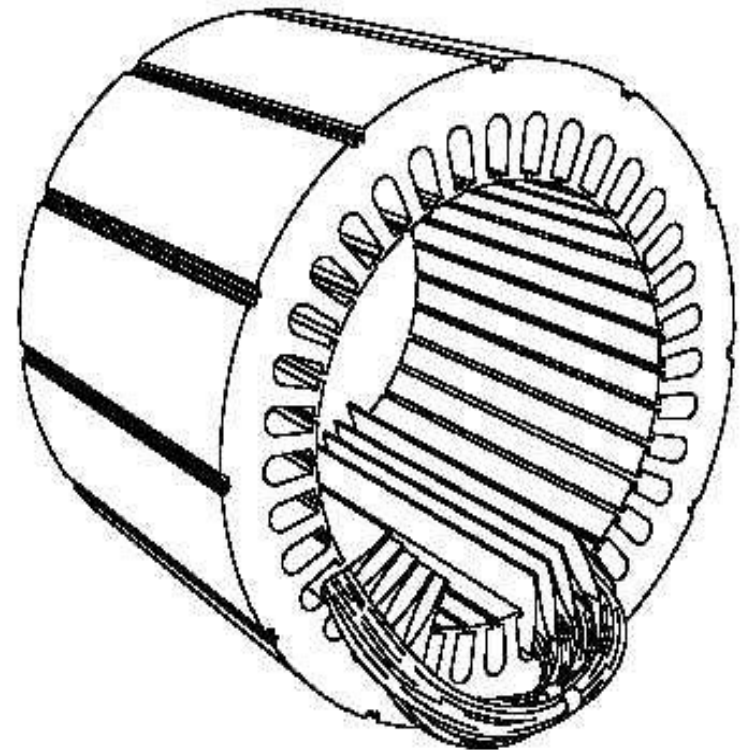
## a. Lõi thép

Lõi thép stato hình trụ do các lá thép kỹ thuật điện được dập rãnh bên trong, ghép lại với nhau

### Lá thép kỹ thuật điện

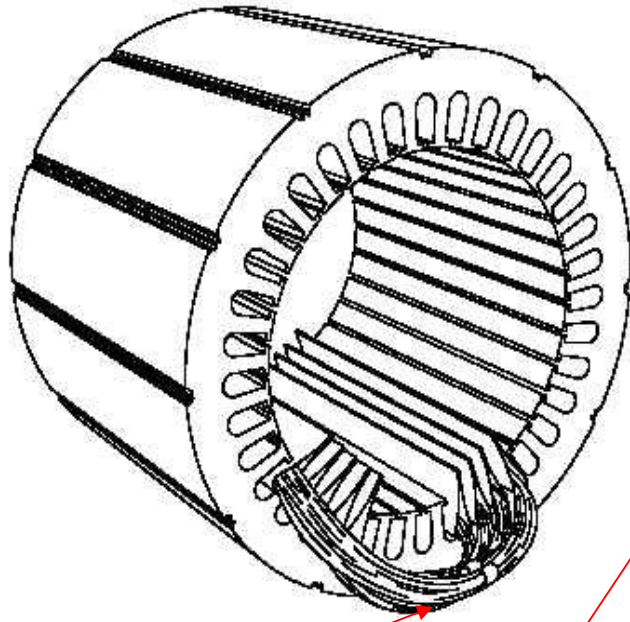


### Lõi thép stato



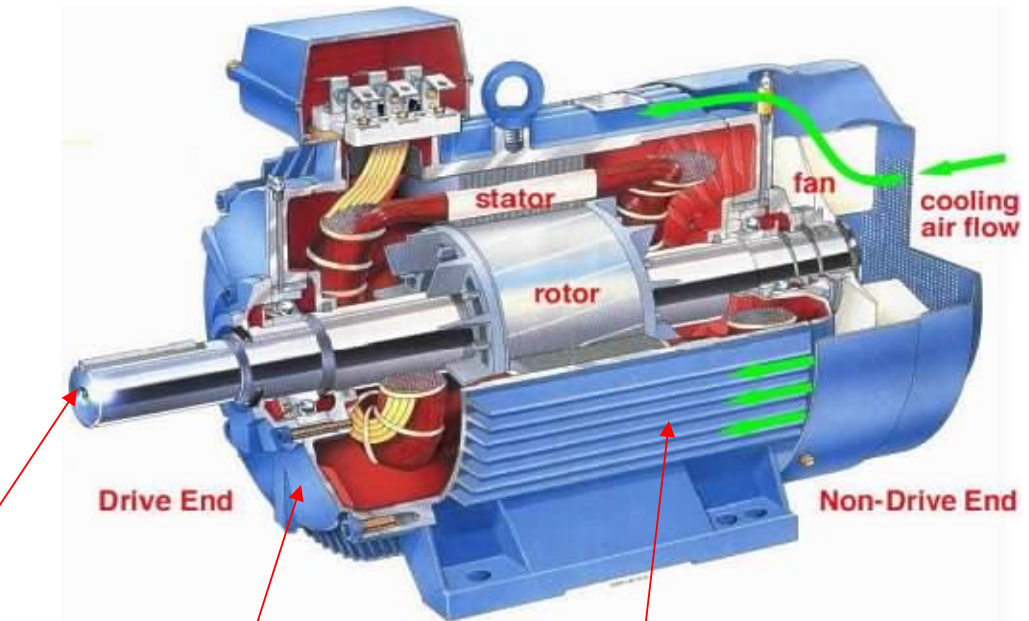
## b. Dây quấn stator

Dây quấn stator làm bằng dây dẫn điện được bọc cách điện (dây điện từ) được đặt trong các rãnh của lõi thép



**Dây quấn**

**Trục máy**



**Nắp máy**

**Vỏ máy**

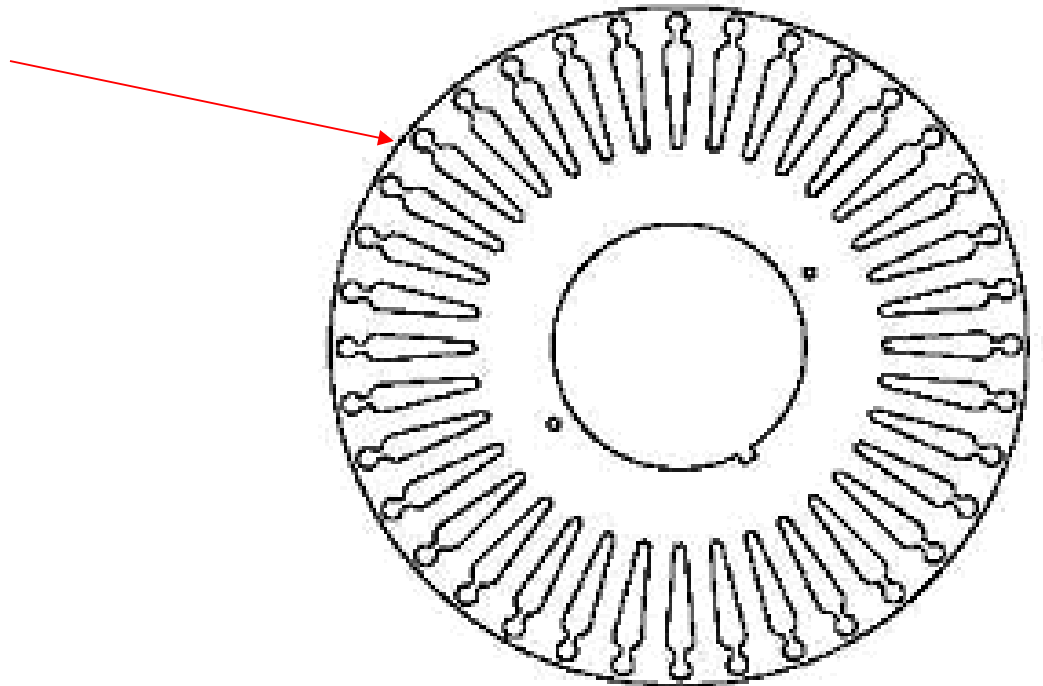
## 8.2.2. Phần quay (rôto)

Gồm lõi thép, dây quấn và trục máy

### a. Lõi thép

Lõi thép gồm các lá thép kỹ thuật điện được dập rãnh mặt ngoài ghép lại tạo thành các rãnh theo hướng trục

Lá thép kỹ thuật điện

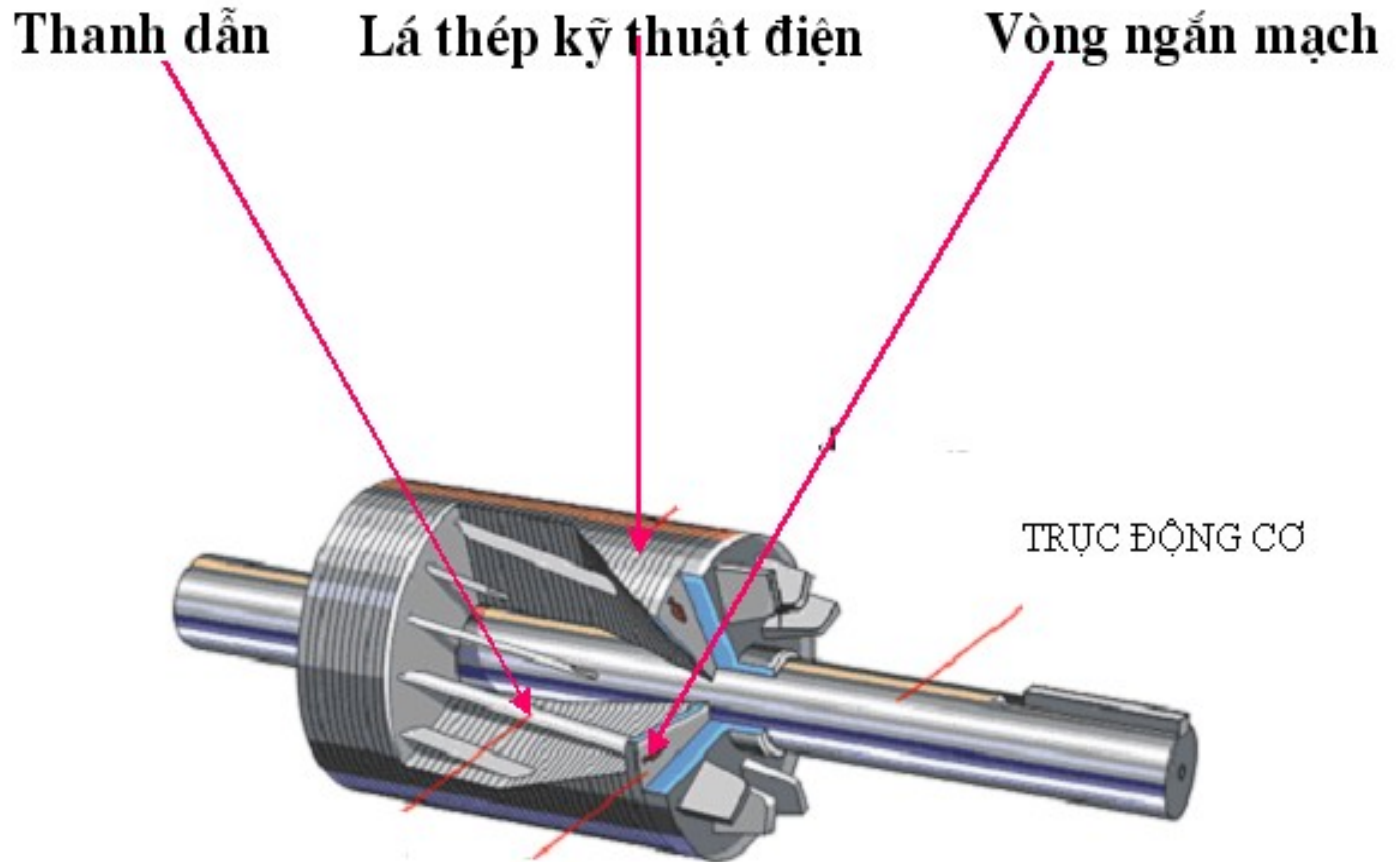




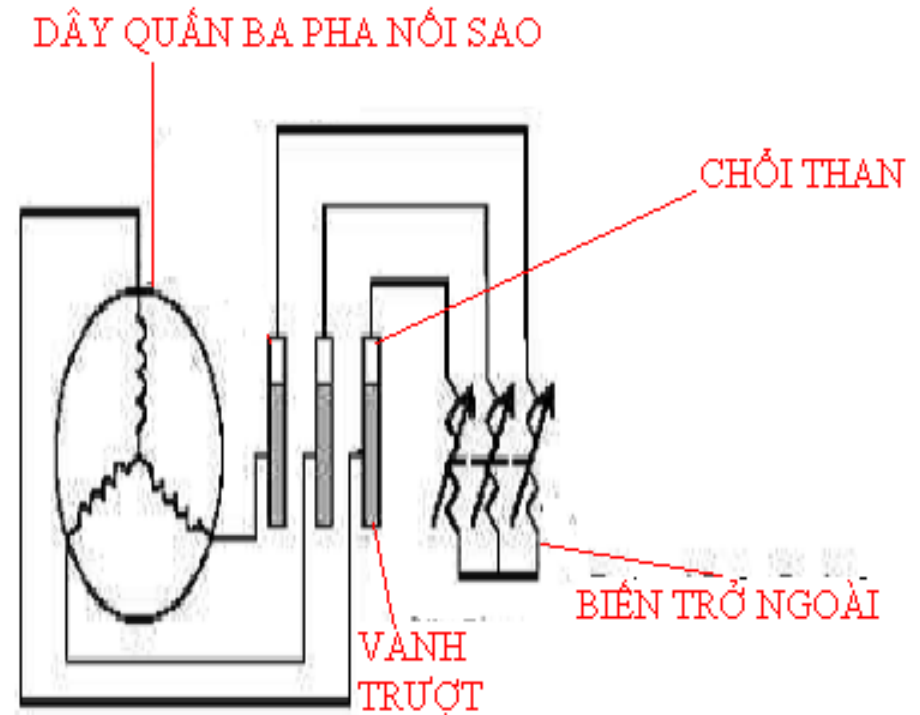
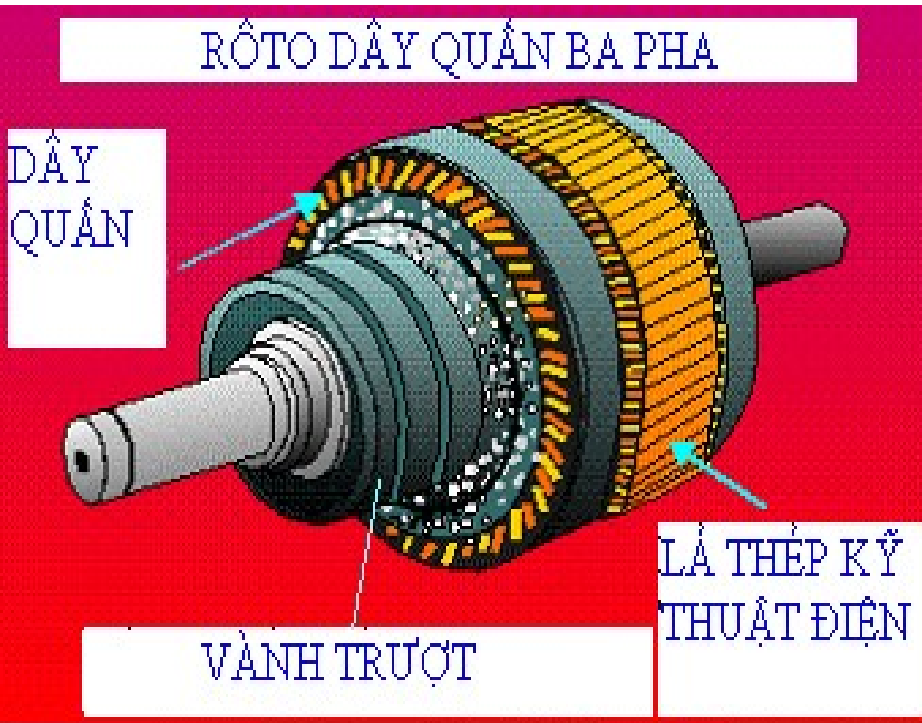
## b. Dây quấn

Có hai loại: Rôto lồng sóc và rôto dây quấn.

### Rôto lồng sóc



# Rôto dây quấn

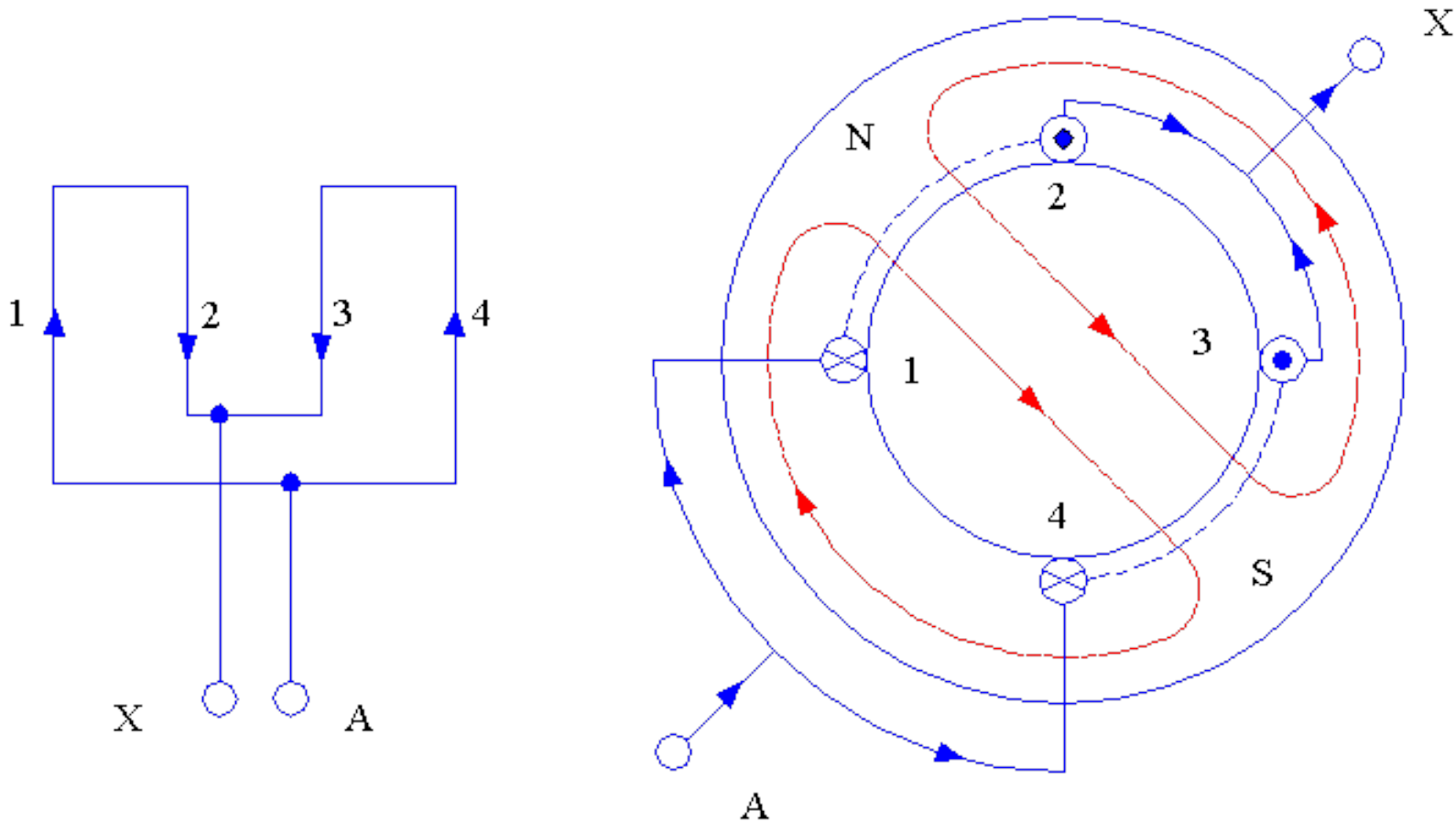




## 8.3. Từ trường của máy điện không đồng bộ

### 8.3.1. Từ trường đập mạch của dây quấn một pha

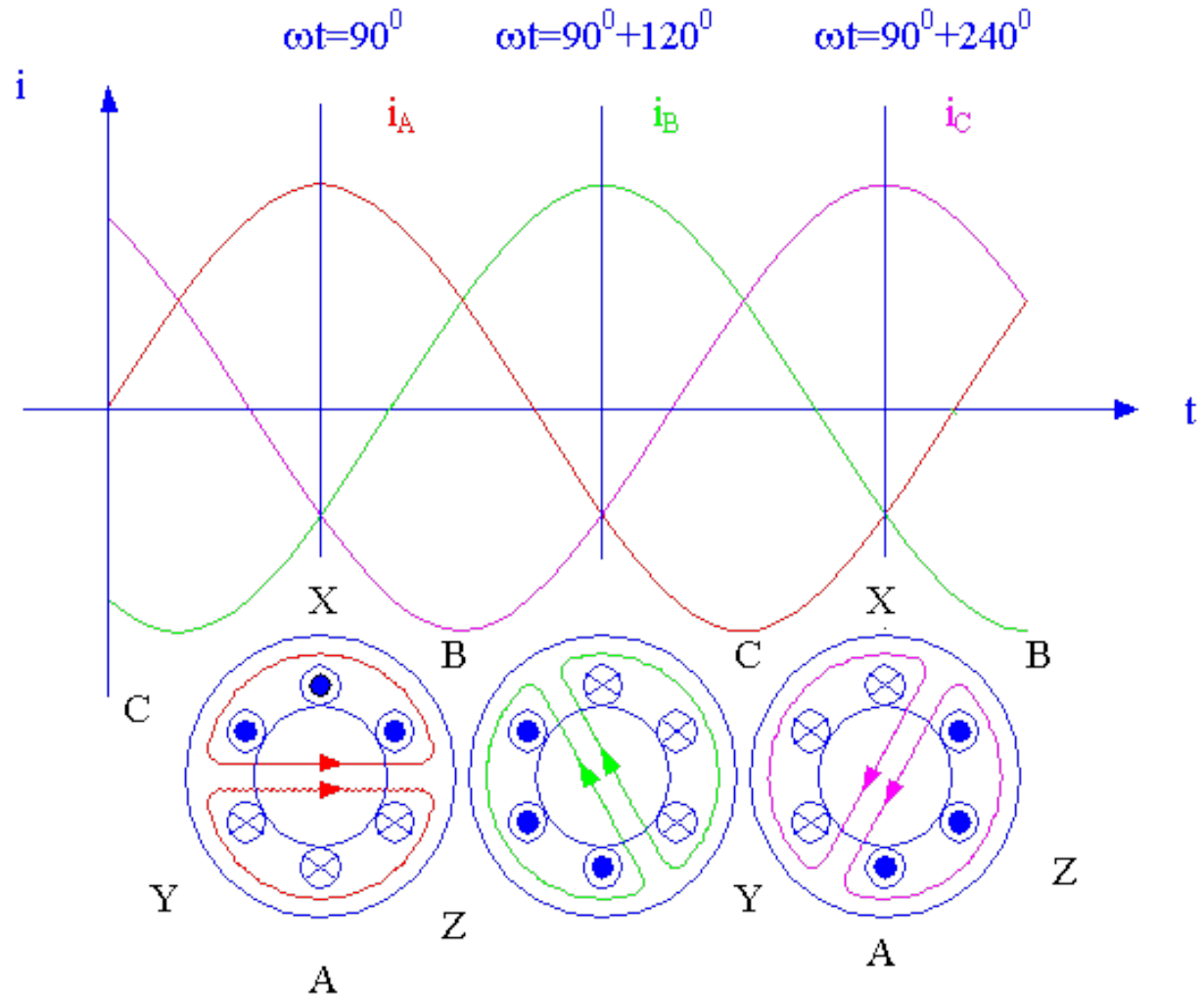
Từ trường đập mạch của dây quấn một pha là từ trường có phương không đổi, song trị số và chiều biến đổi theo thời gian.



## 8.3.2. Từ trường quay của dây quấn ba pha

### a. Sự tạo thành từ trường quay

Ba dây quấn đặt lệch nhau trong không gian một góc  $120^\circ$  điện. Trong các dây quấn có dòng điện ba pha đối xứng chạy qua

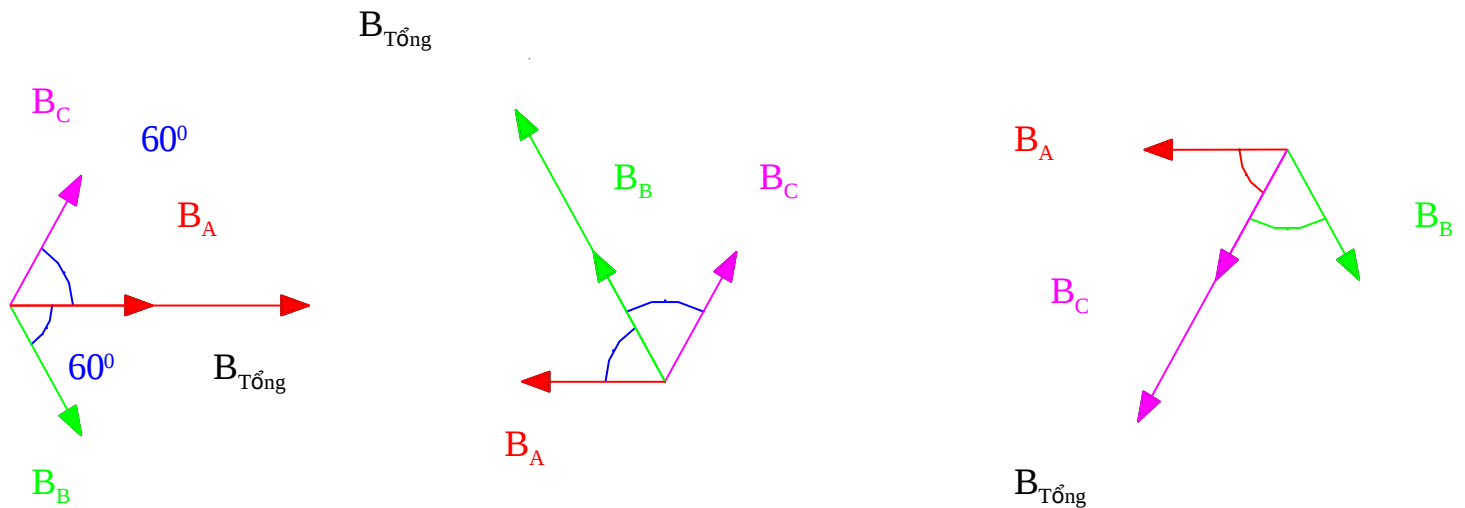
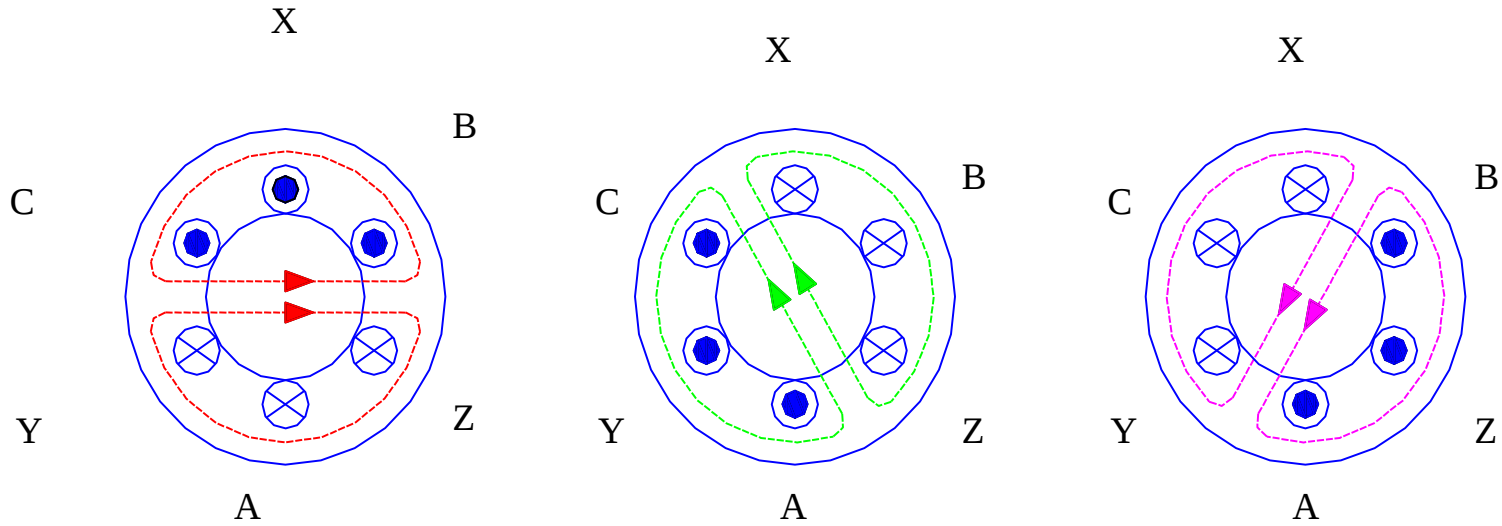


$$i_A = I_{\max} \sin \omega t$$

$$i_B = I_{\max} \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = I_{\max} \sin(\omega t - 240^\circ)$$

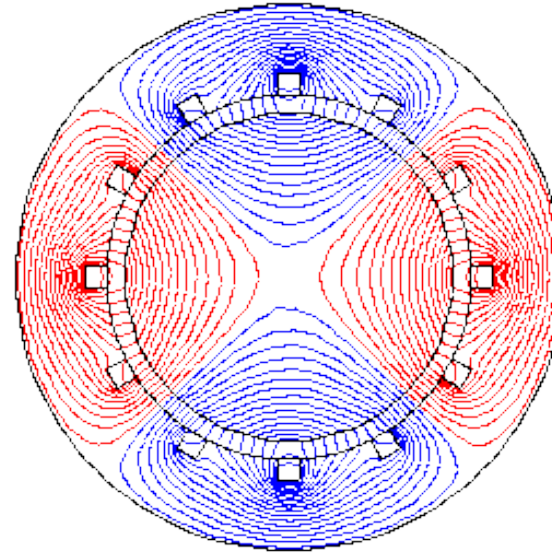
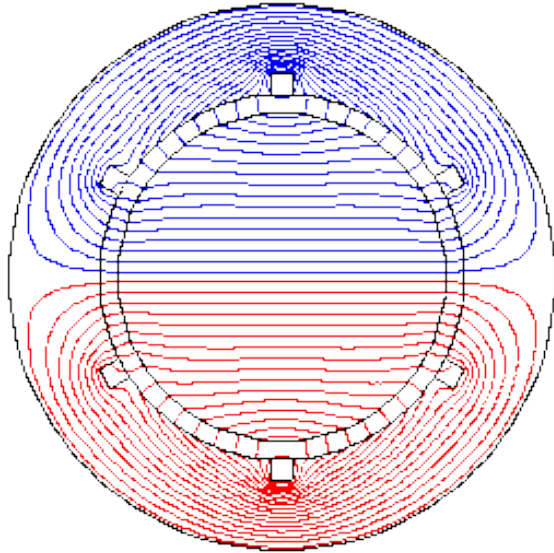
# Dòng điện ba pha tạo ra từ trường quay



## b. Đặc điểm của từ trường quay

- Tốc độ từ trường quay:

$$n_1 = 60f/p \text{ (vòng /phút)}$$



- Chiều quay của từ trường

- Biên độ của từ trường quay:

$$\phi_{\max} = 3/2 \phi_{p\max}$$

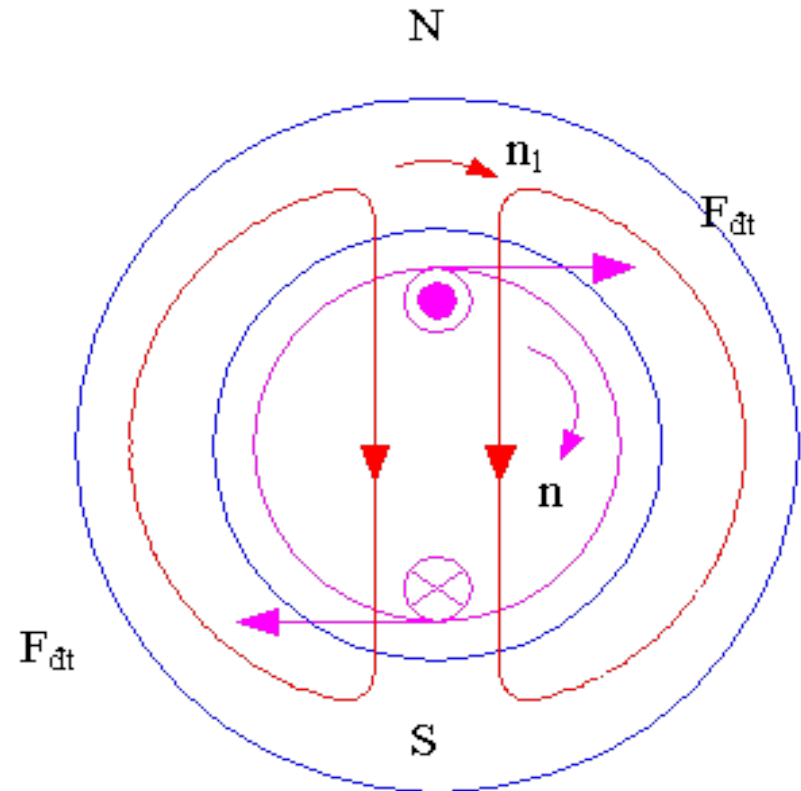
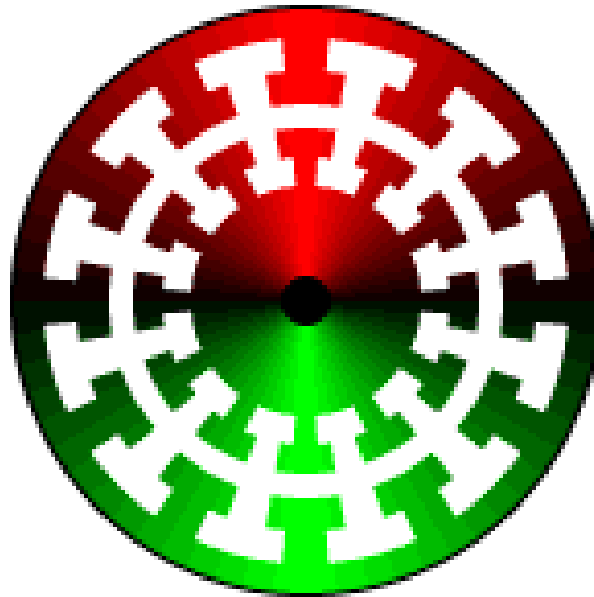
## c. Từ trường quay của dây quấn hai pha

## d. Từ thông tản

## 8.4. Nguyên lý làm việc của máy điện không đồng bộ

### 8.4.1. Nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ

Khi ta cho dòng điện ba pha tần số  $f$  vào ba dây quấn stato



- Hệ số trượt của tốc độ :  $s = (n_1 - n) / n_1$

- Tốc độ của động cơ :  $n = 60f / p \cdot (1 - s)$  (vòng/phút)

## 8.4.2 Mở máy động cơ không đồng bộ ba pha

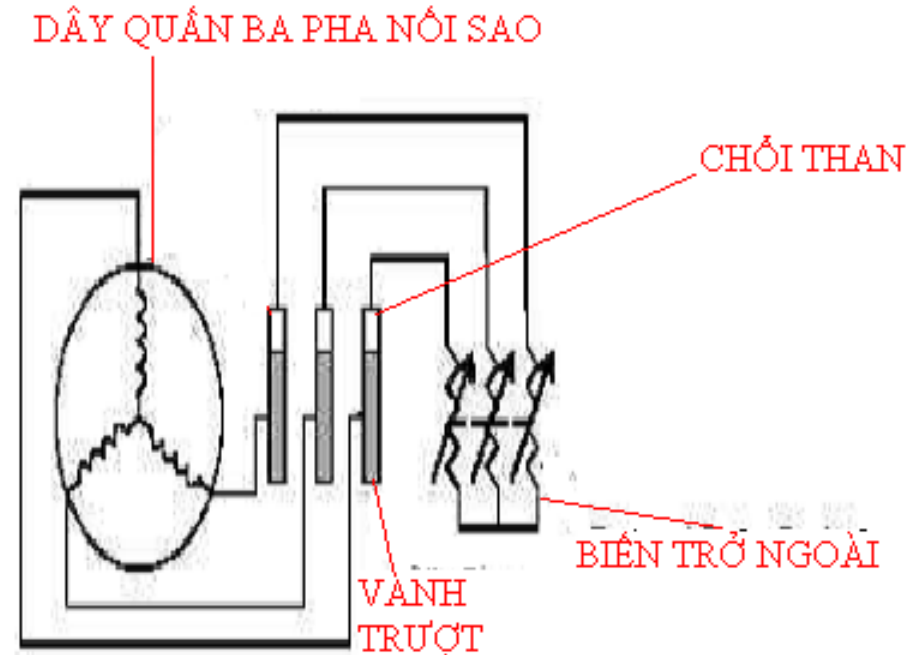
Khi mở máy động cơ phải thỏa mãn:

- Mômen mở máy động cơ phải đủ lớn
- Dòng mở máy phải nhỏ

### a. Mở máy động cơ rôto dây quấn

Khi mở máy dây quấn rôto được nối với biến trở mở máy.

Đầu tiên để biến trở lớn nhất, sau đó giảm dần đến không

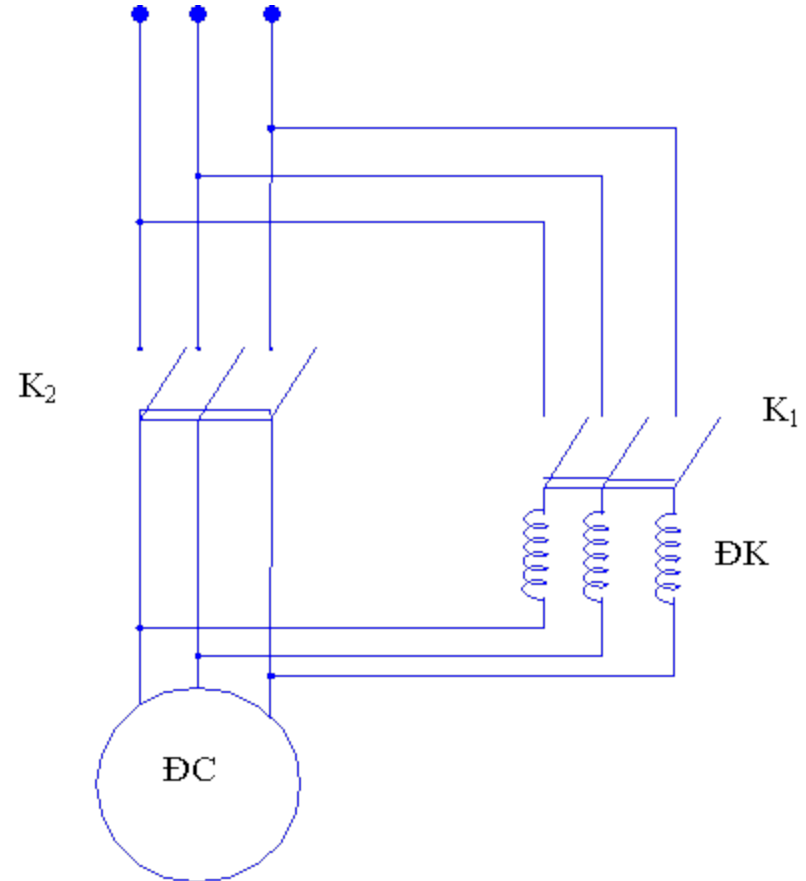


## b. MỞ máy động cơ lồng sóc

- MỞ máy trực tiếp
- Giảm điện áp cung cấp cho stato

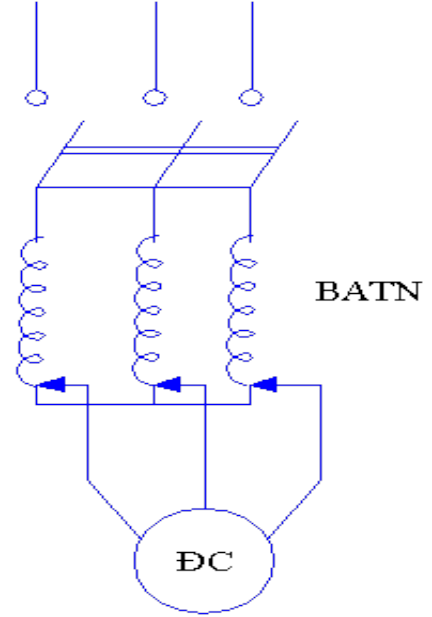
+ Dùng điện kháng nối tiếp vào mạch stato

Khi mở máy dòng điện sẽ giảm đi  $k$  lần, song mômen giảm đi  $k^2$  lần



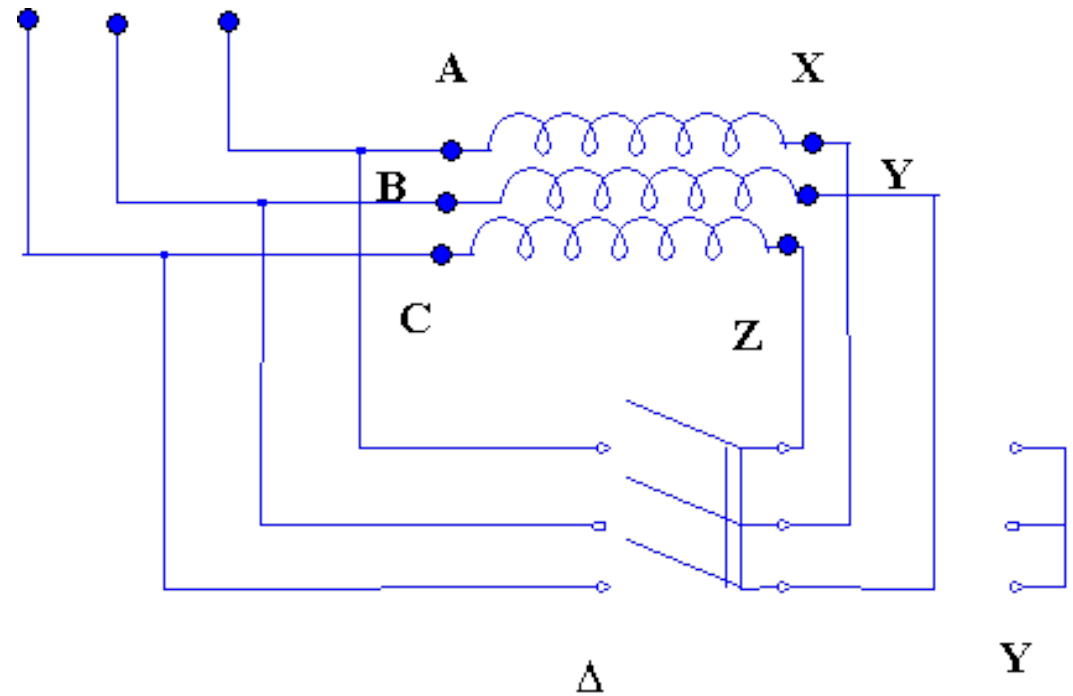
## + Dòng máy tự biến áp

Dòng điện của lưới điện giảm đi  $k^2$  lần.  
Song mômen sẽ giảm  $k^2$  lần.



## + Phương pháp đổi nối sao – tam giác

Dòng điện của lưới điện giảm đi 3 lần và mômen giảm đi 3 lần





## **8.5. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha**

Tốc độ của động cơ không đồng bộ:  $n = 60f/p \cdot (1-s)$

### **8.5.1. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số f**

### **8.5.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực p**

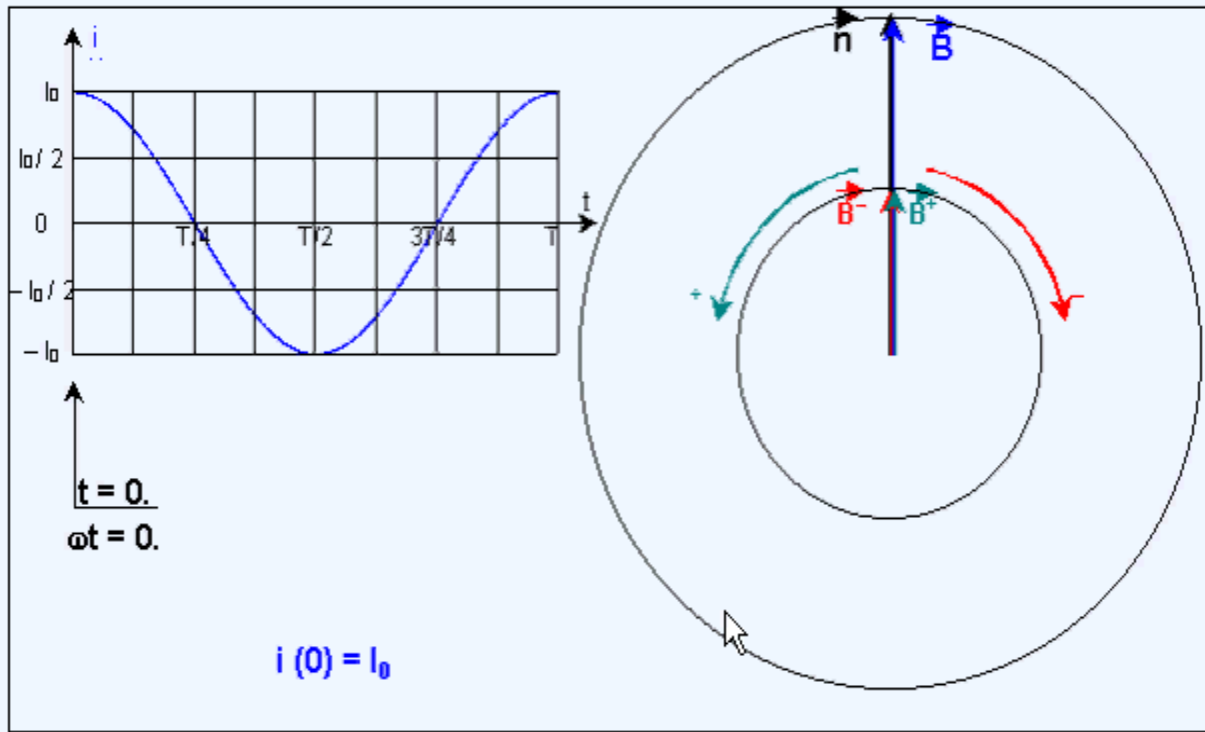
### **8.5.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cấp cho stato**

### **8.5.4. Điều chỉnh bằng cách thay đổi điện trở rôto của động cơ rôto dây quấn**

## 8.6. Động cơ điện không đồng bộ một pha

### 8.6.1. Từ trường dòng điện hình sin một pha

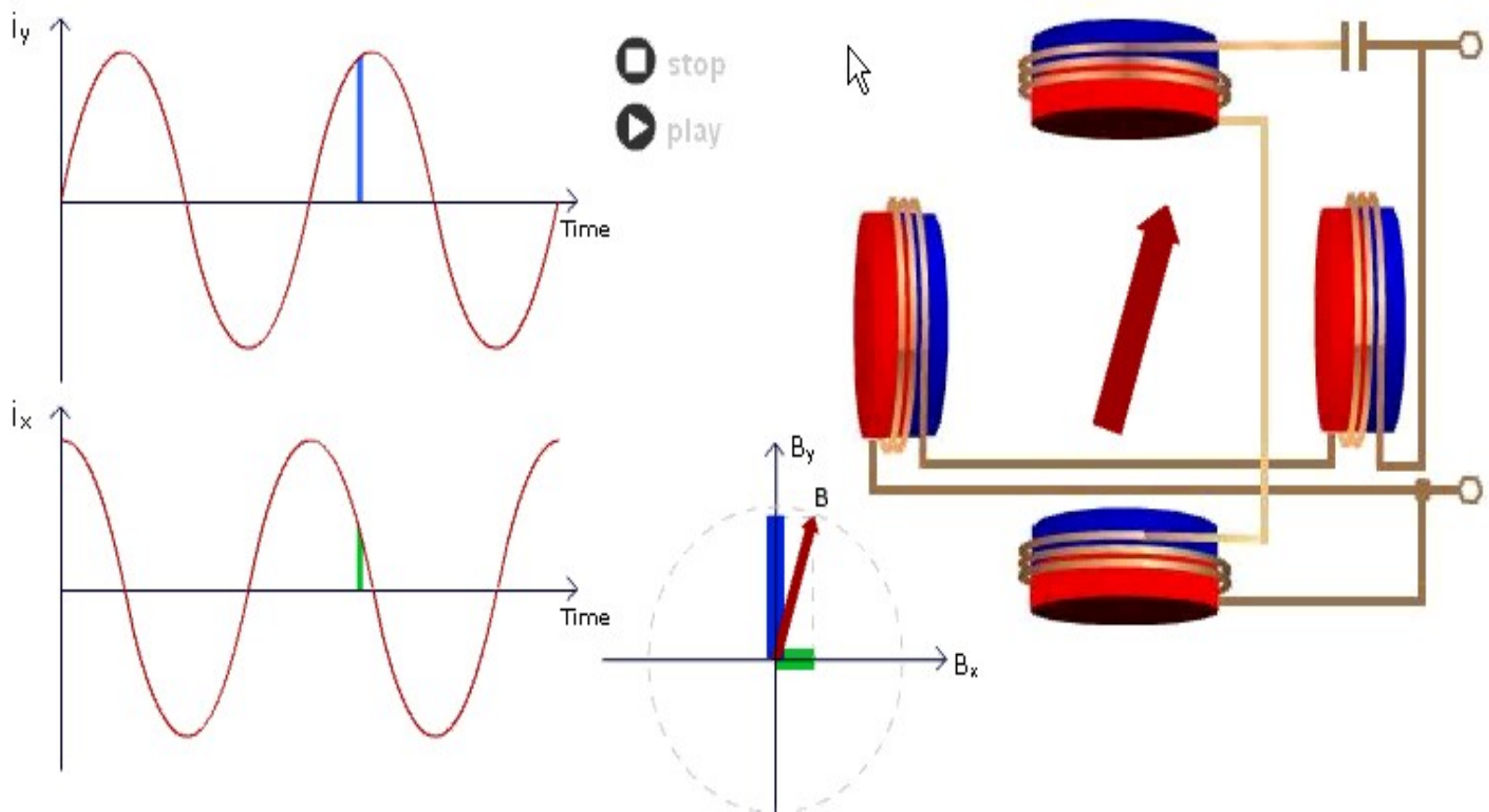
Dòng điện xoay chiều một pha không tạo ra từ trường quay



## 8.6.2. Động cơ một pha

Cấu tạo stato có dây quấn một pha, rôto thường là lồng sóc.

Ngoài dây quấn chính, còn có dây quấn phụ.

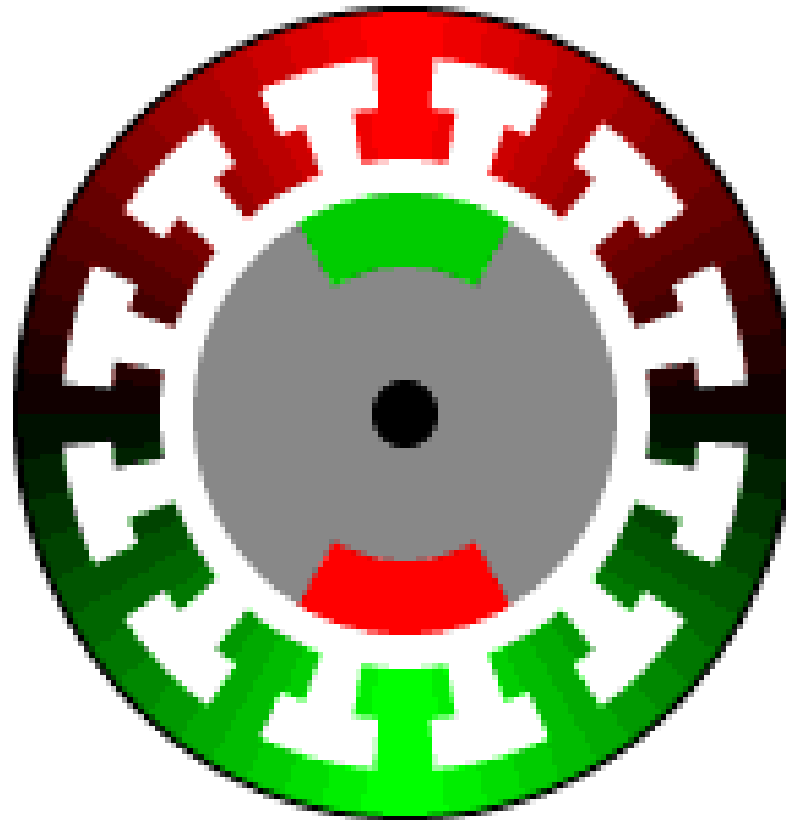


# 9. MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

## 9.1. Định nghĩa và công dụng

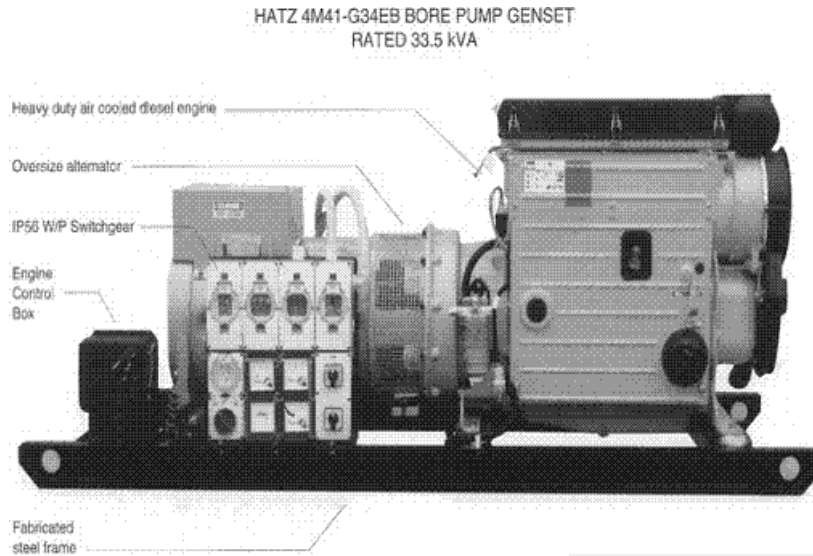
### 9.1.1. Định nghĩa

Máy điện xoay chiều có tốc độ quay rôto  $n$  bằng đúng tốc độ quay của từ trường stato  $n_1$

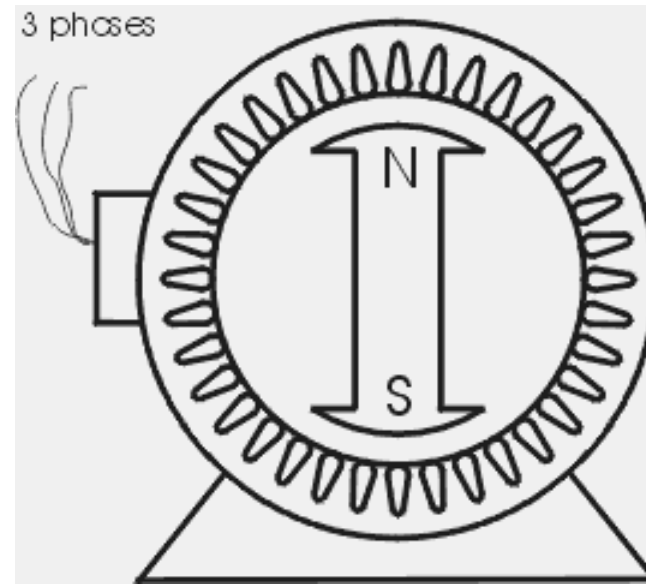


## 9.1.2. Công dụng

### a. Chế độ máy phát



### b. Chế độ động cơ



## 9.2. Cấu tạo máy điện đồng bộ

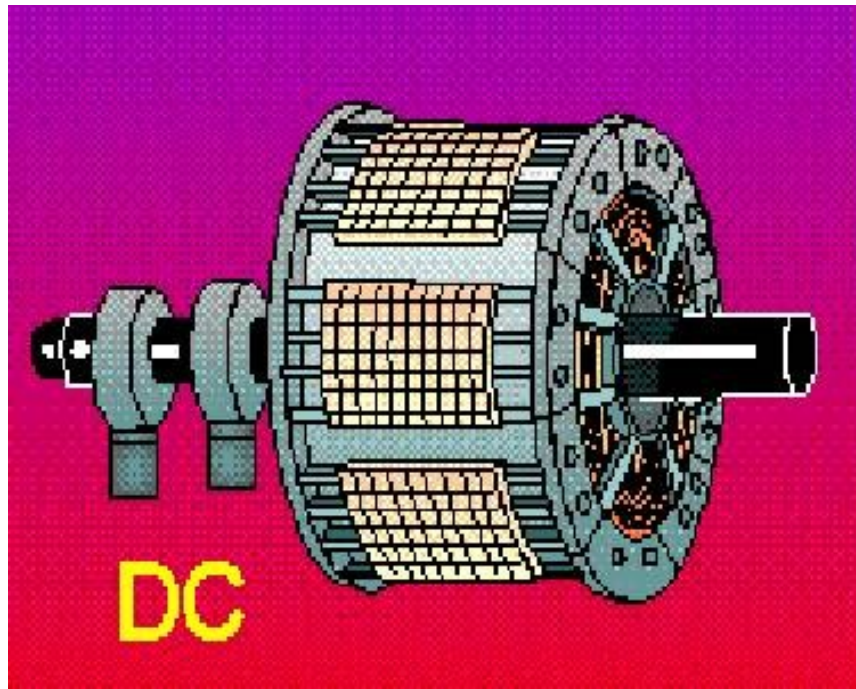
Gồm hai phần chính: phần tĩnh (stato) và phần quay (rôto )

### 9.2.1. Phần tĩnh

Stato của máy điện đồng bộ giống như stato của máy điện không đồng bộ

### 9.2.2. Phần quay

Bao gồm lõi thép, cực từ và dây quấn kích từ.





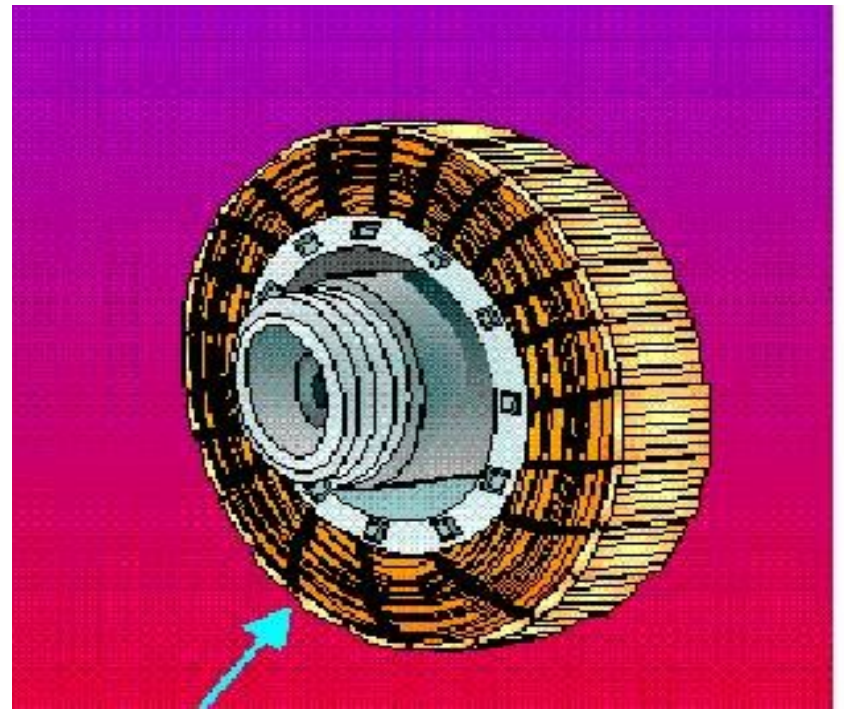
## Rôto có hai loại:

- Rôto cực lồi

Có tốc độ thấp, có nhiều đôi cực

- Rôto cực ẩn

Tốc độ cao và có một đôi cực



## 9.3. Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ

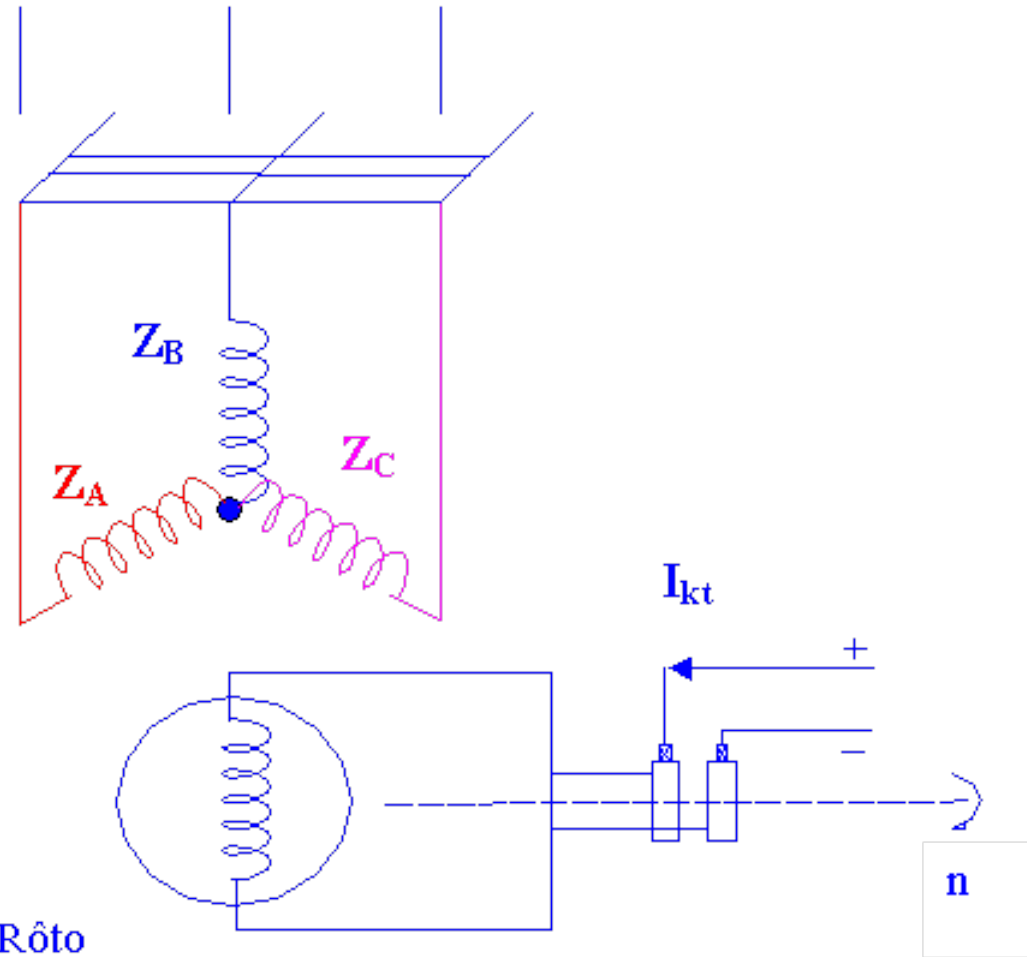
Dòng điện ba pha sinh ra trong ba dây quấn stato:

$$i_A = I_{\max} \sin \omega t$$

$$i_B = I_{\max} \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = I_{\max} \sin(\omega t - 240^\circ)$$

Stato



Rôto

Dòng điện ba pha tạo nên từ trường quay với tốc độ  $n_1$ :

$$n_1 = n \quad (n \text{ là tốc độ quay của rôto})$$



## 9.5. Động cơ điện đồng bộ

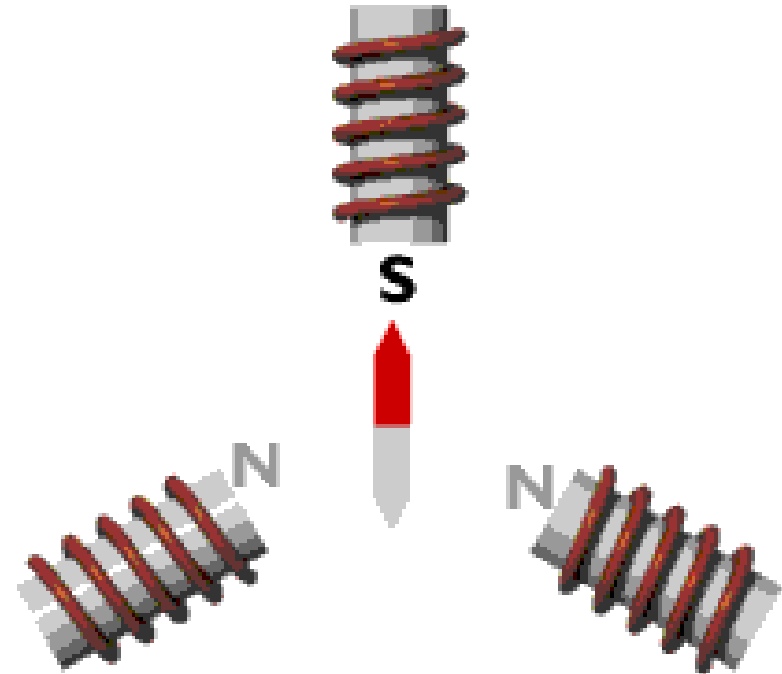
### 9.5.1. Nguyên lý làm việc

Phương trình điện áp của động cơ điện đồng bộ:

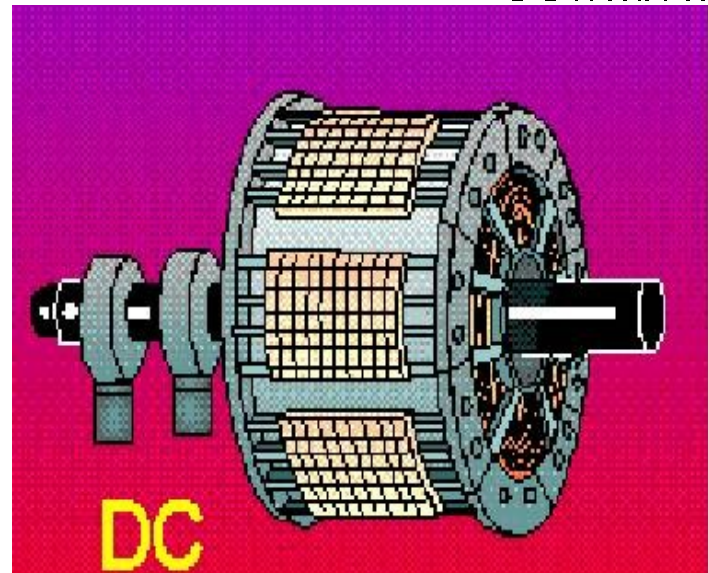
$$\vec{U} = \vec{E} + jX_{\text{đb}}\vec{I}$$

### 9.5.2. Mở máy động cơ điện đồng bộ

### 9.5.3. Máy bù đồng bộ



© DWTMA 1998

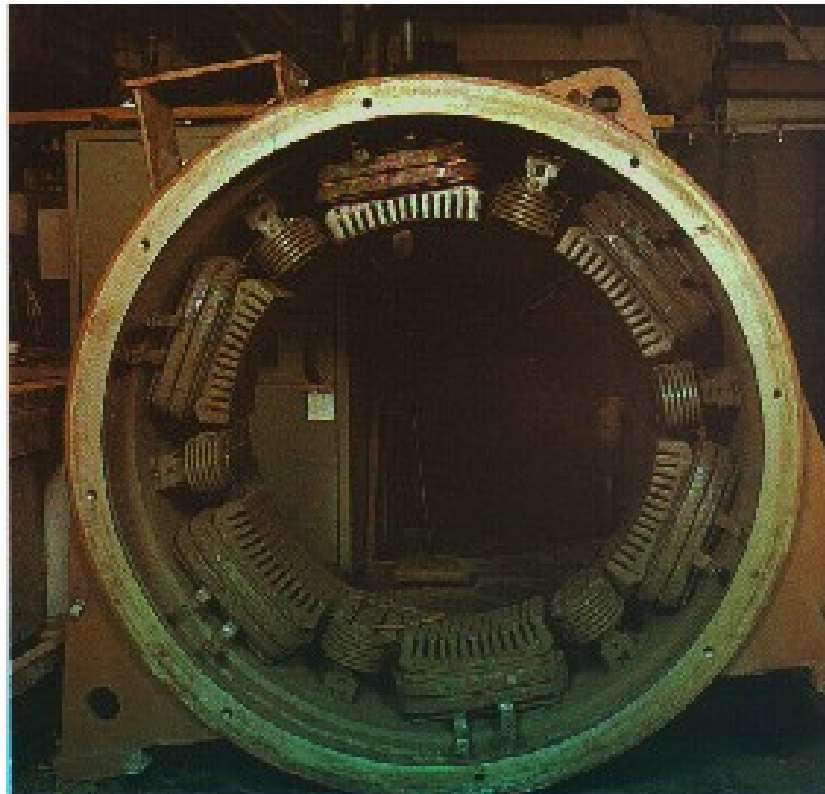


# 10. MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## 10.1. Cấu tạo của máy điện một chiều

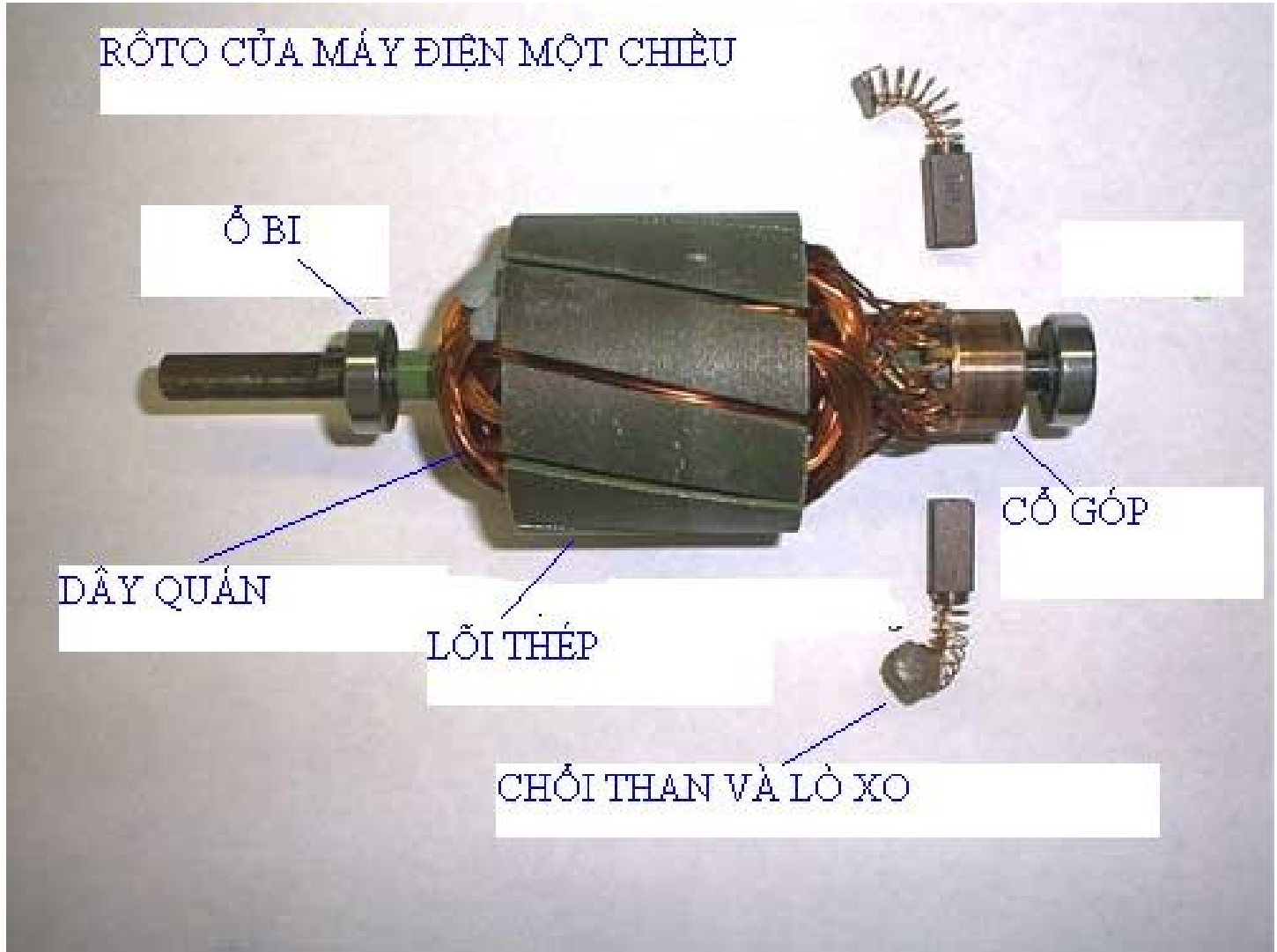
Bao gồm phần tĩnh (stato), phần quay (rôto) và cổ góp với chổi than

### 10.1.1. Phần tĩnh (stato)

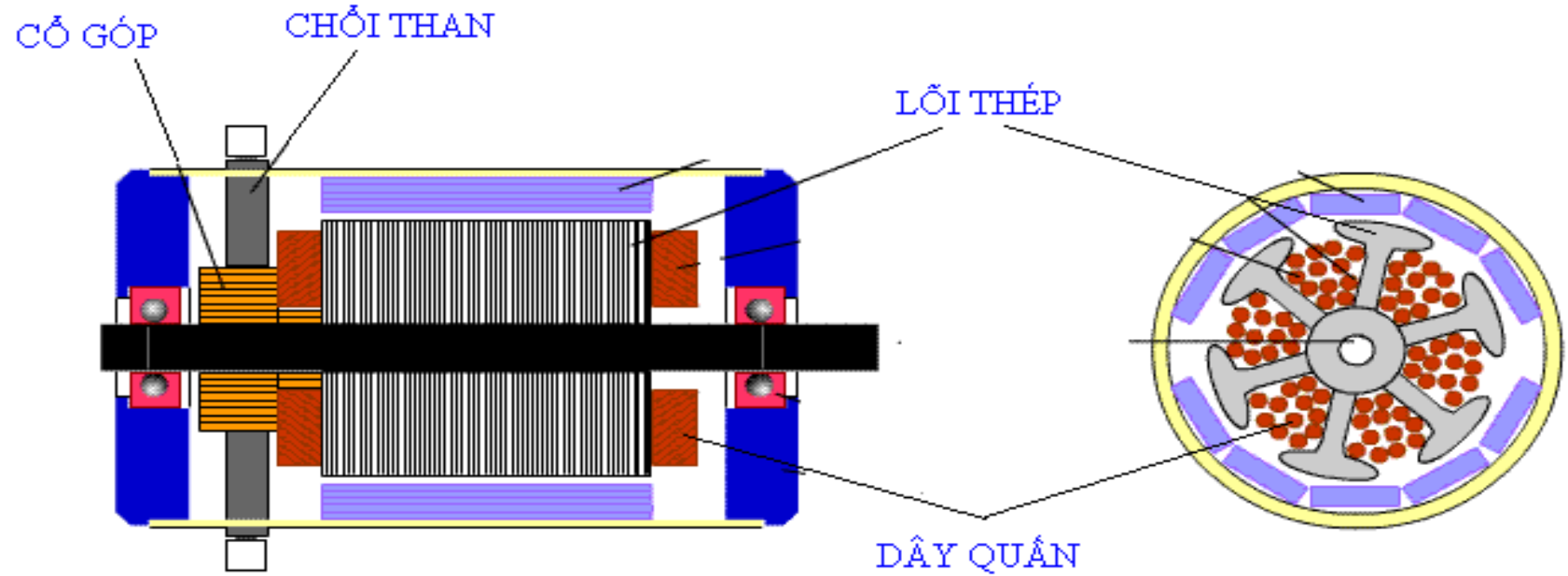


# 10.1.2. Phần quay ( rôto)

Bao gồm lõi thép, dây quấn phần ứng, cổ góp và chổi than

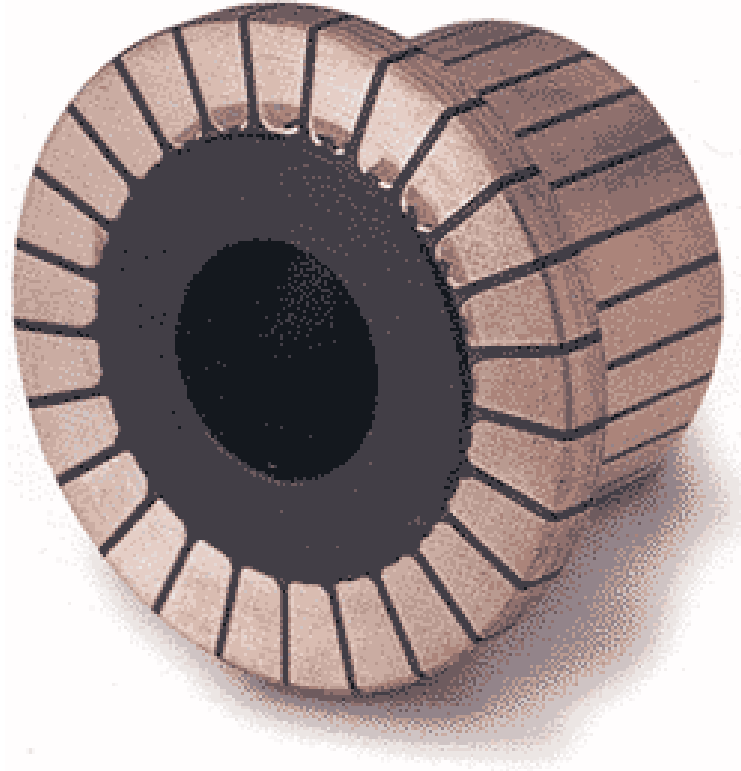


## a. Lõi thép và dây quấn



Lõi thép hình trụ, làm bằng các lá thép kỹ thuật điện ghép lại với nhau.

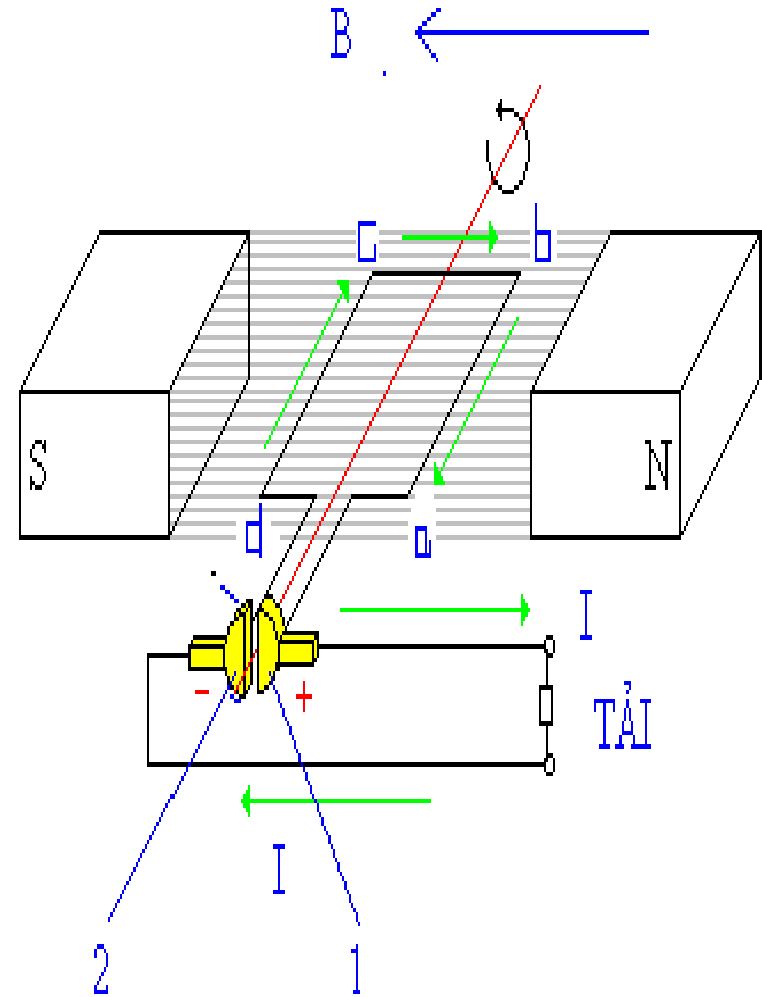
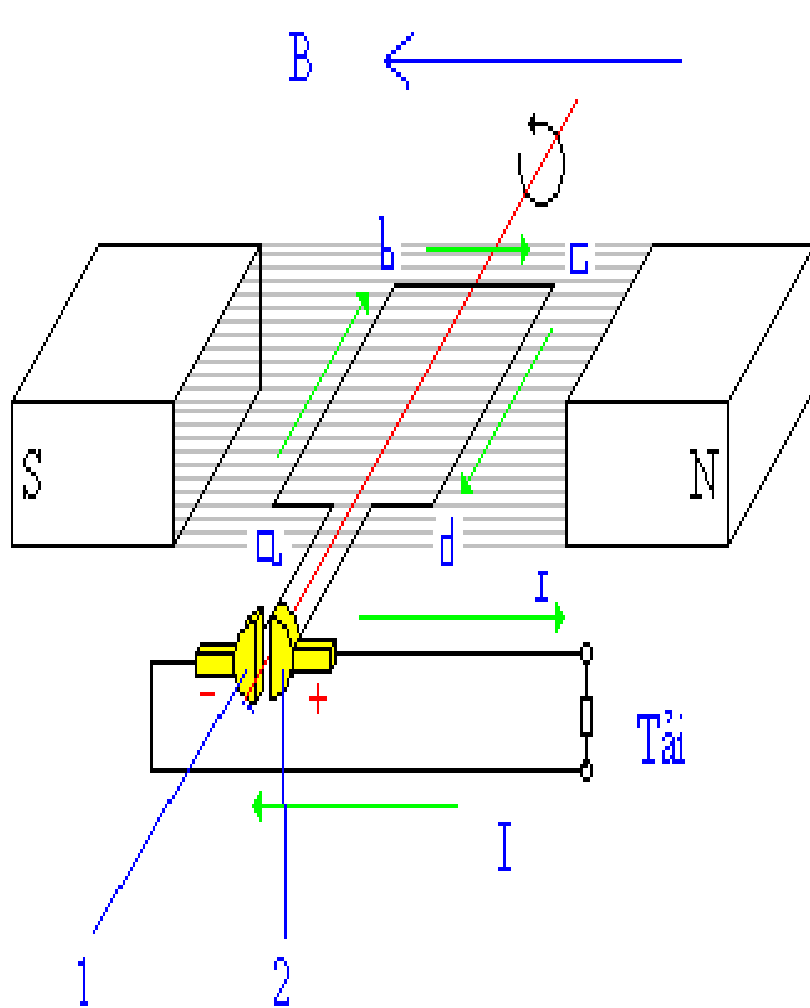
## b. CỐ góp và chỔi than



CỐ góp gồm các phiến góp bằng đồng được ghép cách điện, có dạng hình trụ

## 10.2. Nguyên lý làm việc của máy phát và động cơ điện một chiều

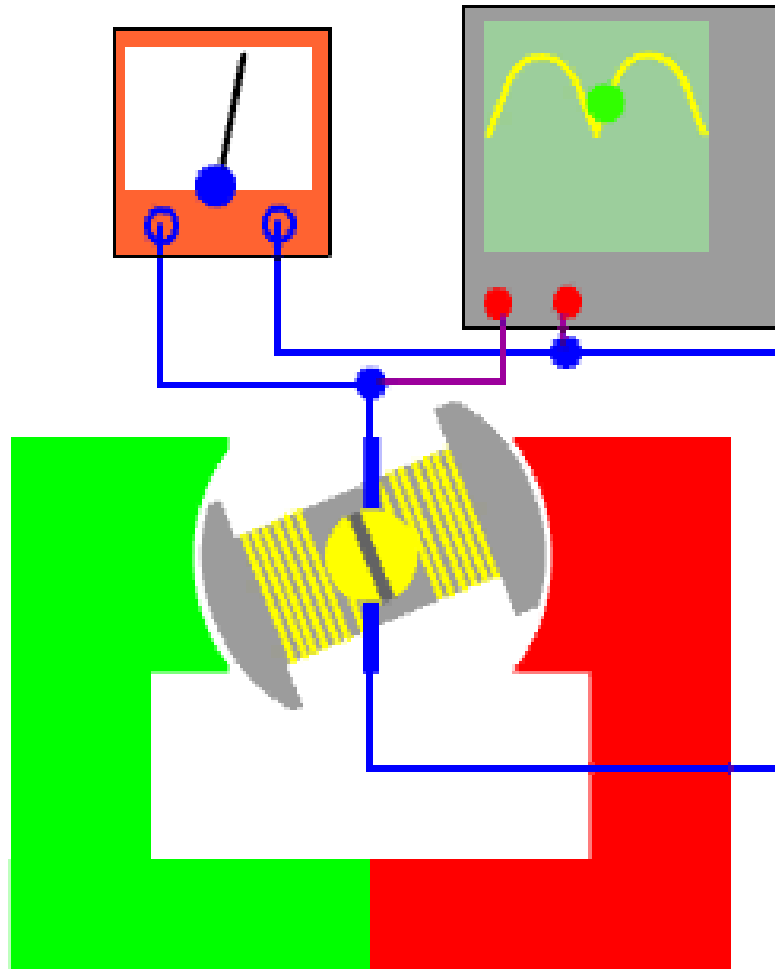
### 10.2.1. Nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều



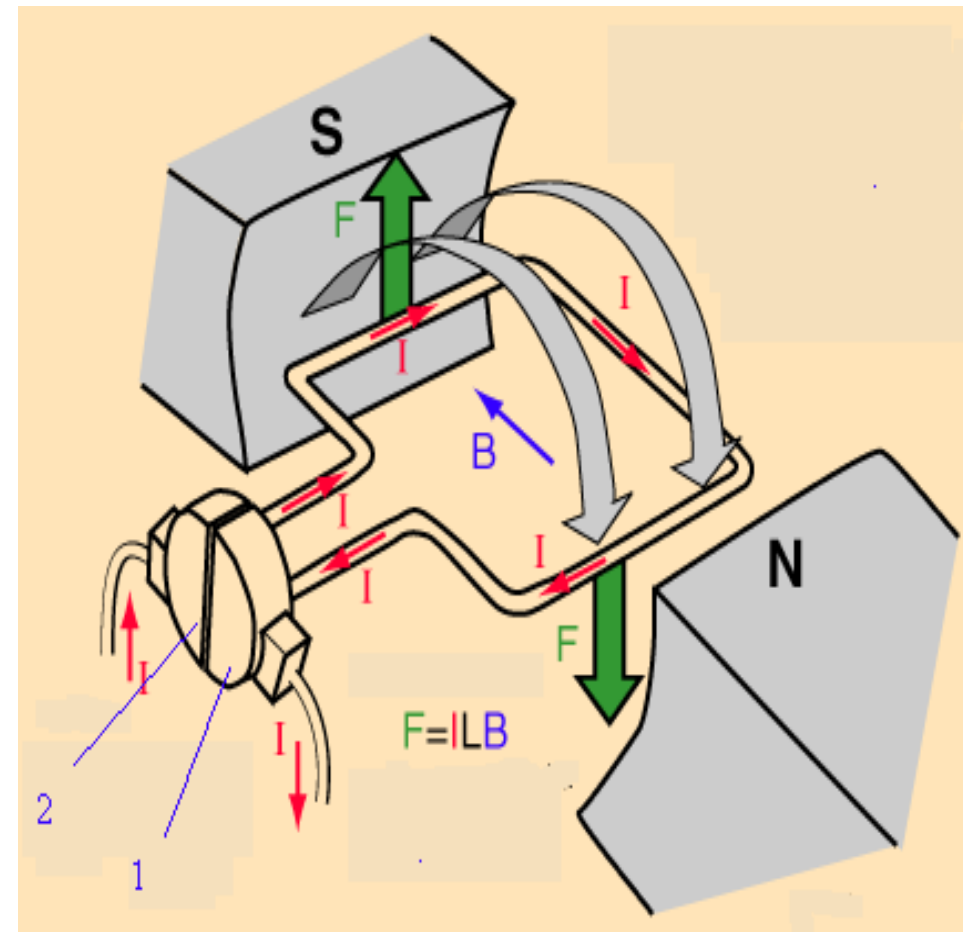
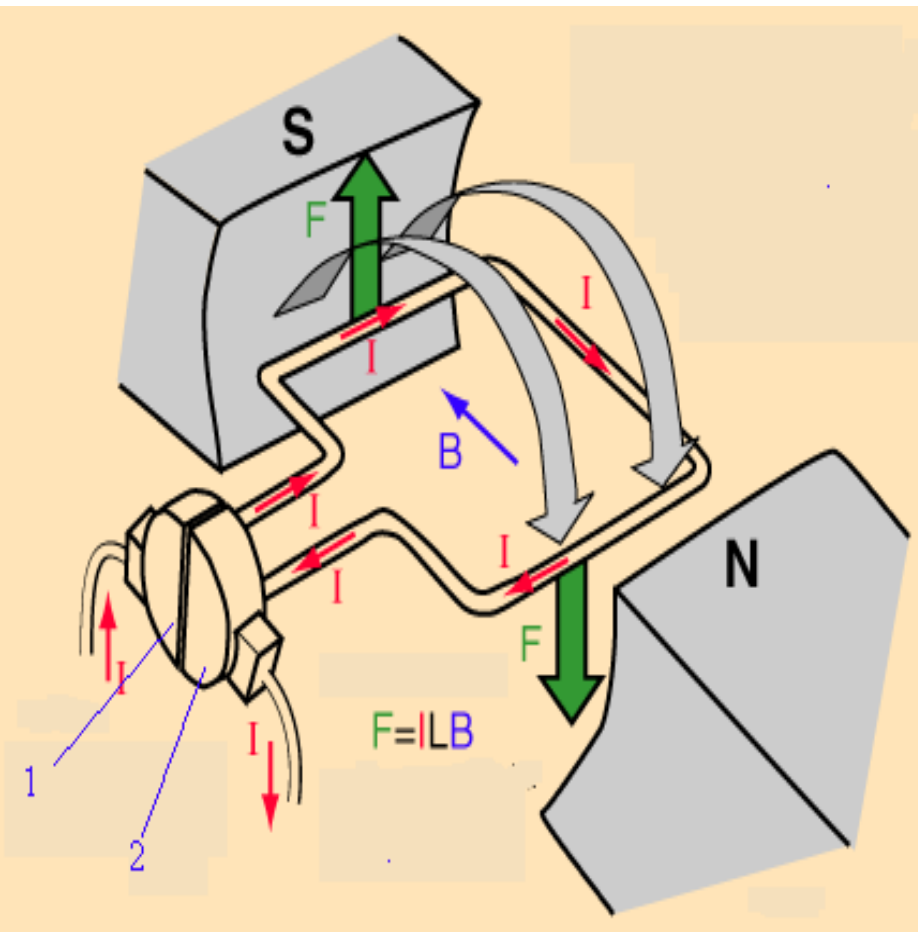
## - Phương trình điện áp của máy phát một chiều

$$U = E_u - R_u I_u$$

## - Mô phỏng máy phát điện một chiều



## 10.2.2. Nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều



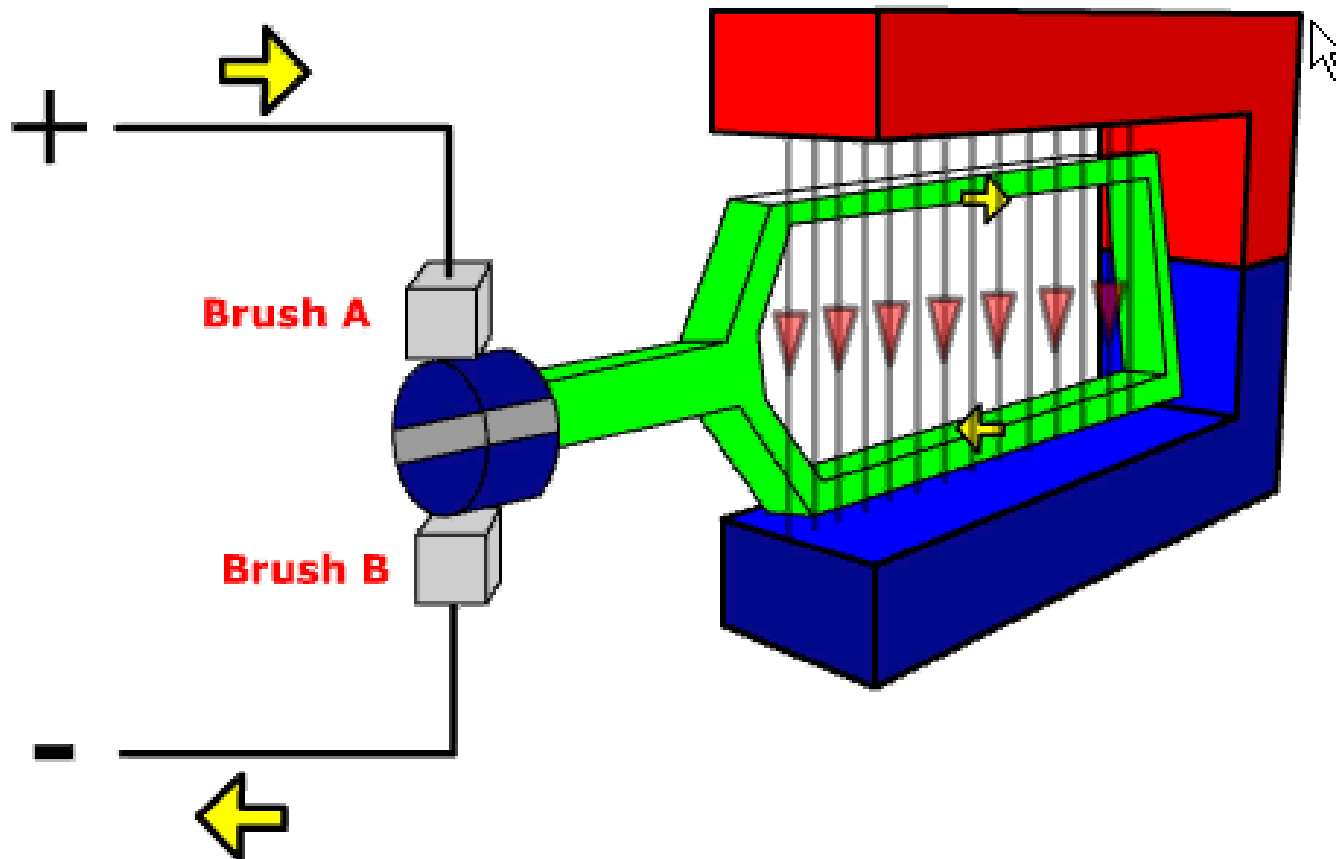
Nhờ có cổ góp và chổi than, động cơ quay theo một chiều



## - Phương trình điện áp động cơ điện một chiều

$$U = E_u + R_u I_u$$

## - Mô phỏng động cơ điện một chiều



## 10.3. Sức điện động phần ứng, công suất điện từ và mômen điện từ

### 10.3.1. Sức điện động phần ứng

$$E_u = k_E n \phi$$

### 10.3.2. Công suất điện từ và mômen điện từ

- $P_{dt} = pN/60a * n \phi I_u$
- $M_{dt} = k_M I_u \phi$

## 10.4. Phản ứng phần ứng của máy phát điện một chiều

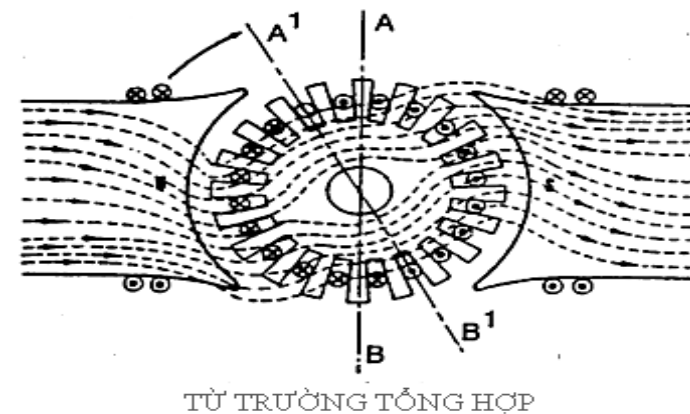
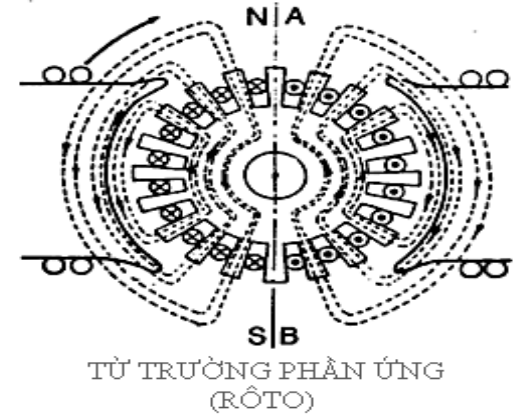
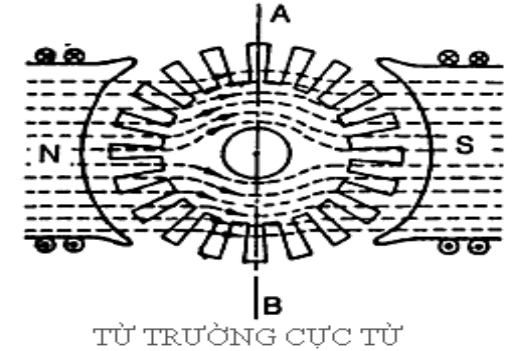
Từ trường trong máy là từ trường tổng hợp của từ trường cực từ và từ trường phần ứng

### 10.4.1. Hậu quả của phản ứng phần ứng

- Ở chế độ máy phát, làm cho điện áp máy phát  $U$  giảm
- Chế độ động cơ, làm cho mômen quay giảm, và tốc độ động cơ thay đổi

### 10.4.2. Biện pháp khắc phục

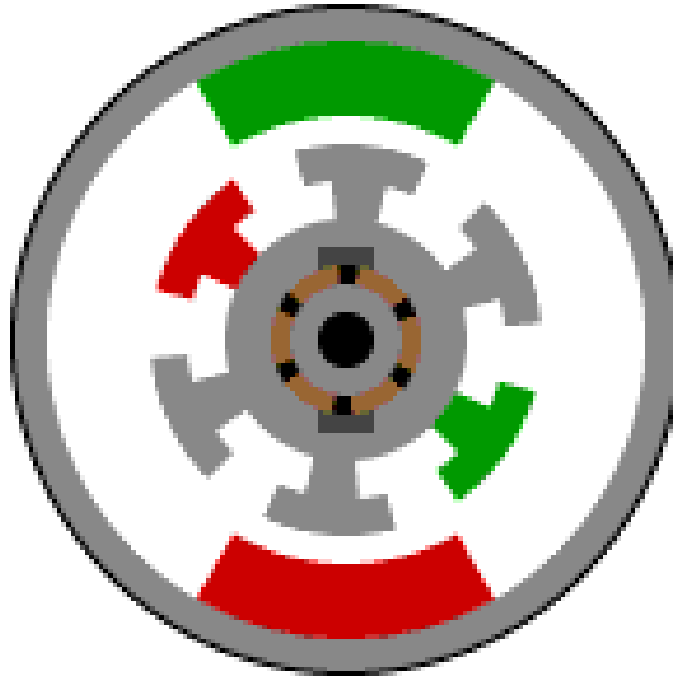
Dùng cực từ phụ và dây quấn bù



## 10.5. Nguyên nhân tia lửa điện và biện pháp khắc phục

### 10.5.1. Nguyên nhân cơ khí

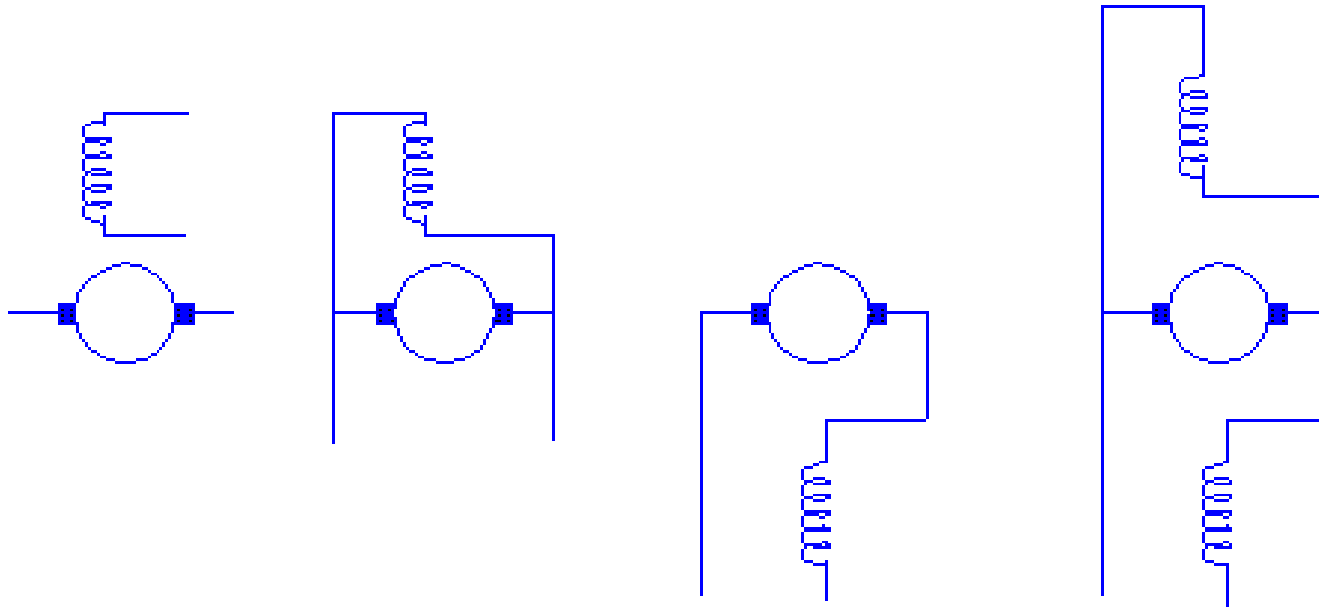
### 10.5.2. Nguyên nhân điện từ



### 10.5.3. Biện pháp khắc phục

Dùng cực từ phụ và dây quấn bù

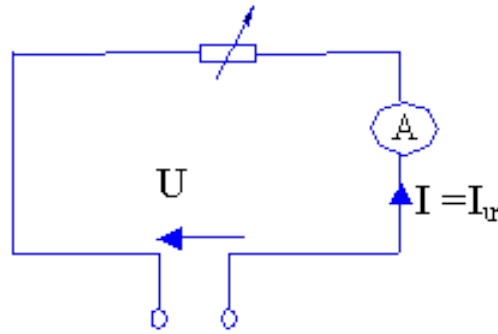
## 10.6. Máy phát điện một chiều



1. Máy điện một chiều kích từ độc lập.
2. Máy điện một chiều kích từ song song
3. Máy điện một chiều kích từ nối tiếp
4. Máy điện một chiều kích từ hỗn hợp

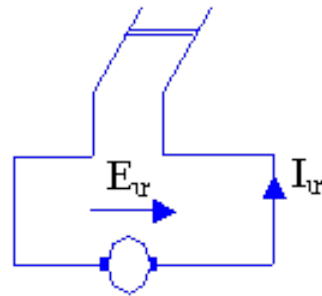
# 10.6.1. Máy phát điện một chiều kích từ độc lập

Phương trình cân bằng điện áp



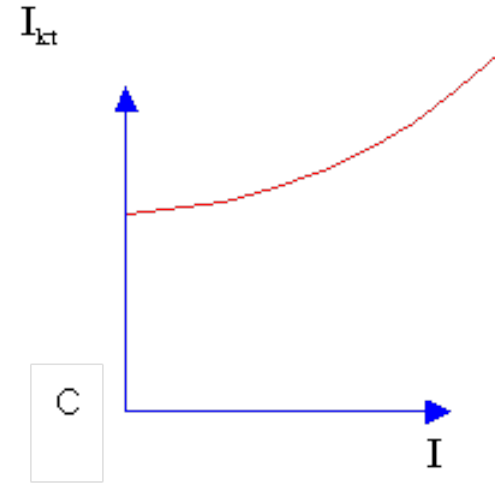
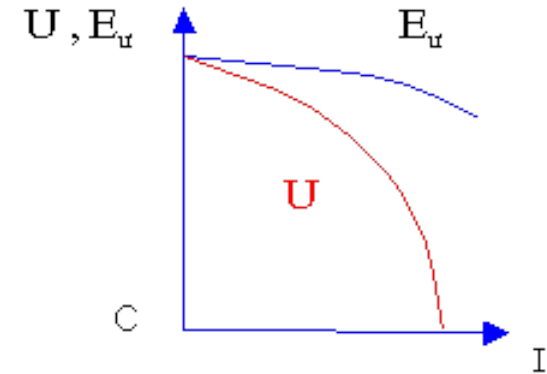
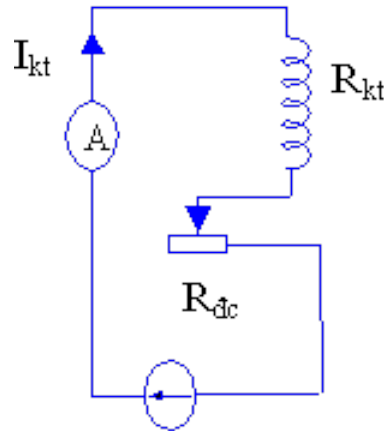
Mạch phần ứng:

$$U = E_r - R_r I_r$$



Mạch kích từ:

$$U_{kt} = I_{kt} (R_{kt} + R_{dc})$$



## 10.6.2. Máy phát điện một chiều kích từ song song

Phương trình cân bằng  
điện áp

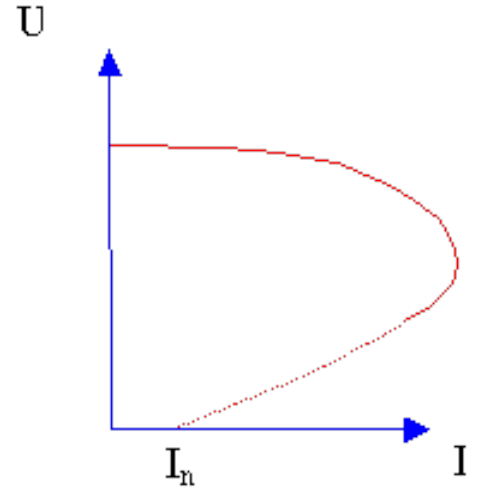
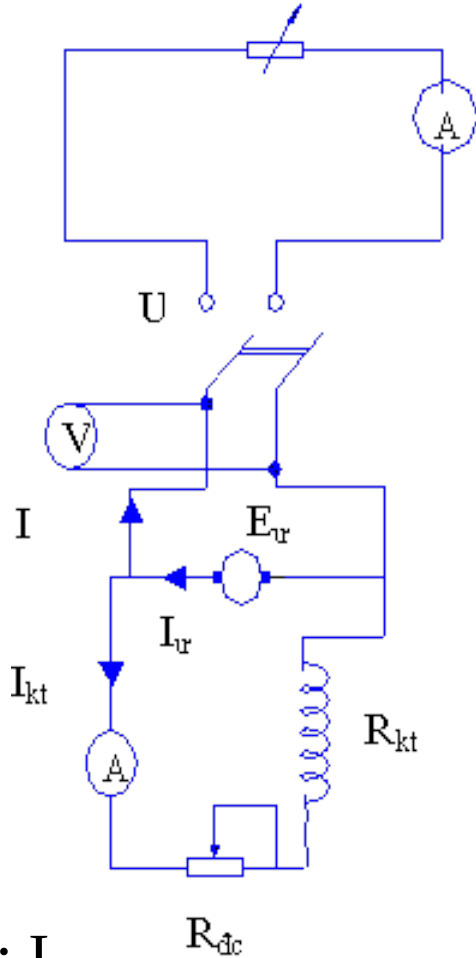
Mạch phần ứng:  $U = E_{vr} - R_{vr} I_{vr}$

Mạch kích từ:

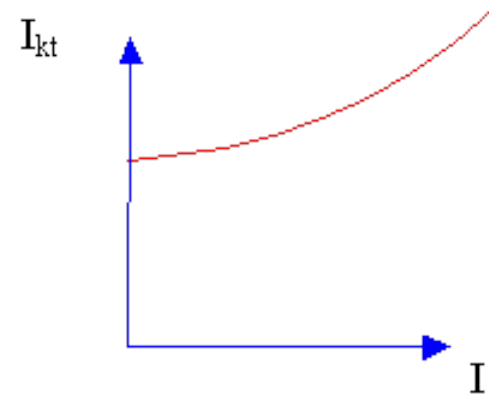
$$U_{kt} = I_{kt} (R_{kt} + R_{dc})$$

Phương trình dòng điện:  $I_{vr}$

$$= I + I_{kt}$$

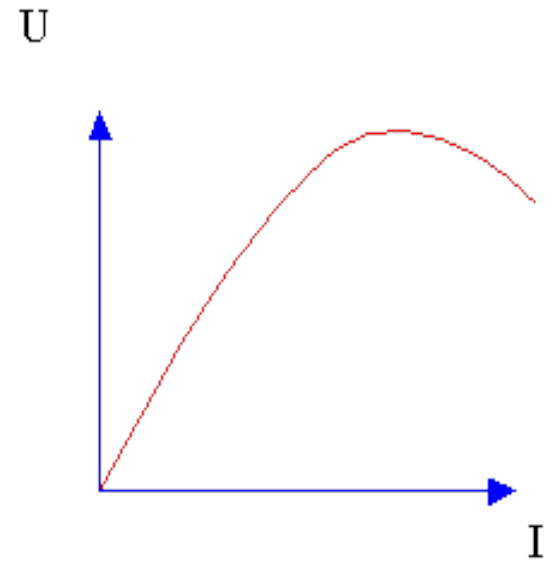
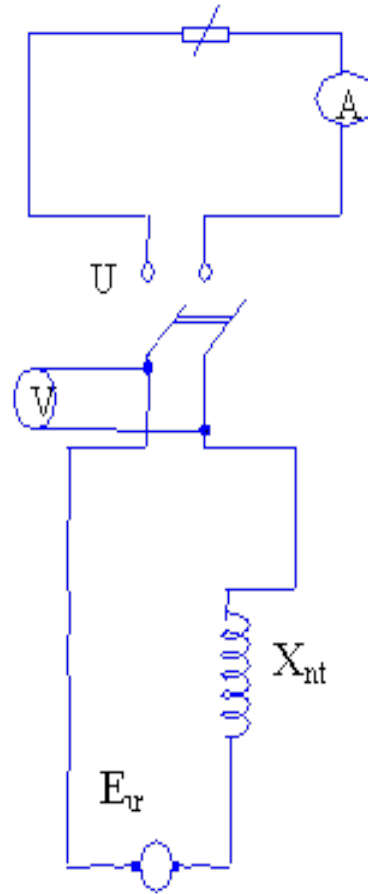


b)



### 10.6.3. Máy phát điện một chiều kích từ nối tiếp

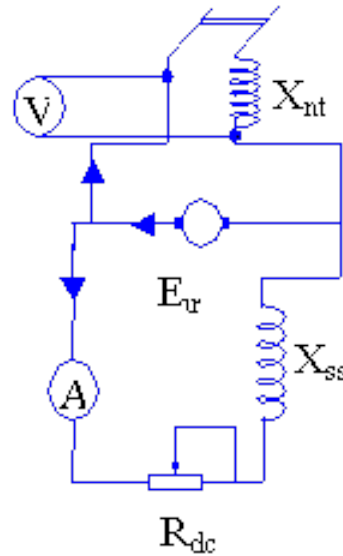
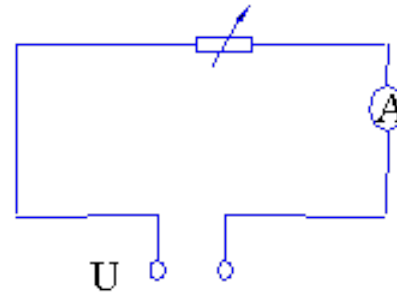
Dòng điện kích từ là dòng điện tải, khi tải thay đổi, điện áp thay đổi rất nhiều, trong thực tế không sử dụng máy phát kích từ nối tiếp



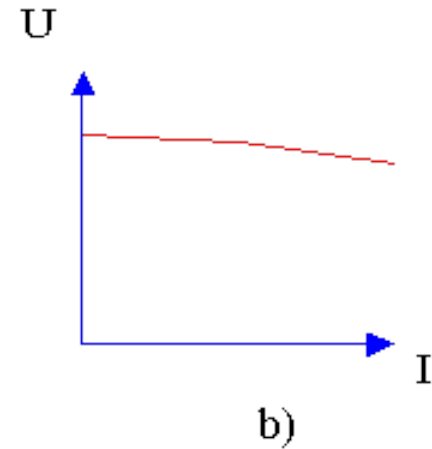


## 10.6.4. Máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp

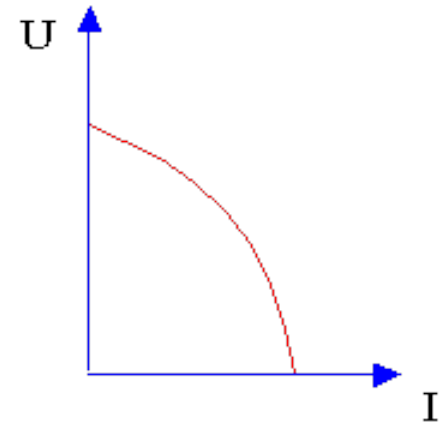
Đường đặc tính ngoài  $U=f(I)$  trong hai trường hợp nối thuận từ và ngược từ.



a)



b)



c)

## 10.7. Động cơ điện một chiều

### 10.7.1. Mở máy và điều chỉnh tốc độ

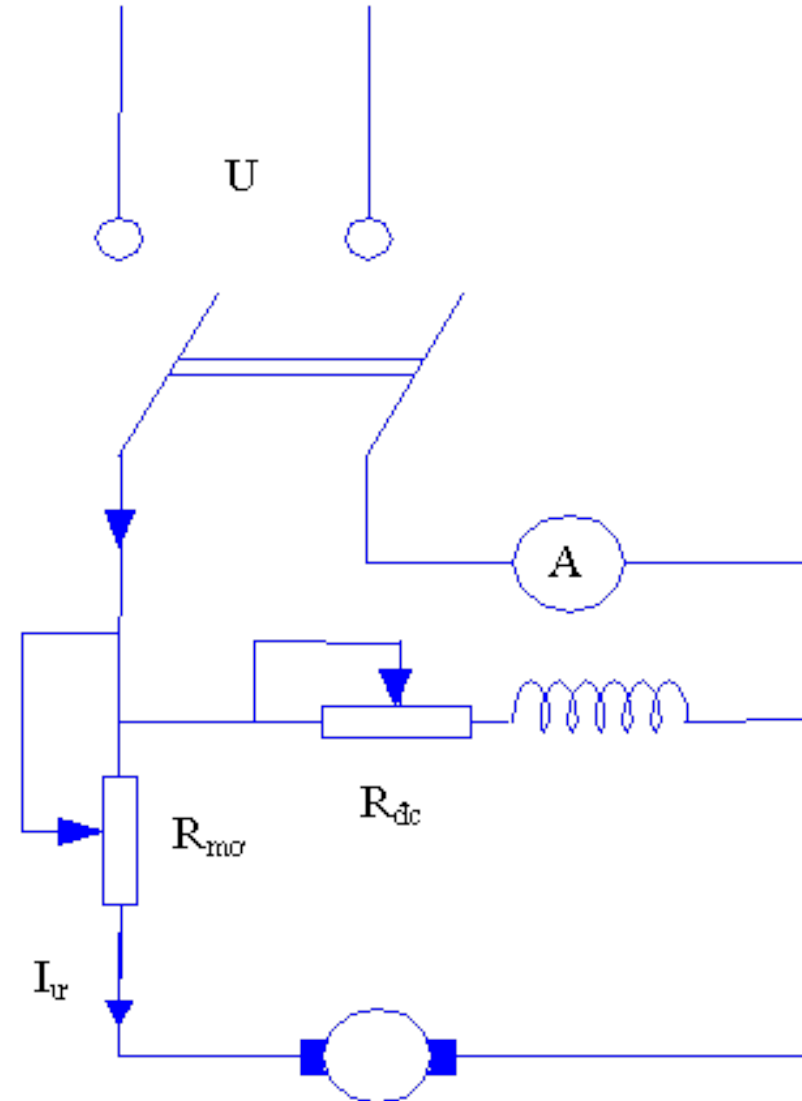
#### a. Mở máy động cơ điện một chiều

Khi mở máy :  $I_{\text{r}} = U / R_{\text{r}}$

Vì  $R_{\text{r}}$  rất nhỏ,  $I_{\text{r}} = (20 \div 30) I_{\text{đm}}$

Để giảm dòng điện mở máy:

- Dùng biến trở mở máy  $R_{\text{mở}}$
- Giảm điện áp đặt vào phần ứng



## b. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

$$n = (U - R_u I_u) / k_E \phi$$

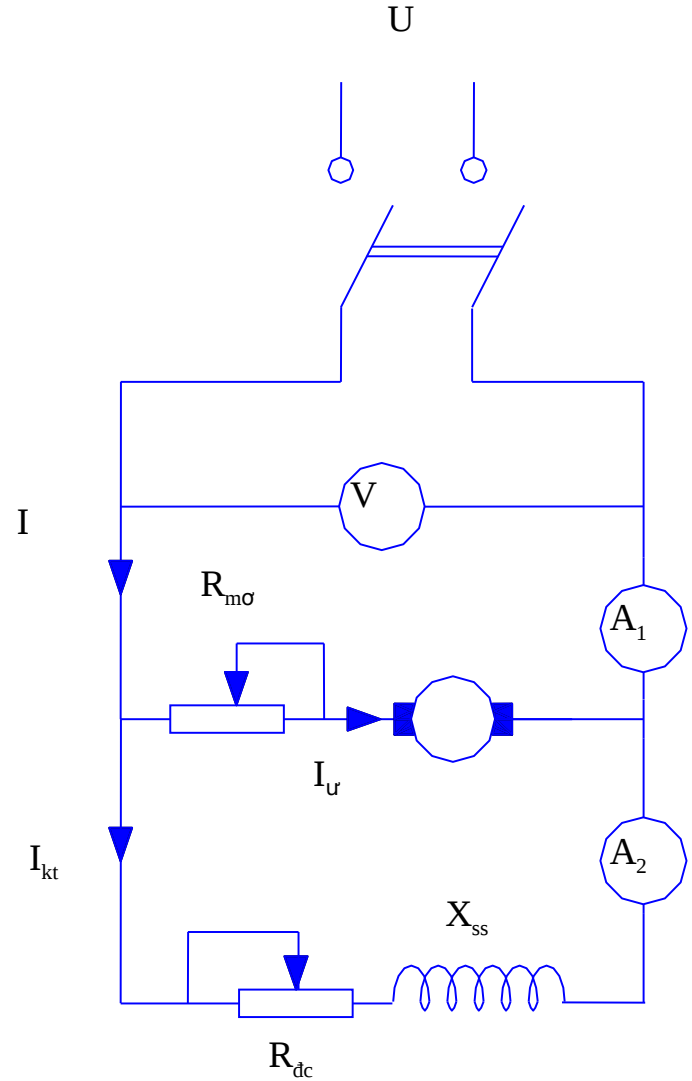
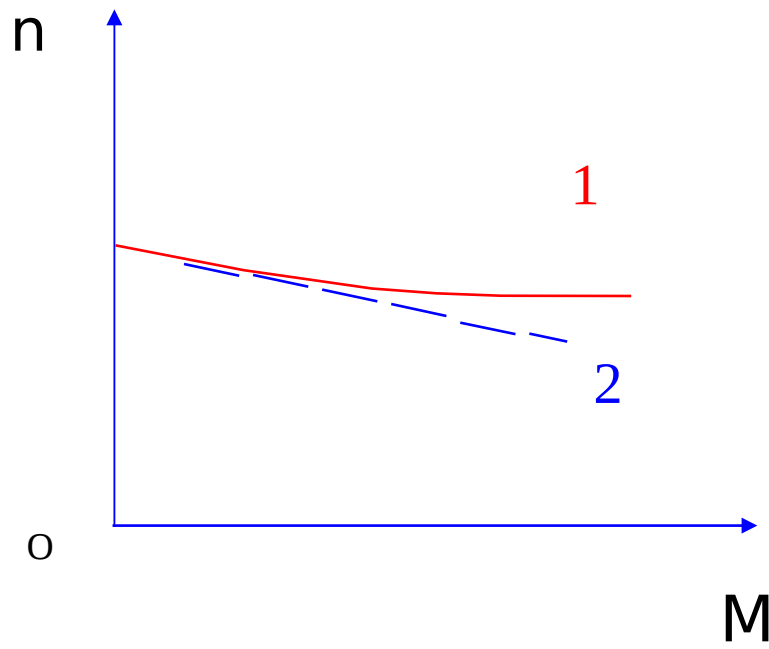
- Mắc điện trở điều chỉnh vào mạch phần ứng
- Thay đổi điện áp U
- Thay đổi từ thông

# 10.7.2. Động cơ điện một chiều kích từ song song

## a. Đường đặc tính cơ $n = f(M)$

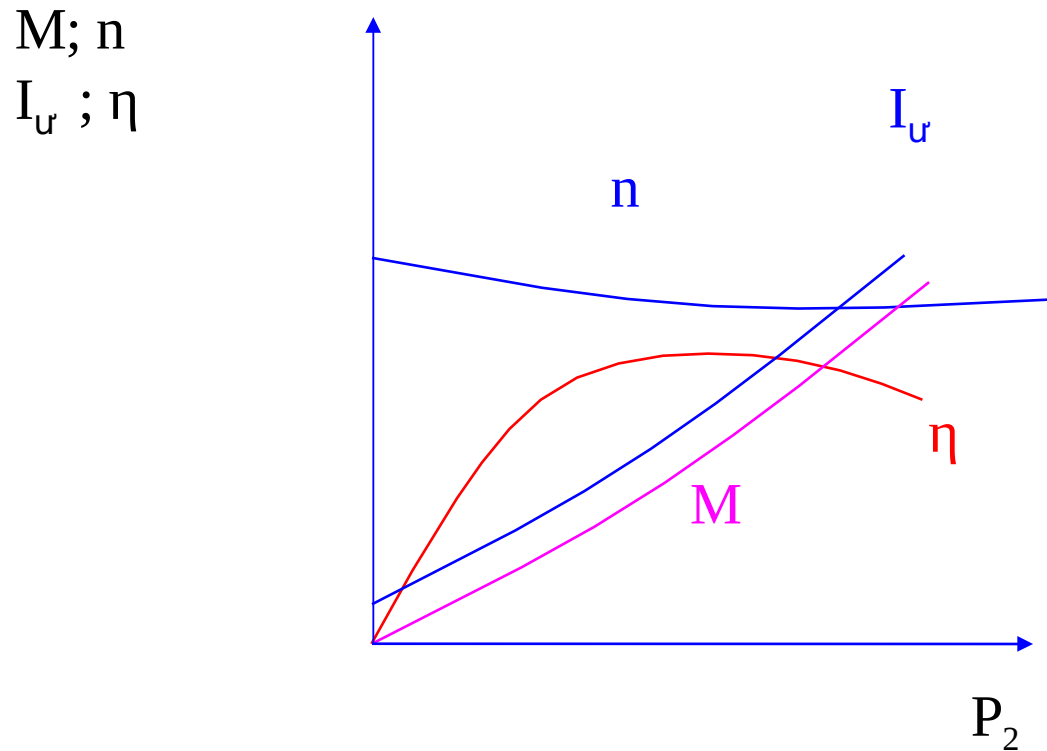
$$n = U / k_E \phi - R_u M / (k_M k_E \phi^2)$$

$$n = U / k_E \phi - (R_u + R_p) M / (k_M k_E \phi^2)$$



## b. Đặc tính làm việc

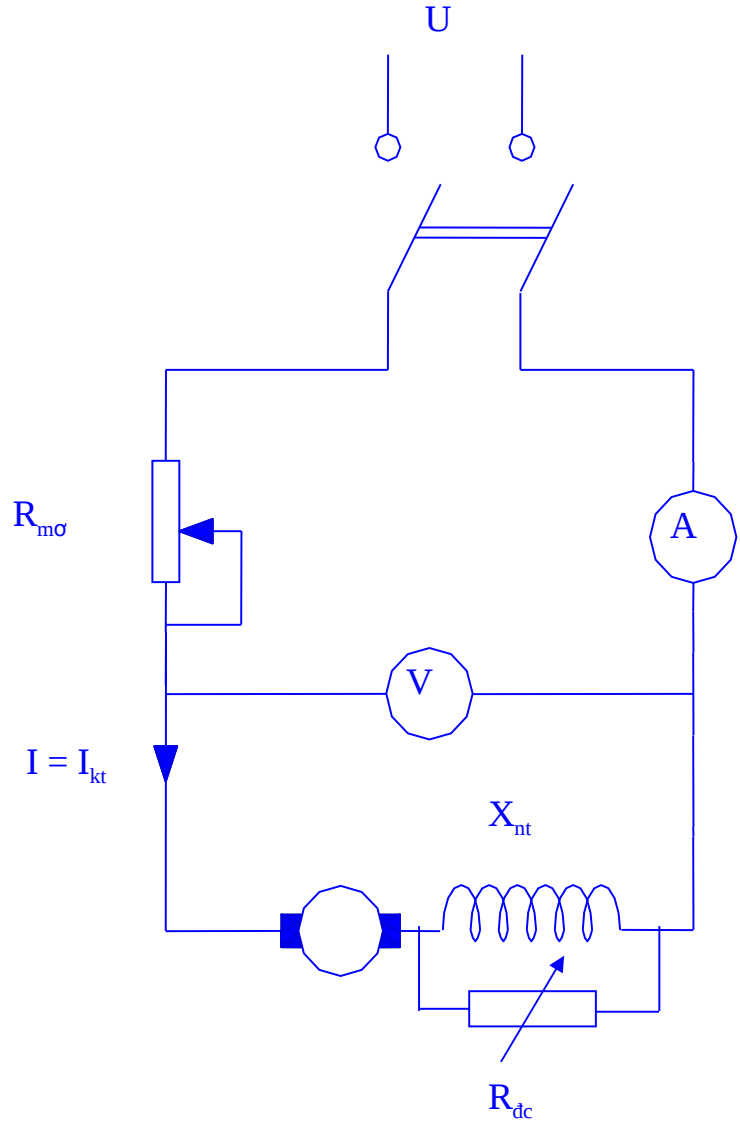
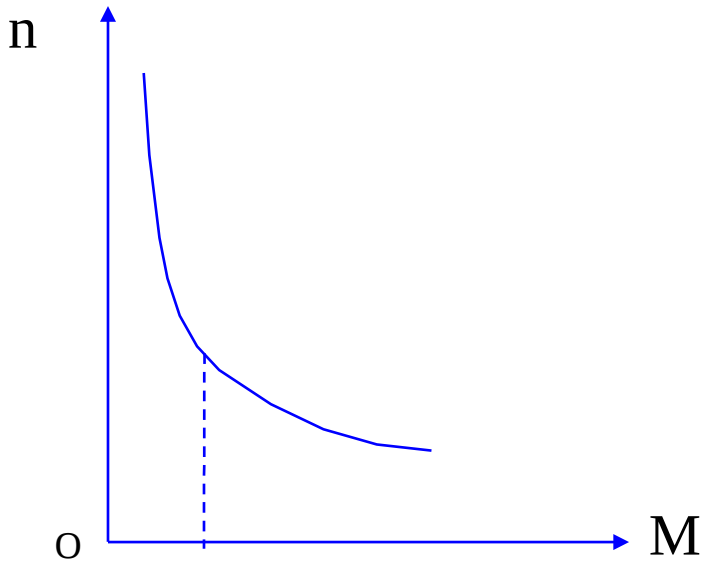
Các đường quan hệ giữa tốc độ  $n$ , mômen  $M$ , dòng điện phần ứng  $I_u$  và hiệu suất  $\eta$  theo công suất cơ trên trục  $P_2$



# 10.7.3. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

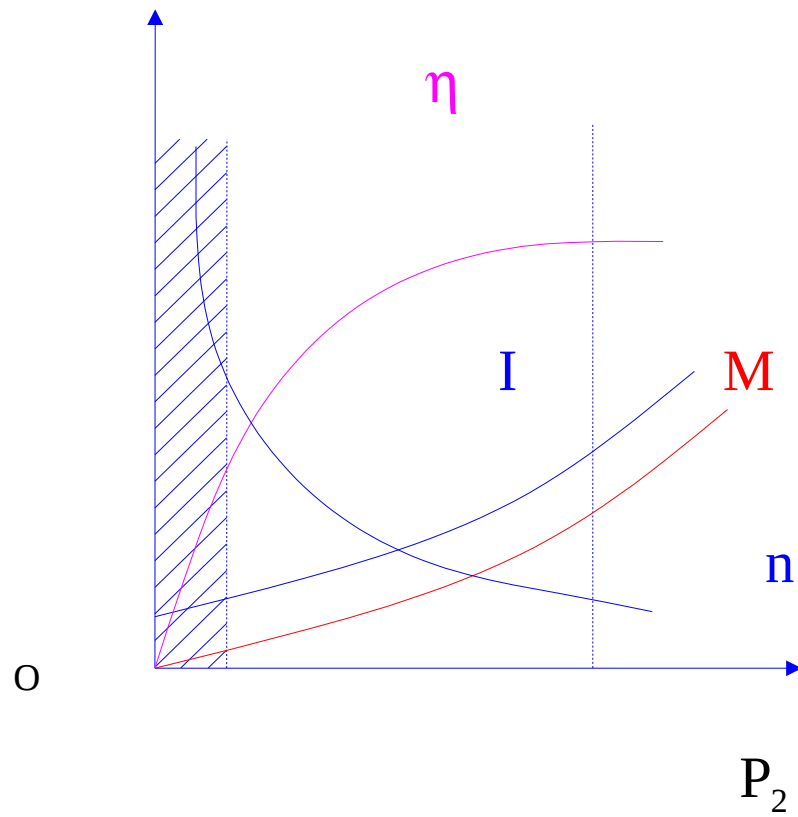
## a. Đường đặc tính cơ $n = f(M)$

$$n = \frac{kU}{k_E \sqrt{M}} - \frac{k_I R_u}{k_E} = \frac{aU}{\sqrt{M}} - bR_u$$



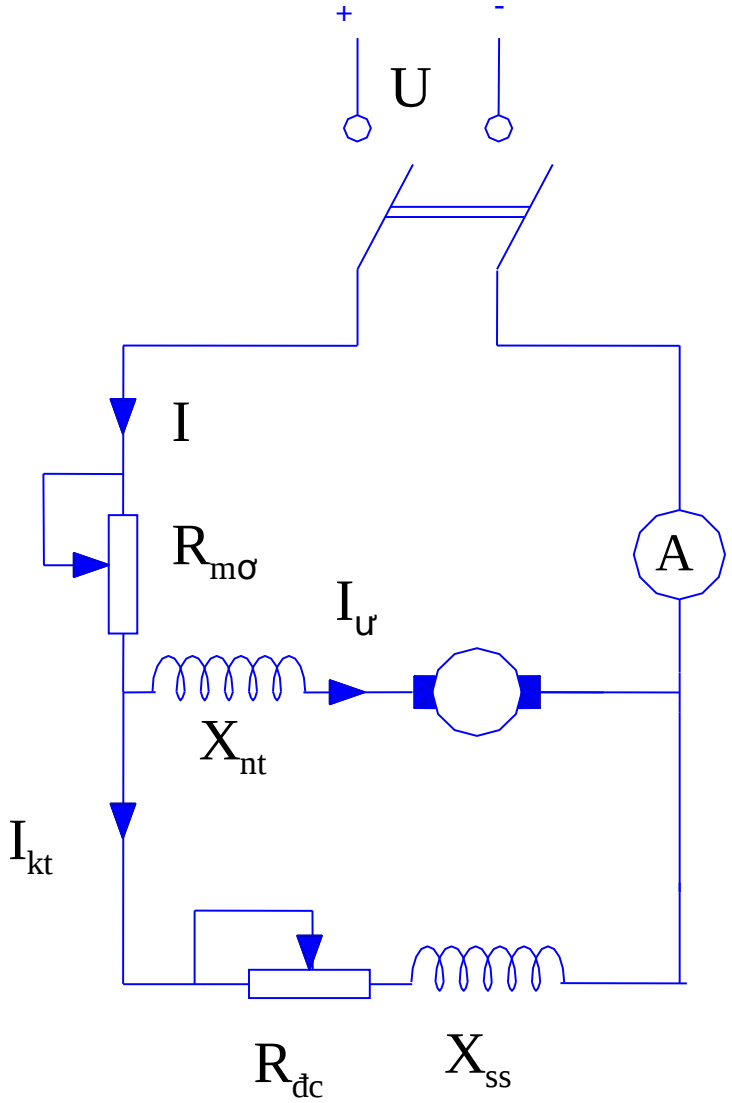
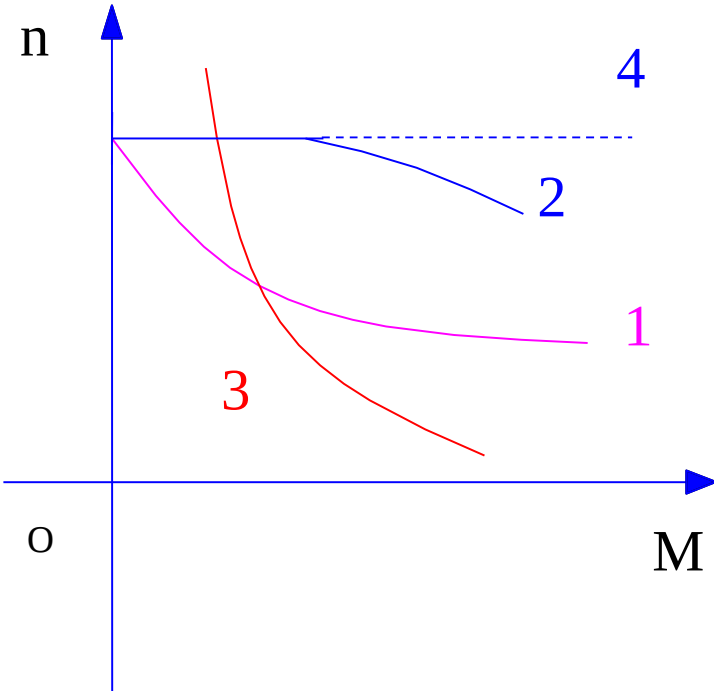
## b. Đặc tính làm việc

$n ; M$   
 $I ; \eta$



# 10.7.3. Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp

## a. Đường đặc tính cơ $n = f(M)$





# PHẦN 2

## KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

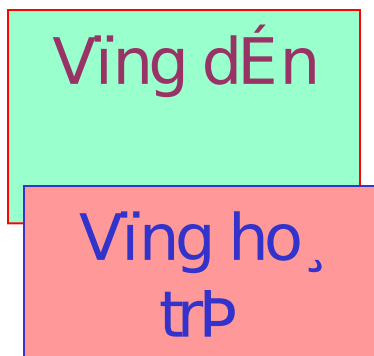
## 2.1. Chết bán dẫn đến hiện tượng ghép P-N

### 2.1.1. Chết bán dẫn nguyên chất và chết bán dẫn tạp chất

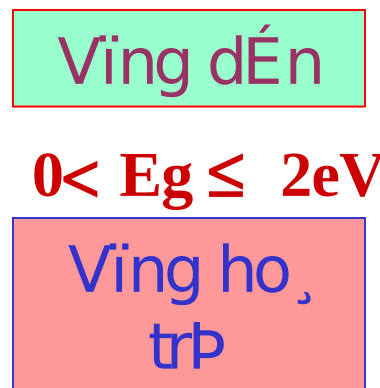
Phân biệt về điện trở của các chết bán dẫn bằng phương pháp



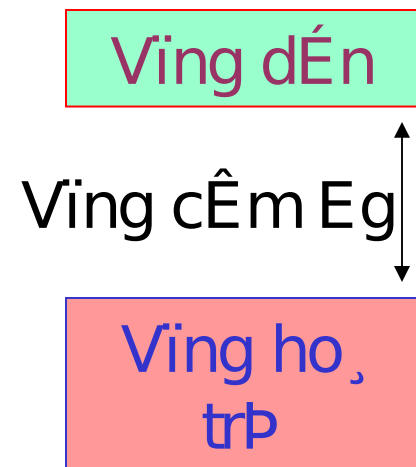
a. Cấu trúc vùng năng lượng trong chết bán dẫn tinh thể



c)



b)

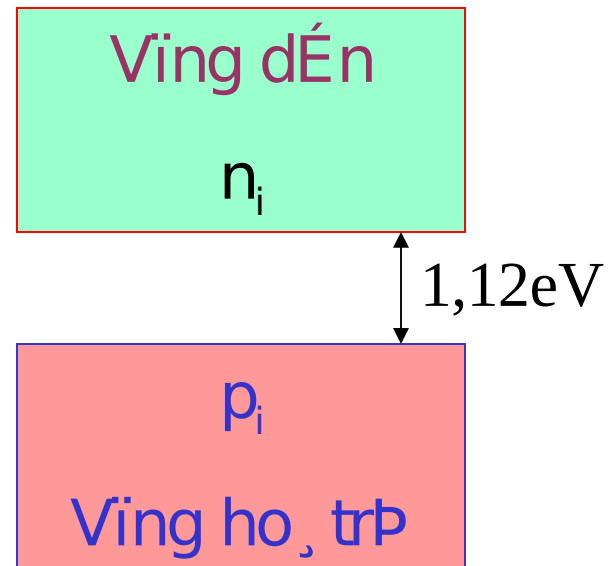
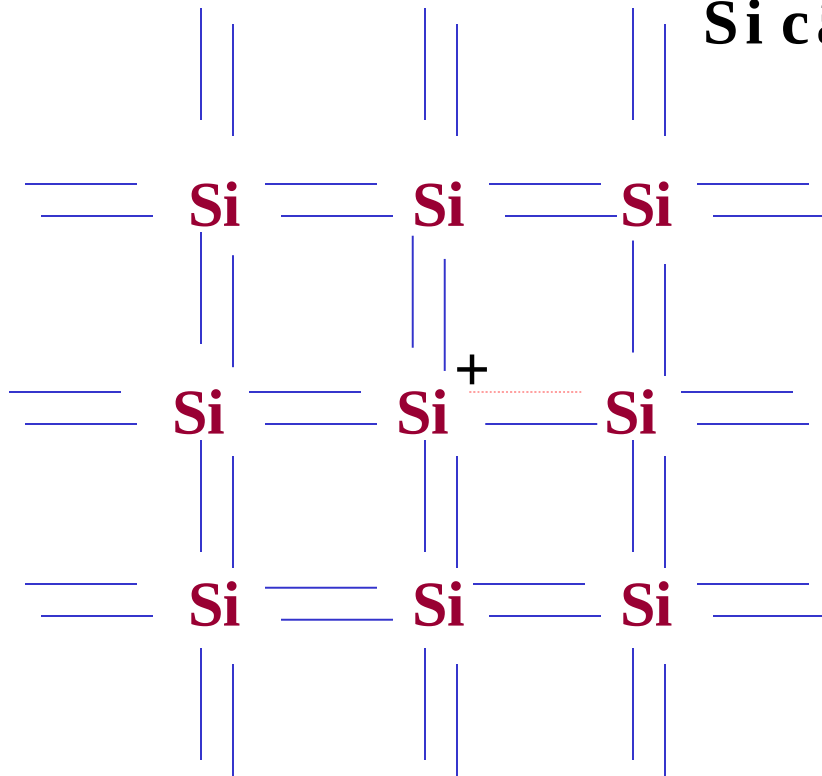


a)

## b. Chết bán dẫn thu hẹp

Hai chết bán dẫn đến thu hẹp liên hệ với Germanium (Ge) và Silicon (Si) đều thuộc nhóm 4 của Bảng tuần hoàn.

Si có  $E_g = 1,12 \text{ eV}$  và Ge có  $E_g = 0,72 \text{ eV}$



Muốn có hạt dẫn tự do phải có năng lượng kích thích  $E_{kt} > E_g$  làm phát sinh một cặp hạt dẫn  $n_i = p_i$ .

## C. Chất bán dẫn tiếp xúc loại n

Pha tiếp xúc nhằm 5 của BTH vào mạng tinh thể Ge hay Si với năng lượng khoảng  $10^{10}$  đến  $10^{18}$  nguyên tử/cm<sup>3</sup> ta có chất bán dẫn loại n.

Mức tiếp xúc loại n nằm ở phía trên vùng cấm, y vùng dẫn

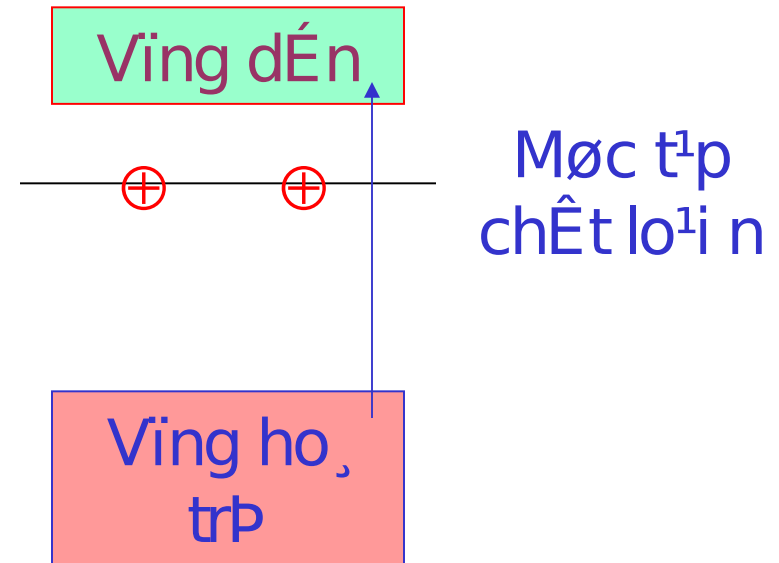
Các điện tử có động năng lớn kích thích bán ngoài đó như là vùng dẫn và tham gia vào quá trình dẫn điện.

Hết đến số lượng điện tử.

Hết đến thiếu số lượng ion d-

ng tiếp xúc

$$n_n \gg p_n$$



### d. Chết bán đến tiếp chết loại p

Pha tiếp chết thuốc nhằm 3 của BTH vào mức tinh thể Ge hay Si với năng lượng khoảng  $10^{10}$  đến  $10^{18}$  nguyên tử/cm<sup>3</sup> ta có chết bán đến loại p.

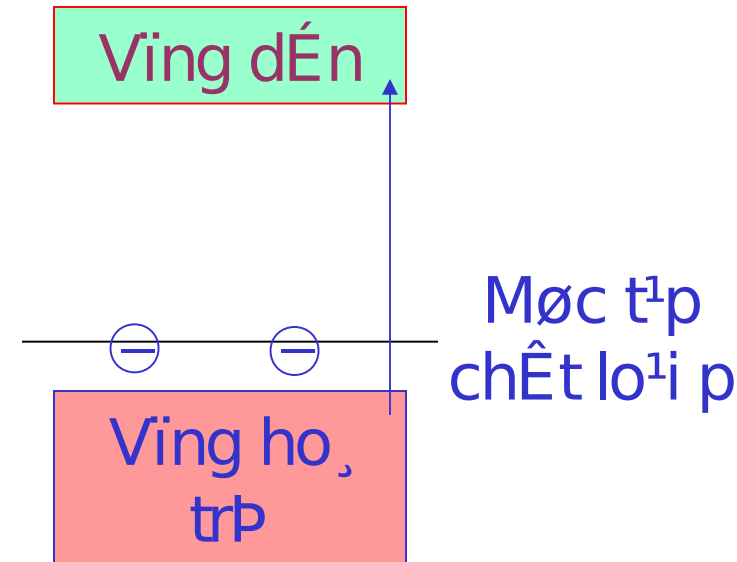
Mức tiếp chết loại p nằm ở phía dưới vùng cấm của vùng hóa trị

Các nguyên tử donor nên năng lượng kích thích bán ngoài đó như tổ vùng hóa trị làm mức tiếp chết loại p tạo nên nguyên tử tham gia vào quá trình đến.

Nguyên tử donor sẽ mang điện tích +

Nguyên tử thiếu sẽ mang điện tích -

$$n \gg p$$



## e. Vật lý hiện tượng vật lý thống kê

- Hiện tượng ion hóa, nguyên tử  
ở nhiệt độ thống kê, biến đổi đến nguyên chất hay tập chất ở áp suất  
ion hóa, vụ nổ sẽ hình thành đến n hay p xác suất phân rã dựa vào hàm  
Fermi-Dirac.  
ở trạng thái cân bằng thống kê sẽ năng lượng hai loại hình thành đến lưu  
lượng mật độ sẽ:  $n_n \cdot p_n = n_p \cdot p_p = n_i \cdot p_i = n_i^2 = \text{const}$   
Biến đổi đến n cả  $n_n \gg n_i \gg p_n$ . Biến đổi đến p cả  $p_p \gg p_i \gg n_p$
- Hiện tượng tập hợp các hạt đến  
Tập hợp lượng quark chuyển đổi đến các nguyên tử tổ chức cao xuống  
thấp lượng mật độ các hạt đến. Sự tập hợp cả liên quan đến  
thời gian sống của nguyên tử xác suất phân rã sinh ra vụ nổ cả quan  
hệ với tốc độ tăng nhanh của liên kết nguyên tử.
- Chuyển đổi năng lượng cả gia tốc từ các hạt đến trong nguyên tử  
ên  
Khi cả nguyên tử các hạt đến sẽ chuyển đổi năng lượng cả hình  
thành tạo nên dòng nguyên tử.
- Chuyển đổi năng lượng khuếch tán  
Nếu trong khi biến đổi cả chênh lệch năng lượng các nguyên tử xác  
khả năng gian thì cả hiện tượng khuếch tán lượng cân bằng

## 2.1.2. MÆt ghĐp p-n vµ tÝnh chÊt chØnh l-u cña ®i  t b, n d n

### a. MÆt ghĐp p-n khi ch-a cã $E_{ngo\mu i}$

- Khi hai khối b, n d n p vµ n ti p xóc c ng ngh  với nhau s  x y ra hi n t ng khu ch tán v  cã ch nh l ch n ng   h t d n.

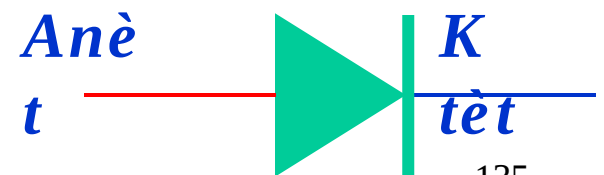
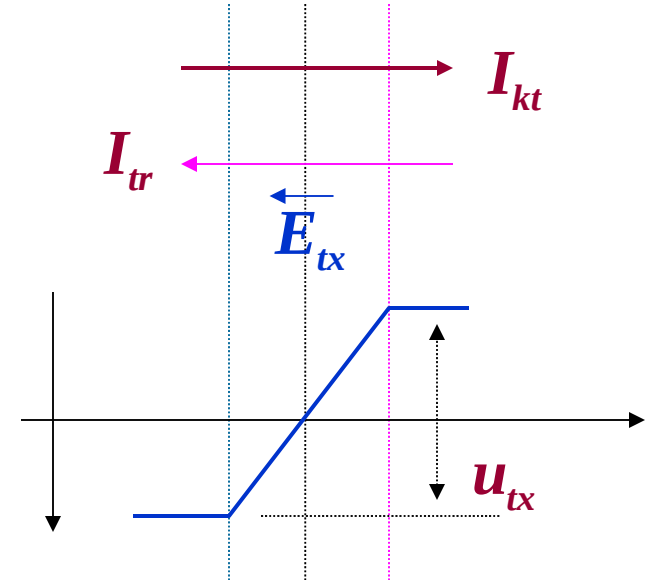
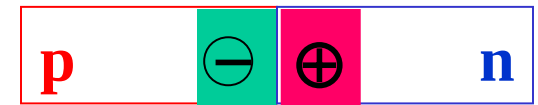
$$P_p \approx 10^{17} \quad p_n \approx 10^{11}$$

$$n_p \approx 10^{10} \quad n_n \approx 10^{15}$$

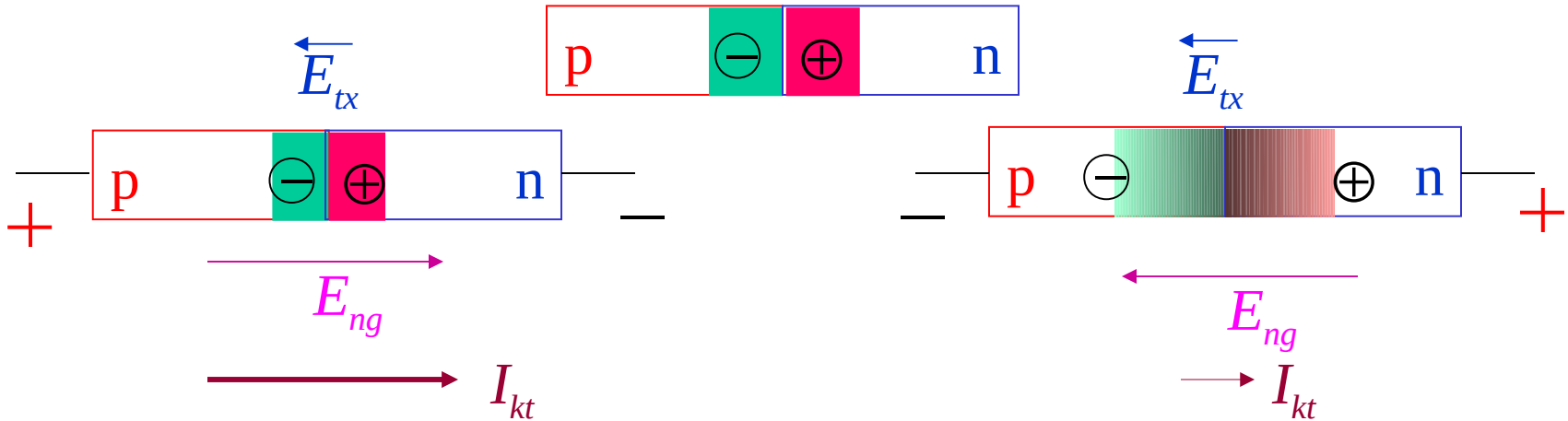
-    i u ki n ti u chu n, nhi t   ph ng (27  C)  i n  p  $U_{tx}$  cña ti p gi, p p-n d ng Ge  t khoảng 0,3V vµ d ng Si  t khoảng 0,6V

-  i n áp ti p xóc p-n  ic  ng d ng l m pin quang  i n.

- MÆt ghĐp p-n  ic  ng d ng l m  i  t b, n d n.



## b. *Mãt ghĐp p-n khi cũ Òn tr-êng ngoµi*



- Khi Òn tr-êng ngoµi vµ Òn tr-êng tiÕp xóc ng-íc nhau chóng cũ xu h-íng triÕt tiªu nhau lµm vïng chuyÓn tiÕp (vïng nghìo Òn tÝch) hÑp lªi, hµng µo thÕ gi¶m nªn sù khuÕch t, n xÈy ra m¹nh h-n --> cũ dßng Òn ch¹y qua líp tiÕp gi, p -> ta nãi Òi èt ph©n cũc thuÈn.

- Khi Òn tr-êng ngoµi vµ Òn tr-êng tiÕp xóc cũng chiÒu nhau chóng cũ xu h-íng céng lªi vói nhau lµm vïng chuyÓn tiÕp (vïng nghìo Òn tÝch) réng ra, hµng µo thÕ tïng nªn sù khuÕch t, n x¶y ra rÊt yÕu -> kh«ng cũ dßng Òn ch¹y qua líp tiÕp gi, p -> ta nãi Òi èt ph©n cũc ngÆc.



## C. §Æc tủyỐn Von-Ampe vμ c, c tham sè c - b ¶n cĩa Òièt b, n dÉN

- §Æc tủyỐn cĩa Òièt lμ mét Ò-êng cong phøc t¹p.

- Mçi Ò-êng chia lμm 3 vïng.

- Vïng 1 Òièt ph©n cùc thuËn

§Æc tủyỐn cĩa Ge gÇn tróc I h-n. Cïng mét gi, trÞ I ?

Cïng gi, trÞ U ?

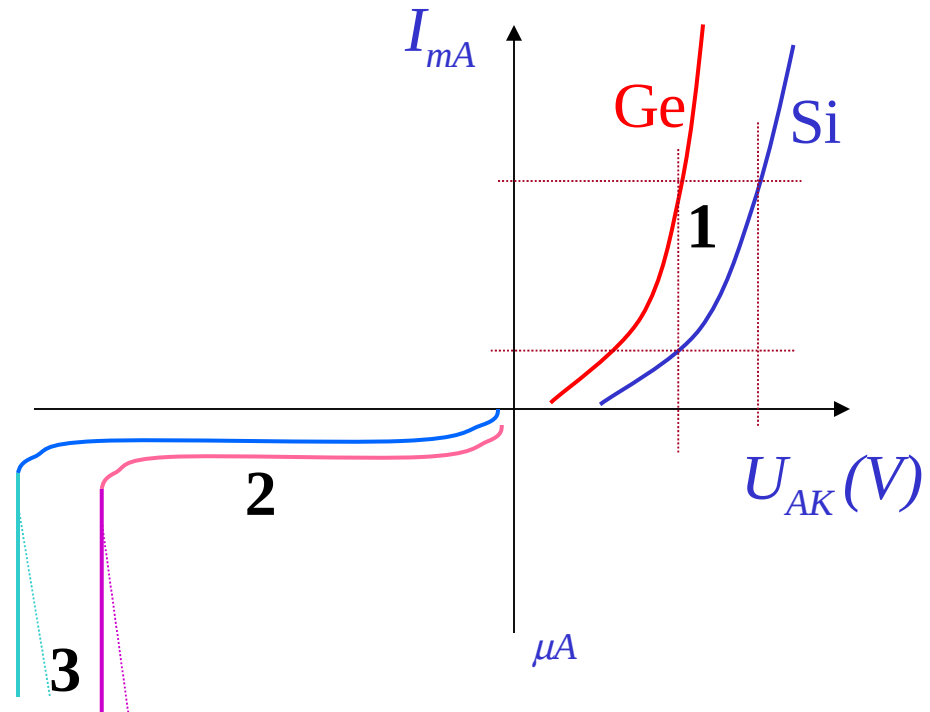
- §-êng Ge c³/4t tróc hõnh 0,2V

- §-êng Si c³/4t tróc hõnh 0,4

- Vïng 2 vμ 3 Òièt ph©n cùc ng-íc. Dßng ÒiÖn ng-íc cĩa Òièt Ge lín h-n.

- Vïng 3 Òièt bÞ Ò, nh thñng. Ge bÞ Ò, nh thñng sım h-n.

- Nguyªn nh©n Ò, nh thñng: vx nhÞæt, vx ÒiÖn



## C, c tham sè cña $\mathbb{R}$ iết

- Tham sè giú h<sup>1</sup>n chñ y<sup>Ö</sup>u

(qu, giú h<sup>1</sup>n nuy  $\mathbb{R}$ iết s<sup>ĩ</sup> b<sup>Đ</sup> háng)

- §iÖn ,p ng-íc cùc  $\mathbb{R}$ i
- $U_{ngc\text{mac}}$  (th-êng chän 80% cña  $U_{\mathbb{R}t}$ )

- Dßng thuËn cùc  $\mathbb{R}$ i  $I_{Acf}$

- C«ng suËt ti<sup>a</sup>u hao cùc  $\mathbb{R}$ i cho phĐp  $\mathbb{R}$ Ó  $\mathbb{R}$ iết ch-a b<sup>Đ</sup>  $\mathbb{R}$ ,nh thñng vx nhiÖt.  $P_{Acf}$

- TÇn sè giú h<sup>1</sup>n cña  $\mathbb{R}$ iÖn ,p hay dßng  $\mathbb{R}$ iÖn trong m<sup>1</sup>ch f

- Tham sè  $\mathbb{R}$ Đnh mөc chñ y<sup>Ö</sup>u ( $\mathbb{R}$ Ó  $\mathbb{R}$ ,nh gi, chÊt l-îng vµ ph<sup>1</sup>m vi øng dông cña  $\mathbb{R}$ iết)

- §iÖn trë mét chiÖu  $R_{\mathbb{R}} = U_{AK} / I_A$

- §iÖn trë vi phÇn (xoay chiÖu)

$$r_{\mathbb{R}} = \partial U_{AK} / \partial I_A = U_T / (I_A + I_S)$$

Trän nh, nh thuËn  $r_{\mathbb{R}th}$  nhá. Trän

nh, nh ng-íc  $r_{\mathbb{R}ngc}$  lín. Sù chänh löch cụng lín tÝ nh chÊt chØnh l-u cụng tèt.

- §iÖn dung tiÖp gi, p p-n. ë tÇn sè cao dung kh, ng cụng gi<sup>1</sup>m vµ tÝn hiÖu s<sup>ĩ</sup> truyÒn qua  $\mathbb{R}$ iết lµm mËt t/c chØnh l-u.

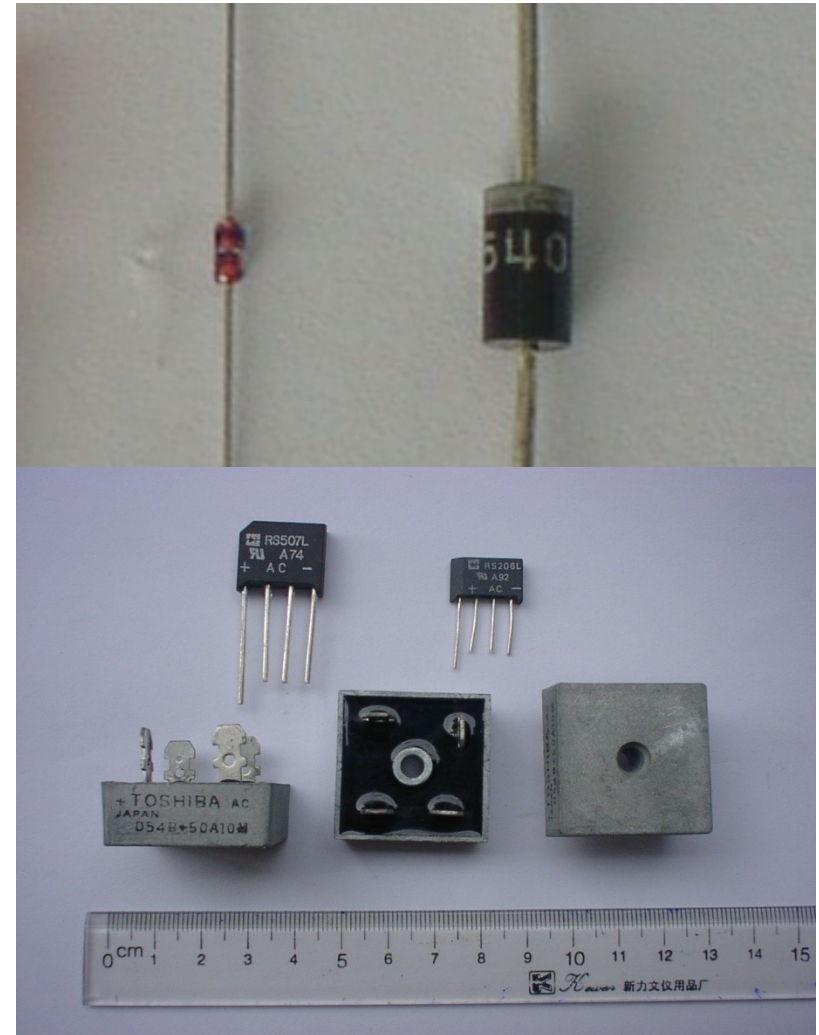
## ***Ph©n lo<sup>1</sup>i ©i èt b<sub>,n</sub> dÉn***

- **Dùa vµo ©Æc ©iÓm cÊu t<sup>1</sup>o: §ièt tiÕp ©iÓm, tiÕp mÆt**
- **Dùa vµo chÊt b<sub>,n</sub> dÉn: Ge hay Si**
- **Dùa vµo tÇn sè giú h<sup>1</sup>n f<sub>max</sub>: §ièt cao tÇn, ©ièt ©m tÇn**
- **Dùa vµo c«ng suÊt cøc ©<sup>1</sup>i cho phÐp: §ièt c«ng suÊt l-n, c«ng suÊt trung b×nh, c«ng suÊt nhá.**
- **Dùa vµo nguy<sup>a</sup>n lý lµm viÖc hay ph<sup>1</sup>m vi øng dông: §ièt chØnh l-u, ©ièt æn ,p (©ièt zener), ©ièt biÕn dung (Varicap), ©ièt Gunn.**
- **...**

# mét sè d'ng ® èt cô thÓ

- §i èt cã vá bãc b»ng **thuû tinh** hay nh÷a tæng hìp chÞu nhiÖt.
- Lo¹i ®-n cã hai cùc, v¹ch mµu ë phÝa cùc Ka tèt.
- Lo¹i ®i èt kÐp cã ba cùc, linh kiÖn ®ãng vá
- nh÷a transistor, cùc ®iÖn ®-íc ®, nh dÊu +, - vµ ghi ch÷ AC

hay ~

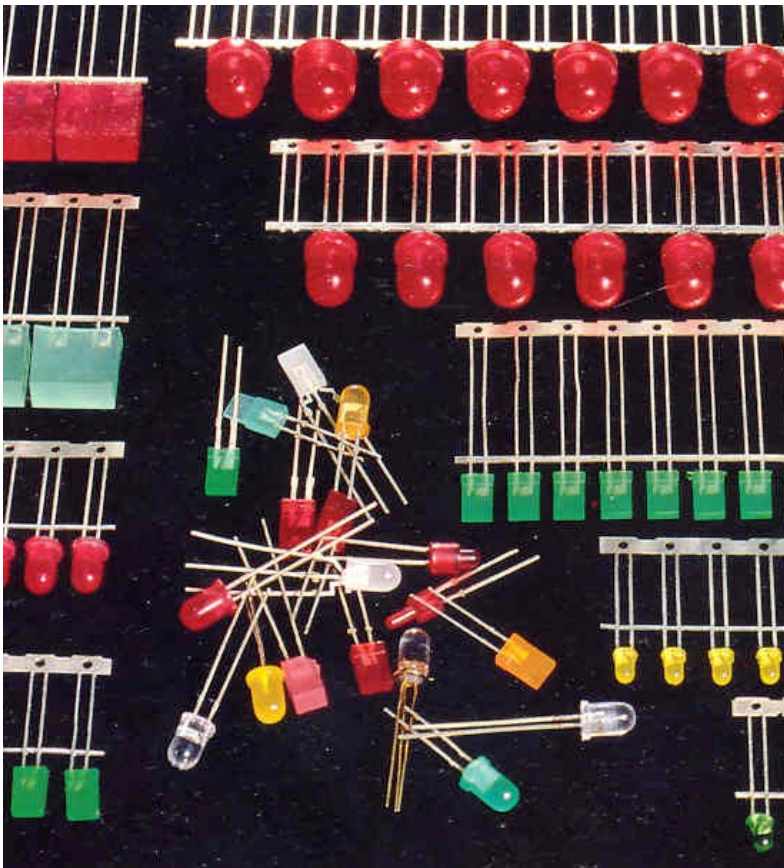


# Nh÷ng d¹ng ®i ²t ®Æc biÖt

- §Ó chØnh l-u dßng ®iÖn lín húng tr³m A, ®i ²t ®Æc chÕ t³o c¶ vá bãc ngoµi b»ng kim lo¹i vµ t³o d,ng ph³ h³p nh»m gi¶i nhiÖt t²t, d©y dÉn ®iÖn v³t b»ng ®inh ²c chø kh«ng hµn.



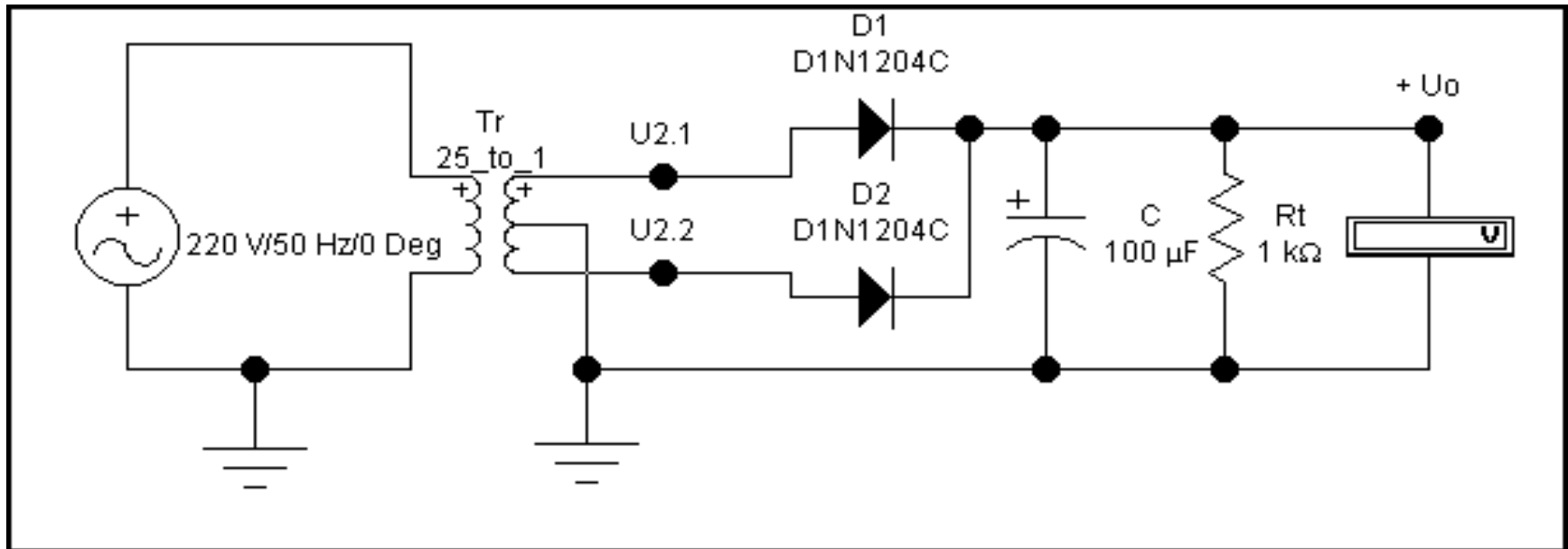
# Nh÷ng d¹ng ®i ²t kh, c



- §i ²t ph, t quang (light-emitting diode - LED) víi nhiÒu h×nh d¹ng vµ mµu s³/4c kh, c nhau.



### 2.1.3. Việc ứng dụng biến áp xung của biến áp đến



- Mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ dùng hai điốt. Biến áp cả thời cấp ba cuộn ra tạo nên  $U_{2.1} = U_{2.2}$  nh-ng ng-íc pha nhau (điốt nối chung). Hoạt động...
- Giá trị trung bình của điện áp trên tải:  $U_0 = 0,9U_2$
- Giá trị trung bình của dòng điện trên tải:  $I_t = U_0/R_t$ . Dòng qua mỗi điốt  $I_{a1} = I_{a2} = I_t/2$ .
- Số lượng điốt bằng 1/4 số bóng đèn sẽ cấp mạch:  $q_{in} = U_{dm} / U_0$

- $U_{nm}$  là biên độ sóng của tần số  $n\omega$ .  $m$  là pha chọn l-u. Lấy  $n=1$  và  $m=2$  ta có:

$$q_1 = \frac{U_{1m}}{U_0} = \frac{2}{m^2 - 1} = 0,67$$

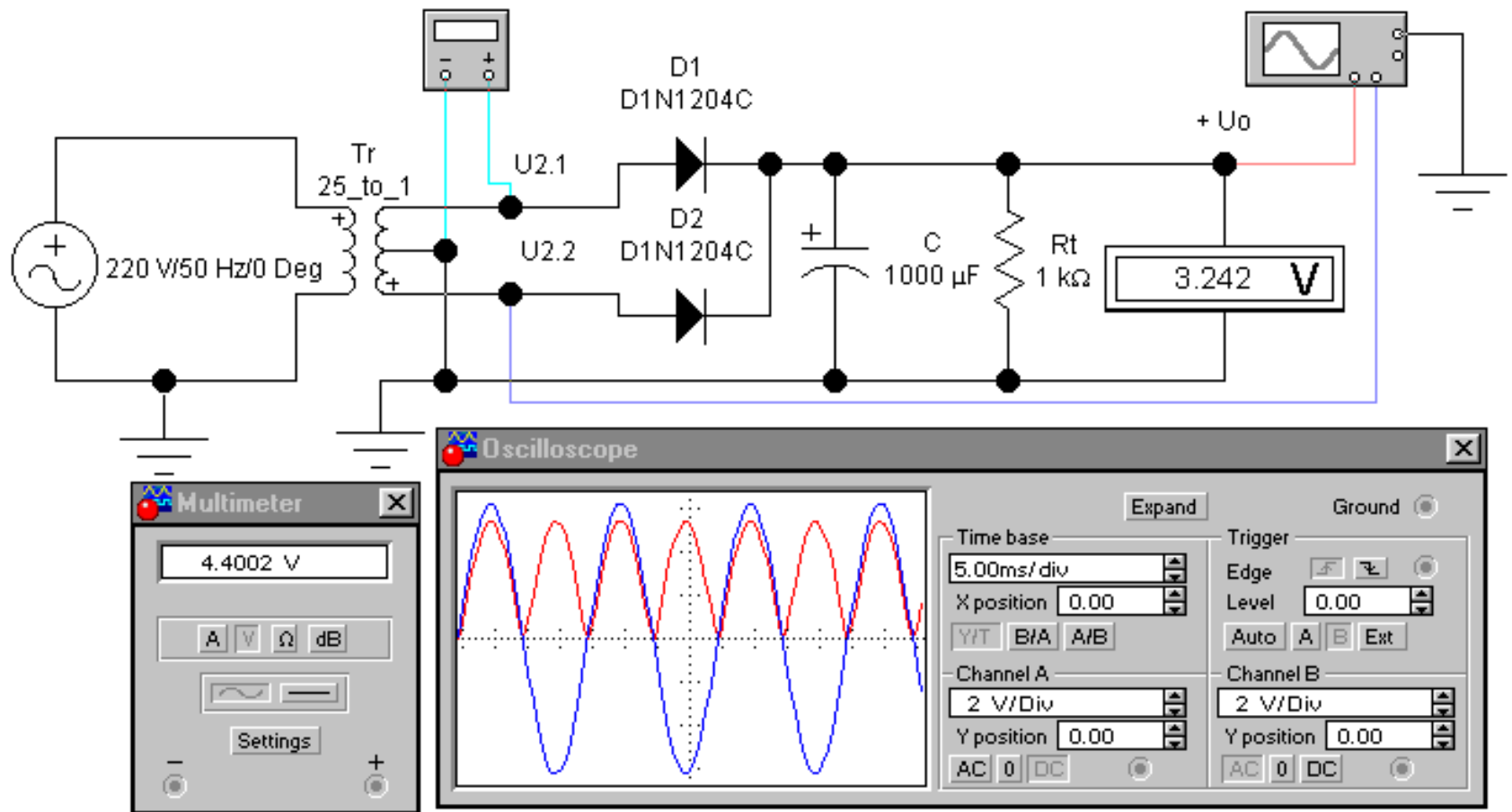
Hiện tượng nhiễu xạ bậc hai được tăng cường ở góc nhiễu xạ bậc hai trên hai cuộn thông tin.

$$U_{ngc \max} = 2\sqrt{2}U_2 = 3,14U_0$$

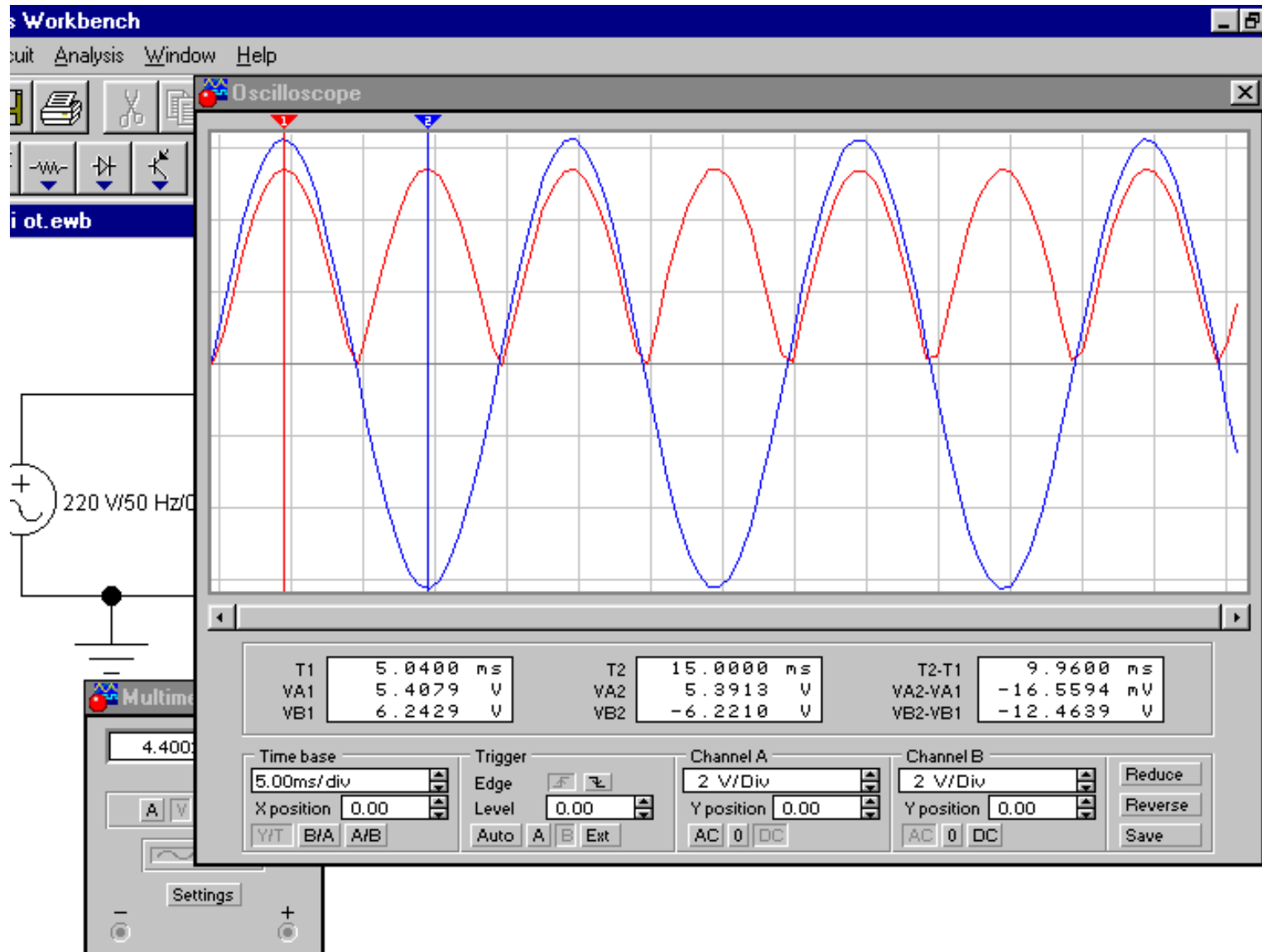
- -u Điều kiện: Sóng phải gần
- Khuyếch tán Điều kiện: Chiều dài sóng nhiễu xạ mét chiều thấp, hiệu suất năng lượng thấp, nhiễu xạ cả hai phần thông tin chéo, nhiễu xạ nhiễu xạ bậc hai cao.
- Kh $\frac{3}{4}$ c phức: Chọn l-u cụ.



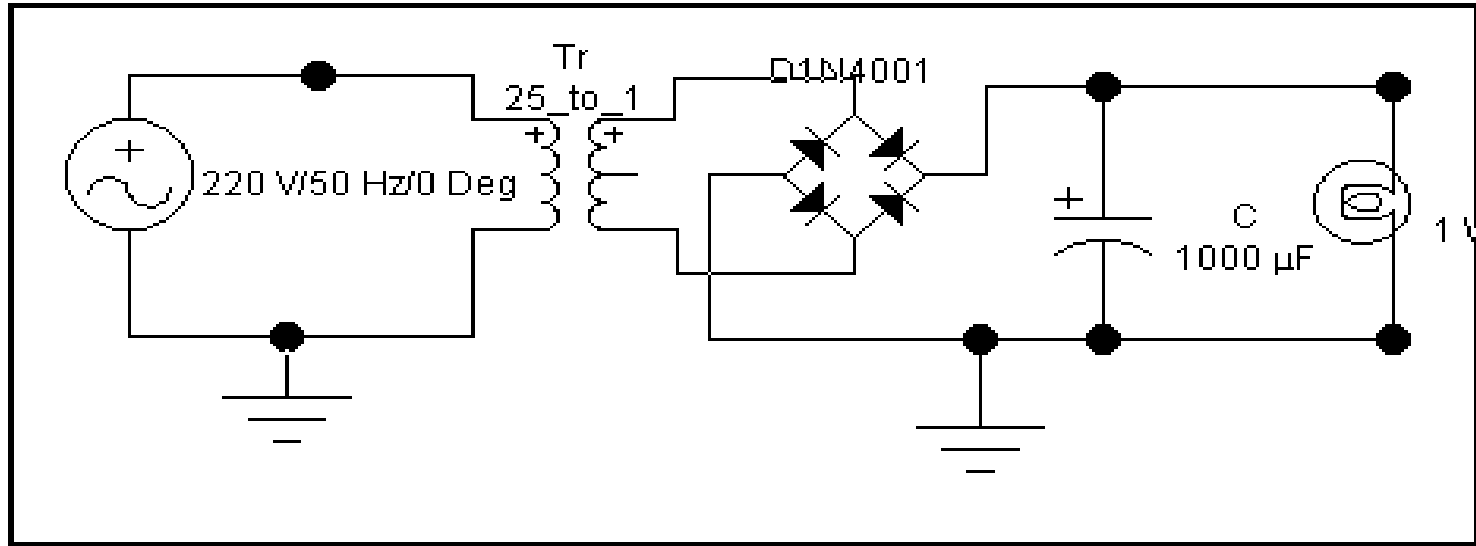
# Sơ đồ kết quả đo « phầng vớ lý thuyế



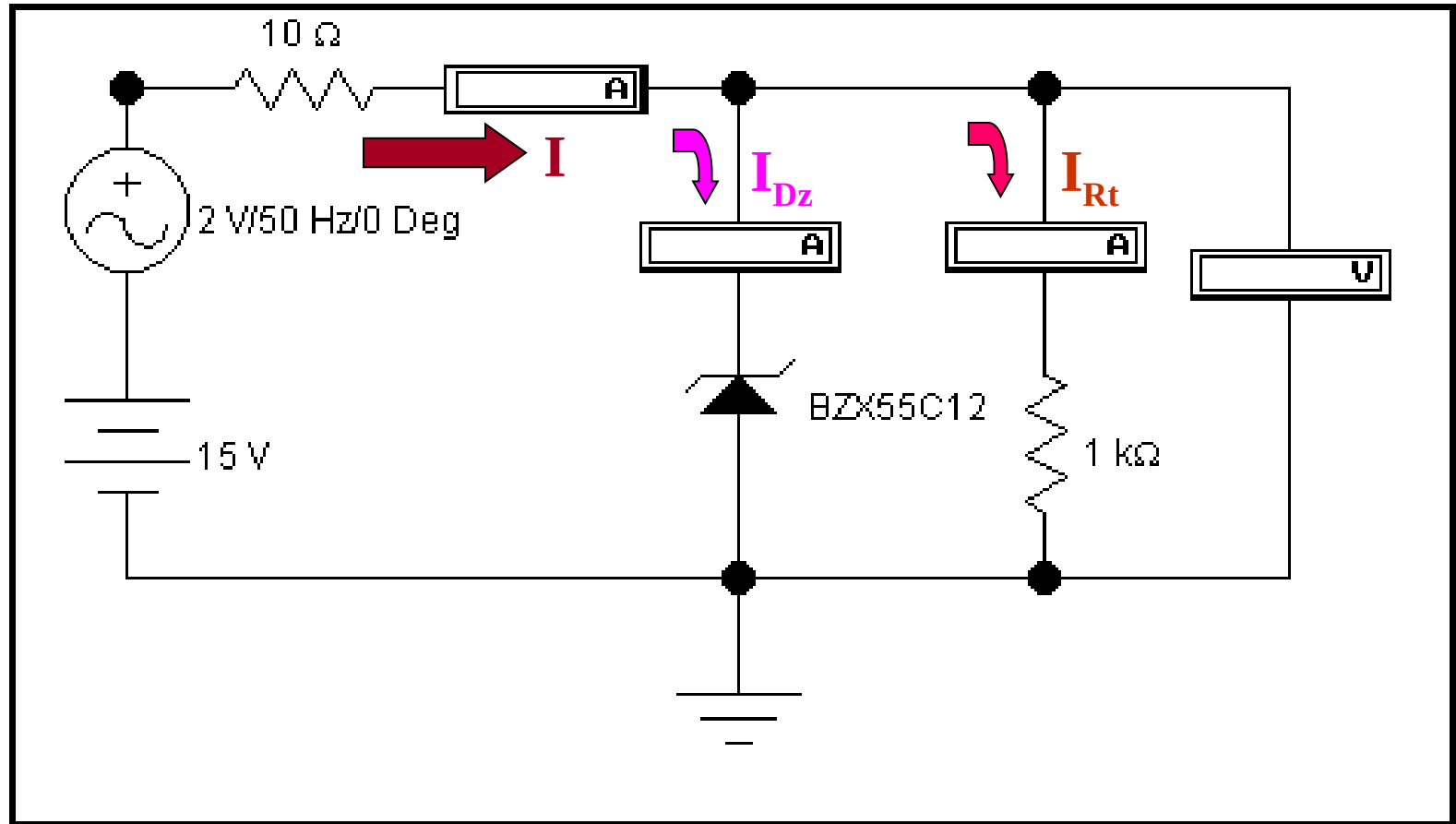
# kết quả m« pháng tr^n dao ®éng ký



## M<sup>1</sup>ch chØnh I-u cÇu



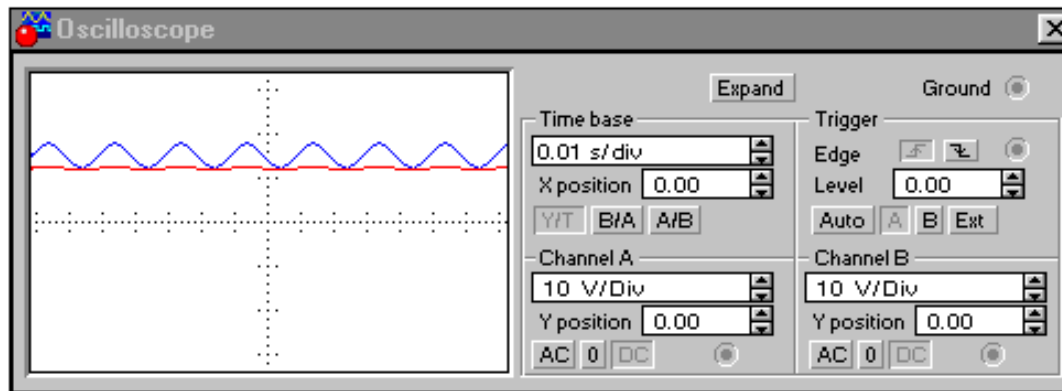
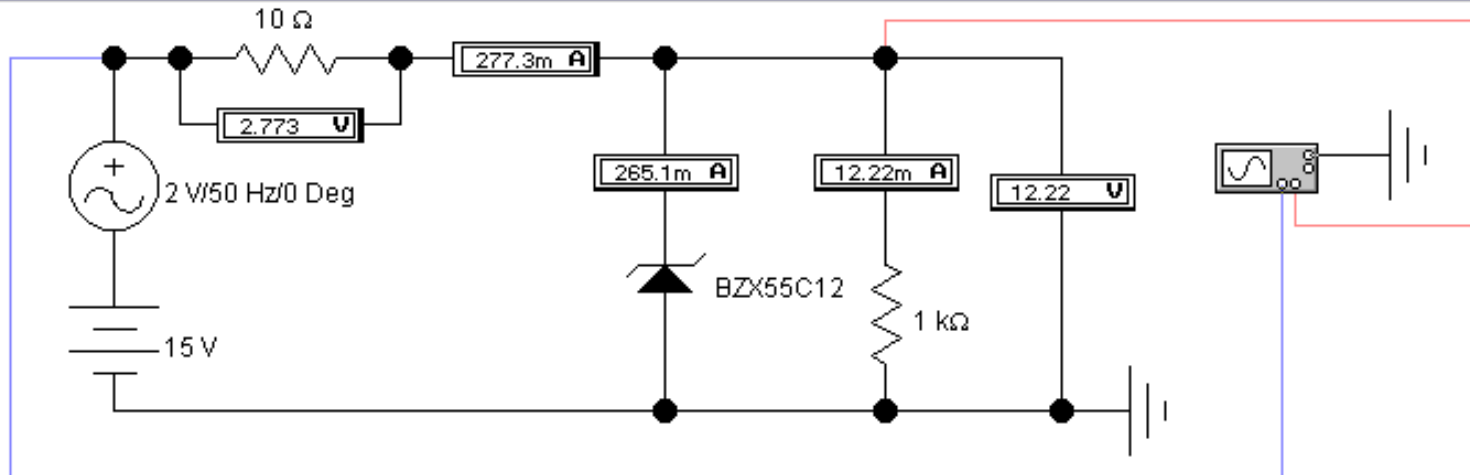
- S<sup>1</sup> Ò Ò m<sup>1</sup>ch ÒiÖn. Nguy<sup>a</sup>n t<sup>3</sup>/<sub>4</sub>c ho<sup>1</sup>t Òéng.
- Kh<sup>1</sup>o s<sup>1</sup>t m<sup>1</sup>ch qua Work Bench v<sup>1</sup>u rt ra nh<sup>1</sup>Ën xÐt:
  - H s<sup>1</sup> ÒËp m<sup>1</sup>ch...
  - Gi<sup>1</sup> tr ÒiÖn p<sup>1</sup> sau chØnh I-u Òo b<sup>1</sup>ng Òång hã khi h<sup>1</sup> m<sup>1</sup>ch  $U_{rao} = \sqrt{2}U_2 = 2U_D$
  - ÖiÖn p<sup>1</sup> ng-Ïc tr<sup>1</sup>n m<sup>1</sup>çi Òi èt?...



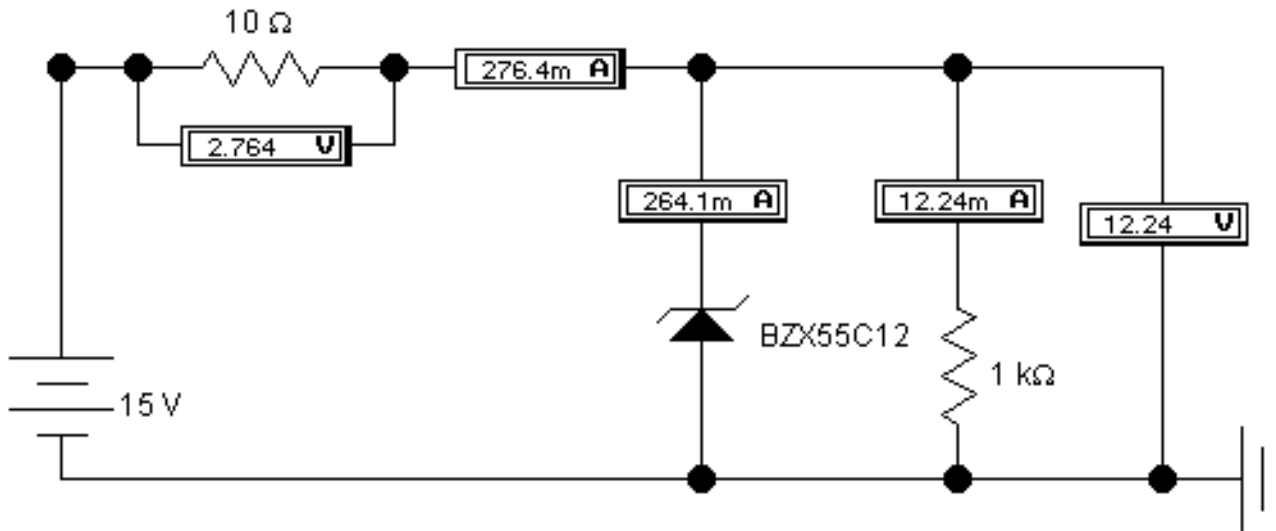
æ n , p ð i n g ® i è t z e n e r

# Khả năng ®,p òng của m<sup>1</sup>ch

on ap bang zener.ewb



# So sánh sự biến $\text{\textcircled{R}}$ éng của $U_{\nu\mu}$ và $U_{Dz}$



$$U_{\nu\mu} = 15V$$

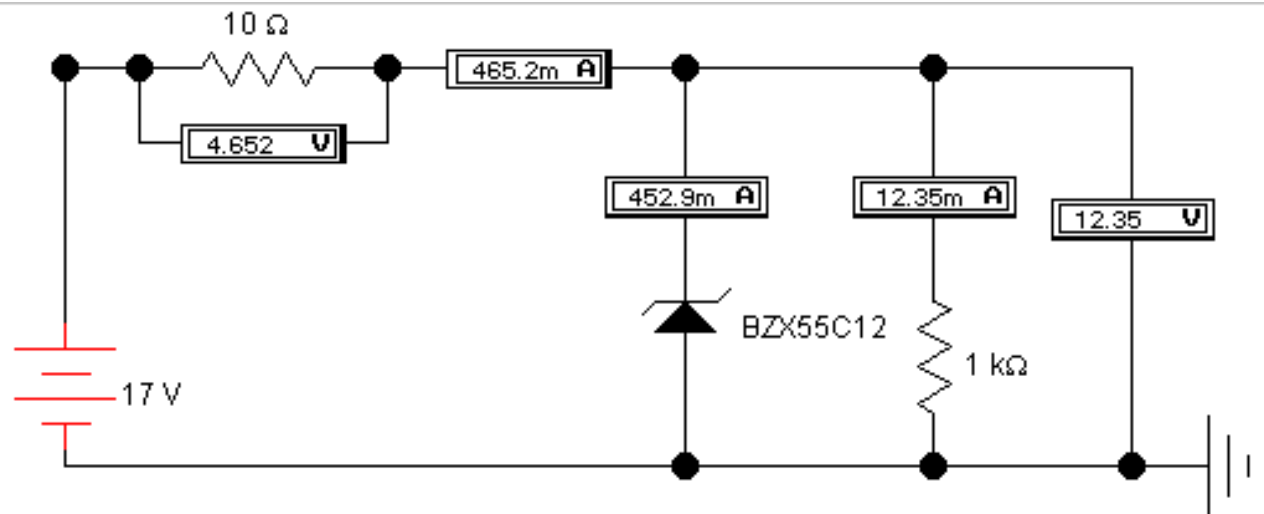
$$U_{Dz} = 12,24V$$

$$I = ?$$

$$U_{\nu\mu} = 17V$$

$$U_{Dz} = 12,35V$$

$$I = ?$$



## 2.2. PhÇn tö hai mÆt ghÐp p-n

### 2.2.1a. CÊu t<sup>1</sup>o tranzito bipola (tranzito l-ìng cùc)

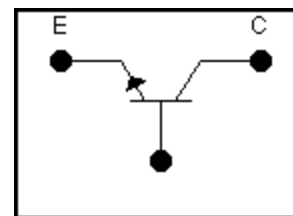
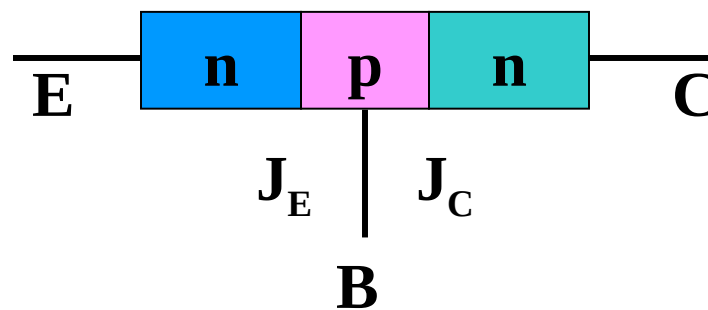
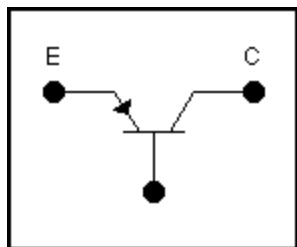
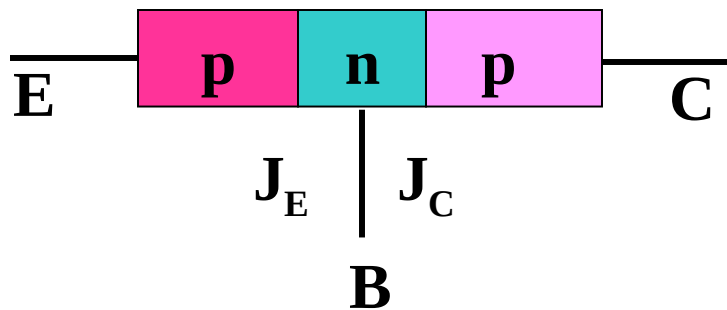
Ba líp b, n dÉn xÕp xen kÏ nhau **pnp** hay **nnp**.

MiÒn emit<sup>-</sup> (**E**) cũ năng ®é t<sup>1</sup>p chÊt cao h<sup>-</sup>n.

MiÒn baz<sup>-</sup> (**B**) xen gi÷a máng vµi  $\mu\text{m}$ .

MiÒn colect<sup>-</sup> (**C**) cũ năng ®é t<sup>1</sup>p chÊt thÊp nhÊt.

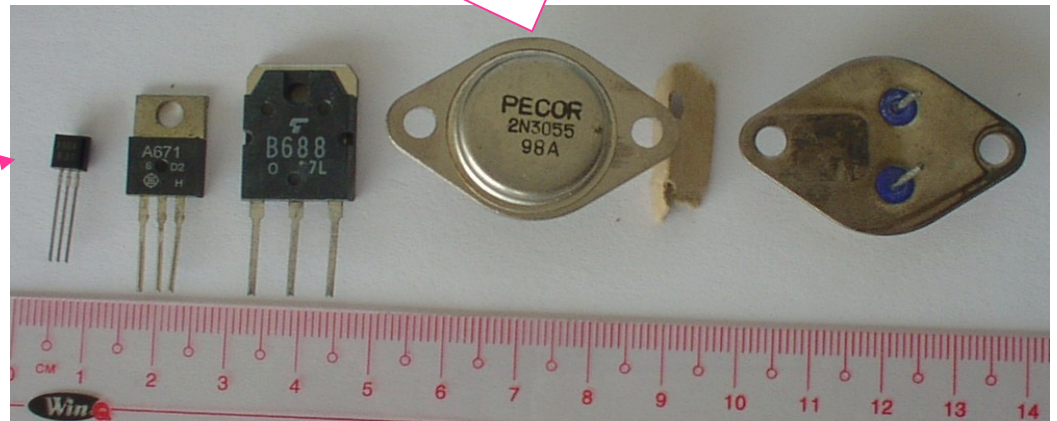
DiÖn tÝch tiÕp xóc **BC** (tiÕp gi, p  $J_C$ ) lín h<sup>-</sup>n **EB** (tiÕp gi, p  $J_E$ ).



## mét sè d<sup>1</sup>ng tranzito trong thùc t<sup>õ</sup>

- Ký hiÖu trªn linh kiÖn theo quy ®pnh cña n-íc s¶n xuÊt
- NhËt: 2SA...; 2SB... ; 2SC...; 2SD...
- Mü: 2N...
- Ch©u ©u...

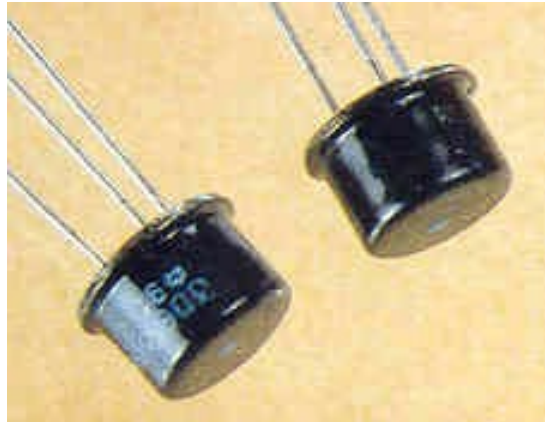
§ãng vá b»ng kim  
lo<sup>1</sup>i ®Ó t¸ng kh¶ n¸ng t¶n nhiÖt.  
Cùc **C** nèi tr-c tiÕp ra vá.



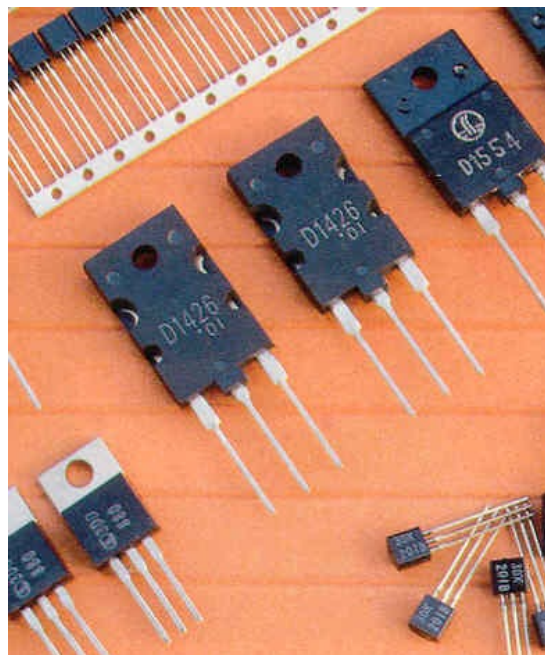
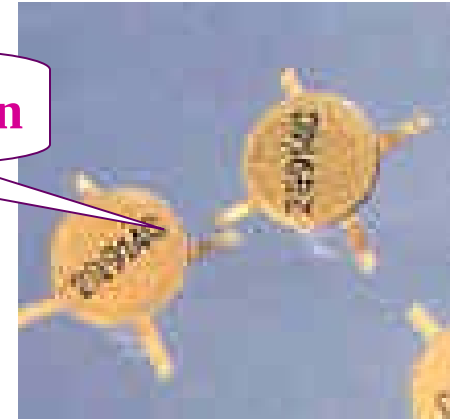
§ãng vá nh÷a chÐu nhiÖt. PhÇn kim lo<sup>1</sup>i nèi v¸i cùc **C**



# mét sè d'ng tranzito trong thùc tũ

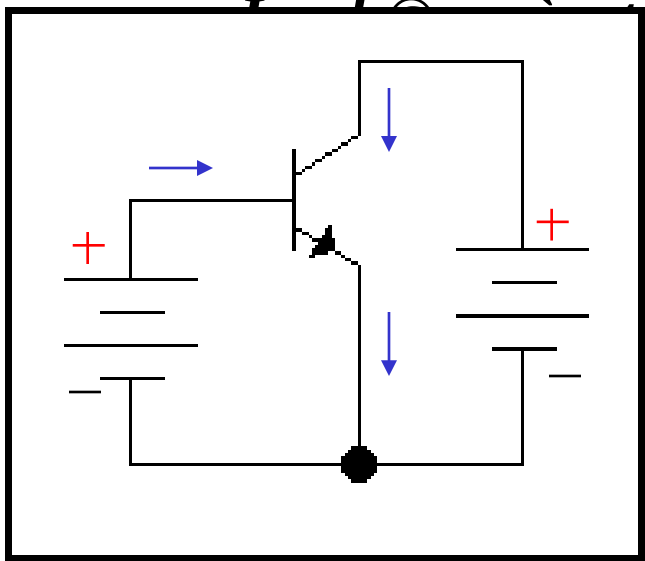


Tranzito si<sup>a</sup>u cao t<sup>c</sup>n

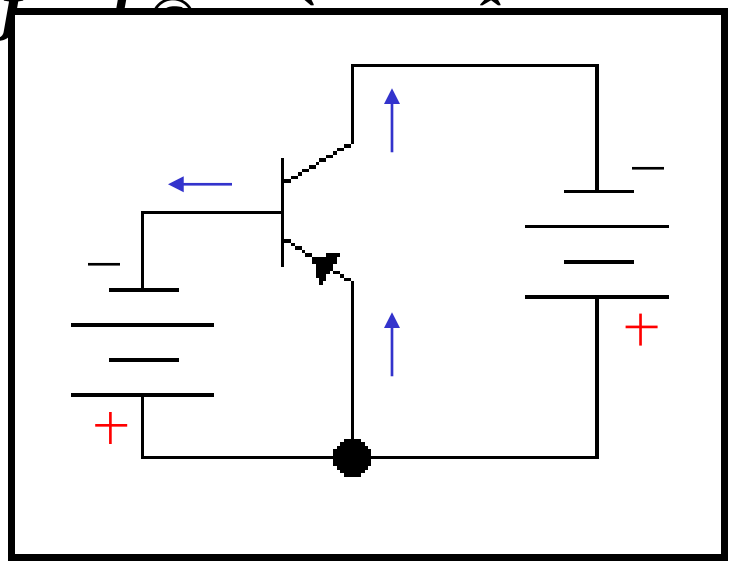


## 2.2.1b. Nguyên lý làm việc của tranzito bipola (tranzito lưỡng cực)

- Sơ đồ tranzito lưỡng cực ở chế độ khuếch đại (theo nguyên tắc):



thuận,  $J$

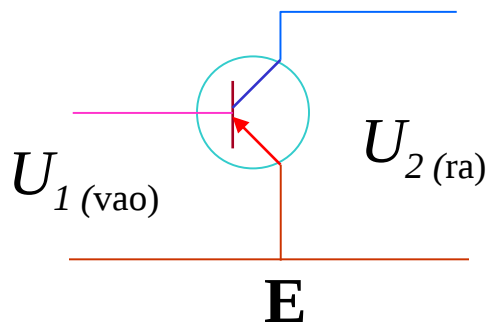
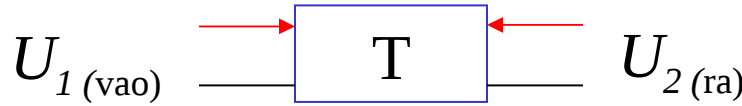


- Các hõ thức cõ bñn:  $I_E = I_B + I_C$ .
- $\alpha = I_C / I_E$ , nh gi, mçc hao hõt đñng khuõch t, n trong vñng baz-
- $\beta = I_C / I_B$ , nh gi, t, c đõng ãi òu khi òn cñ ã đñng  $I_B$  tñ đñng  $I_C$ .

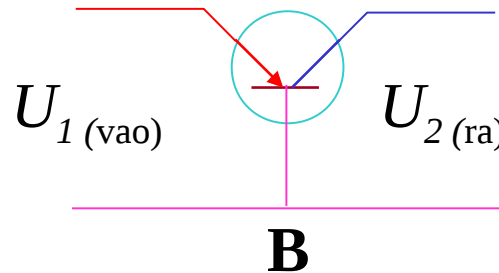
Tõ ã ta cã:  $I_E = I_B (1 + \beta)$ .      vñ  $\alpha = \beta / (1 + \beta)$ . 154

## 2.2.1c. Các mạch transistor và các tham số đặc trưng hiệu suất

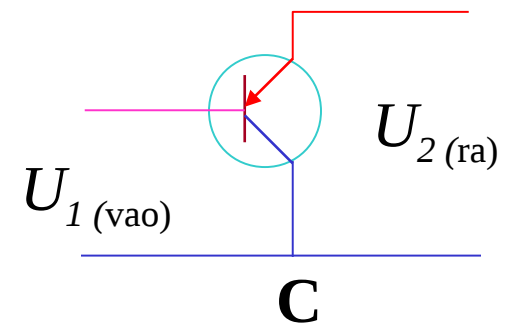
- Mỗi transistor có 3 điện cực một mạch điện trở xoay lý tưởng hiệu suất 4 điện cực nên phải có một cực chung.



Mạch EC



Mạch BC



Mạch CC

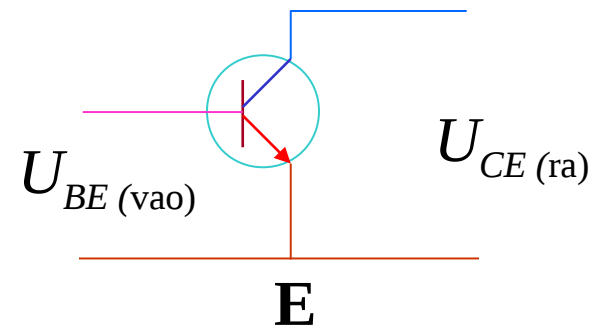
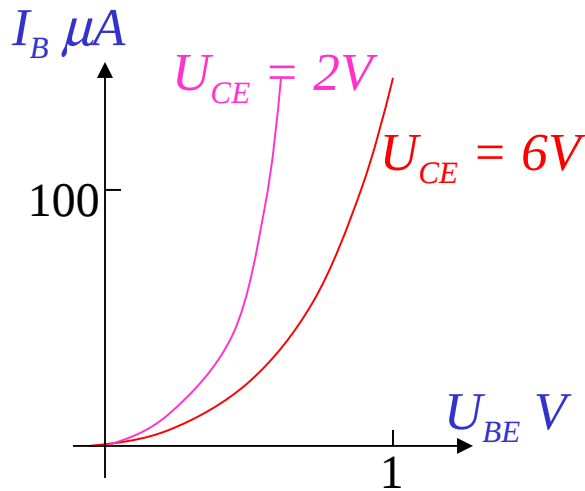
- Tổ ba mạch và coi mỗi mạch như một tải của ta cần thiết để phân tích mối quan hệ giữa hiệu suất vào và hiệu suất ra đó xác định tham số của transistor. (Tham khảo SGK)

## 2.2.1d. Ph- $\rightarrow$ ng tr $\times$ nh c, $\mu$ h $\grave{a}$ $\text{\textcircled{R}}$ - $\hat{\text{e}}$ ng $\text{\textcircled{R}}$ $\hat{\text{A}}$ c tuy $\tilde{\text{O}}$ n c $\grave{n}$ a tranzito

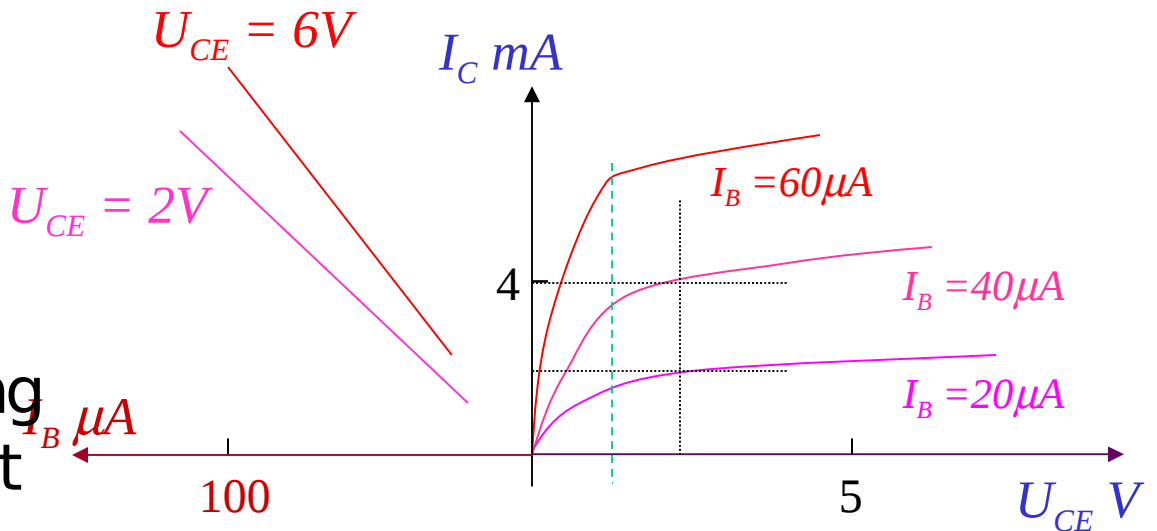
	T $\hat{\text{a}}$ ng qu, $\mu$ t	EC	BC	CC
<b>§ <math>\hat{\text{A}}</math>c tuy<math>\tilde{\text{O}}</math>n v<math>\mu</math>o</b>	$U_1 = f(I_1)   U_2 = \text{const}$	$U_{BE} = f(I_B)   U_{CE}$	$U_{EB} = f(I_E)   U_{CB}$	$U_{BC} = f(I_B)   U_{EC}$
<b>§ <math>\hat{\text{A}}</math>c tuy<math>\tilde{\text{O}}</math>n ph<math>\grave{a}</math>n h<math>\grave{a}</math>i</b>	$U_1 = f(U_2)   I_1 = \text{const}$	$U_{BE} = f(U_{CE})   I_B$	$U_{EB} = f(U_{CB})   I_E$	$U_{BC} = f(U_{EC})   I_B$
<b>§ <math>\hat{\text{A}}</math>c tuy<math>\tilde{\text{O}}</math>n truy<math>\tilde{\text{O}}</math>n <math>\text{\textcircled{R}}</math> t</b>	$I_2 = f(I_1)   U_2 = \text{const}$	$I_C = f(I_B)   U_{CE}$	$I_C = f(I_E)   U_{CB}$	$I_E = f(I_B)   U_{EC}$
<b>§ <math>\hat{\text{A}}</math>c tuy<math>\tilde{\text{O}}</math>n ra</b>	$I_2 = f(U_2)   I_1 = \text{const}$	$I_C = f(U_{CE})   I_B$	$I_C = f(U_{CB})   I_E$	$I_E = f(U_{EC})   I_B$

## 2.2.2a. Hä ÒÆc tuyÕn của d¹ng m³⁄c m¹ch EC dùng tranzito

- $I_{\text{vào}} = I_B$  ;  $I_{\text{ra}} = I_C$  .



- §Æc tuyÕn vào giềng miÒn thuËn của ÒÆt

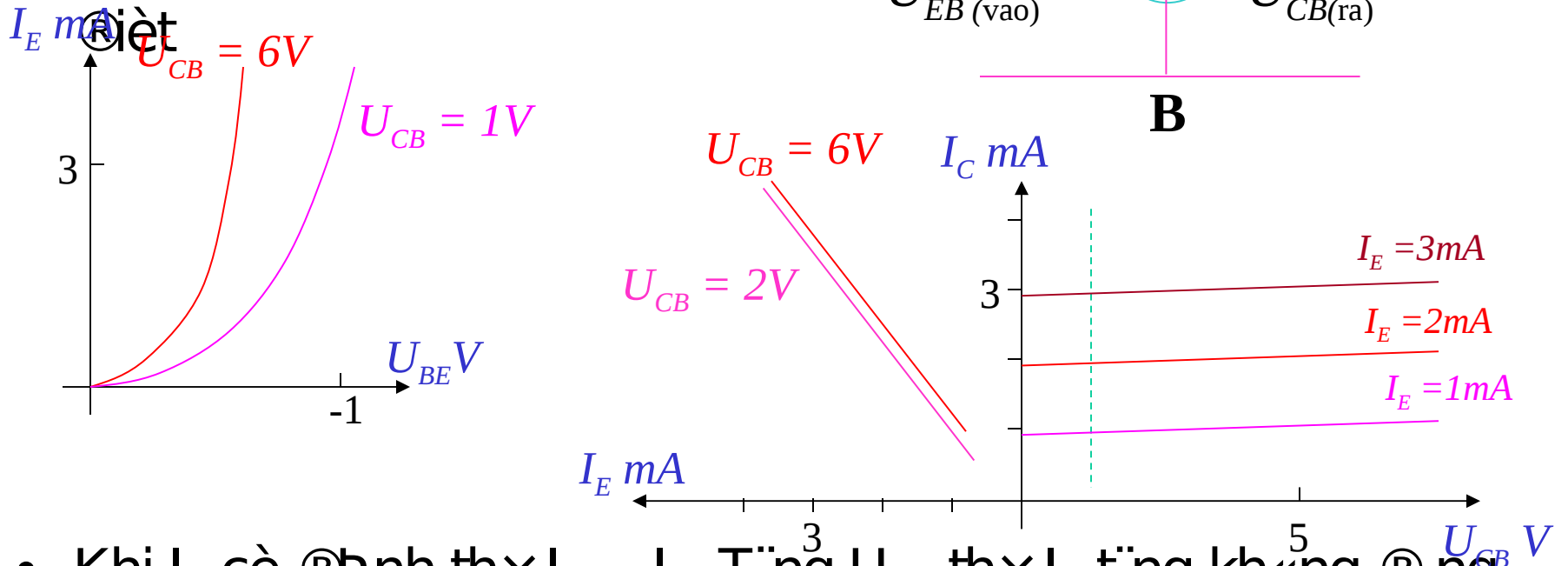


- §Æc tuyÕn ra: MiÒn cũ ÒÆ dèc lín -> thay ÒÆi nhá  $U_{CE}$  -> thay ÒÆi lín  $I_C$ . MiÒn cũ ÒÆ dèc nhá -> thay ÒÆi nhá  $I_B$  ->

- §Æc tuyÕn truyÕn ÒÆt: øng víi mét gi, trÞ  $U_{CE}$  cũ ÒÆ nh th× quan hÖ  $I_B$  víi  $I_C$  l¼ mét ÒÆng th¹⁄ng. Khi t¹ng  $U_{CE}$  l¼n mét gi, trÞ kh, c th× ÒÆng ÒÆc tuyÕn cũng dèc h-n.

## 2.2.2b. **Hä** **®Æc** **tuyÕn** **cña** **c**, **ch** **m<sup>3/4</sup>c** **m<sup>1</sup>ch** **BC** **dĩng** **tranzito**

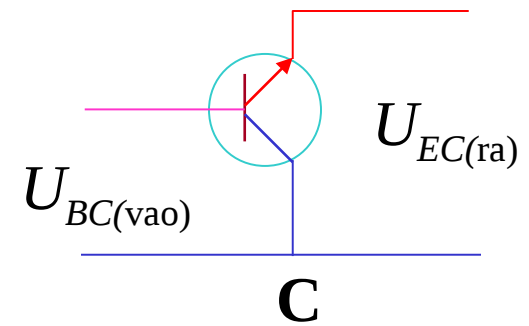
- $I_{\mu 0} = I_E$  ;  $I_{ra} = I_C$  . §Æc **tuyÕn** **vµo** **giềng** **miÒn** **thuËn** **cña**



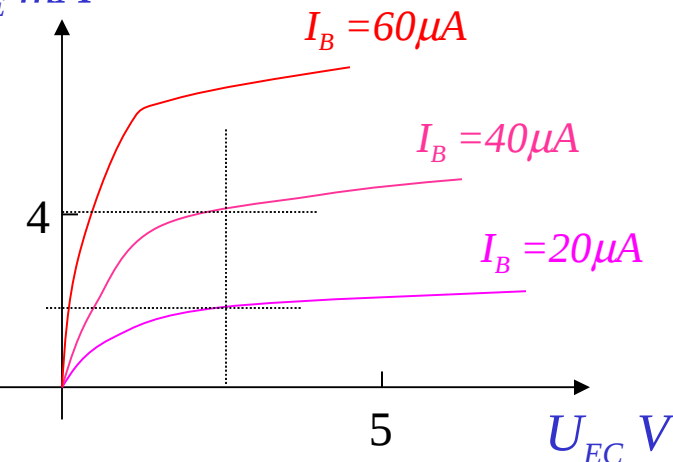
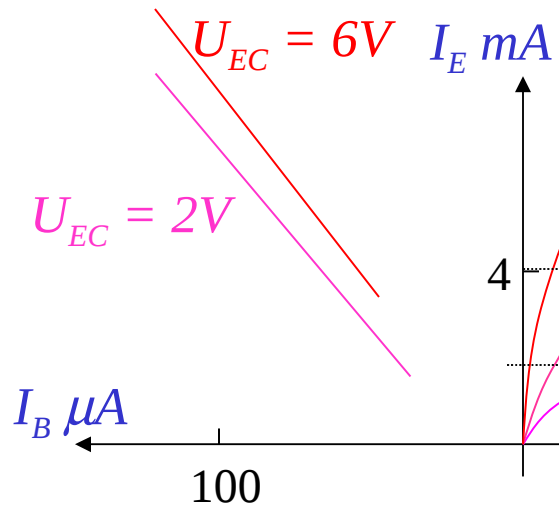
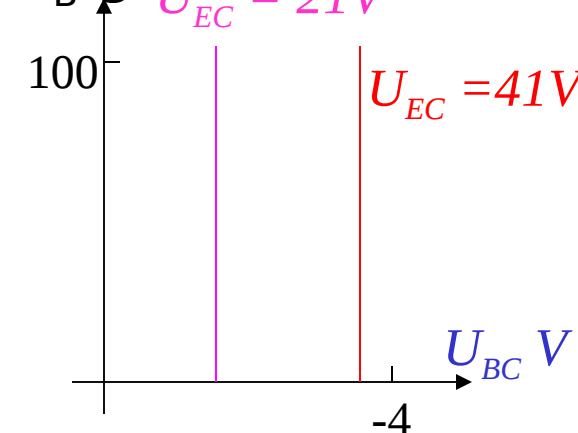
- Khi  $I_E$  cè **®P** nh  $th \times I_C \approx I_E$ . Tĩng  $U_{CB}$   $th \times I_C$  tĩng kh«ng **®ĩng** kÓ.  $I_C$  lu«n lu«n nhá h-n  $I_E$ . Khi  $U_{CB} = 0$   $th \times I_C \neq 0$  v $\times$  **®iÖp** p tiÖp xóc trong  $J_C$  **®** cuèn **®iÖn** tĩch v-ít qua miÒn baz  $\rightarrow$  rÊt máng.
- §Æc **tuyÕn** truyÒn **®ĩt** cã thÓ suy tĩ **®Æc** **tuyÕn** ra. V $\times$  dĩng  $I_B$  rÊt nhá n<sup>2n</sup> **®ả** th $\times$  gÇn nh- **®**-ĩng th $\times$ ĩng.

## 2.2.2c. **Hã ÒÆc tuyÕn cña c, ch m<sup>3/4</sup>c m<sup>1</sup>ch CC ðĩng tranzito**

- $I_{v\mu o} = I_B$  ;  $I_{ra} = I_E$  . ÒÆc tuyÕn vµo cã ðĩng kh, c h<sup>1/4</sup>n vx  $U_{CB}$  phõ thuéc nhiÒu vµo  $U_{CE}$  . NÕu  $U_{CB}$  tĩng thx  $U_{BE}$  gi¶m nãn



$I_B$  gi¶m.



- Trong thùc tÕ  $I_C \approx I_E$  nãn ÒÆc tuyÕn ra vµ ÒÆc tuyÕn truyÒn Ò<sup>1</sup>t cña m<sup>1</sup>ch EC vµ m<sup>1</sup>ch CC lµ gÇn t-ĩng tù nh-nhau.

## 2.2.3. Ph©n cùc vµ æn ®Þnh nhiÖt ®iÓm c«ng t, c cña tranzito

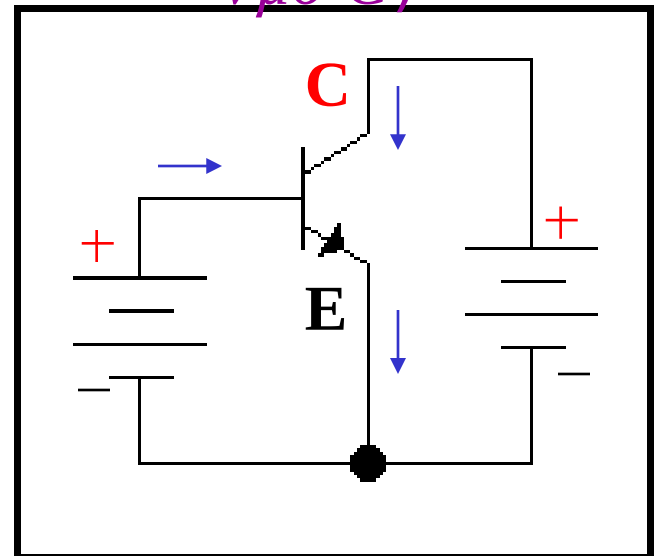
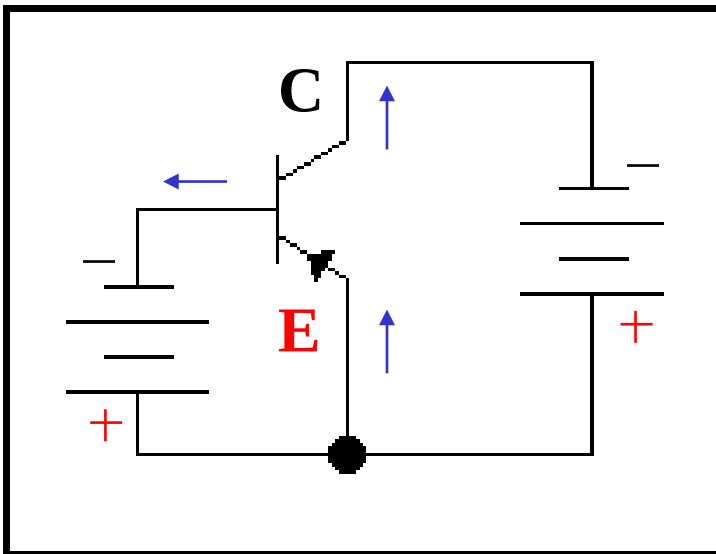
a. Nguyªn t¸c chung (nh¸c l¸i)

ChuyÓn tiÕp emit - baz lu«n ph©n cùc thuËn

ChuyÓn tiÕp colect - baz lu«n ph©n cùc

NÕu ®iÓng tranzito lo¹i pnp th×  
 $V_C < V_B < V_E$  (+nguồn vµo E)

NÕu ®iÓng tranzito lo¹i npn  
 th×  $U_E < U_B < U_C$  (+nguồn vµo C)



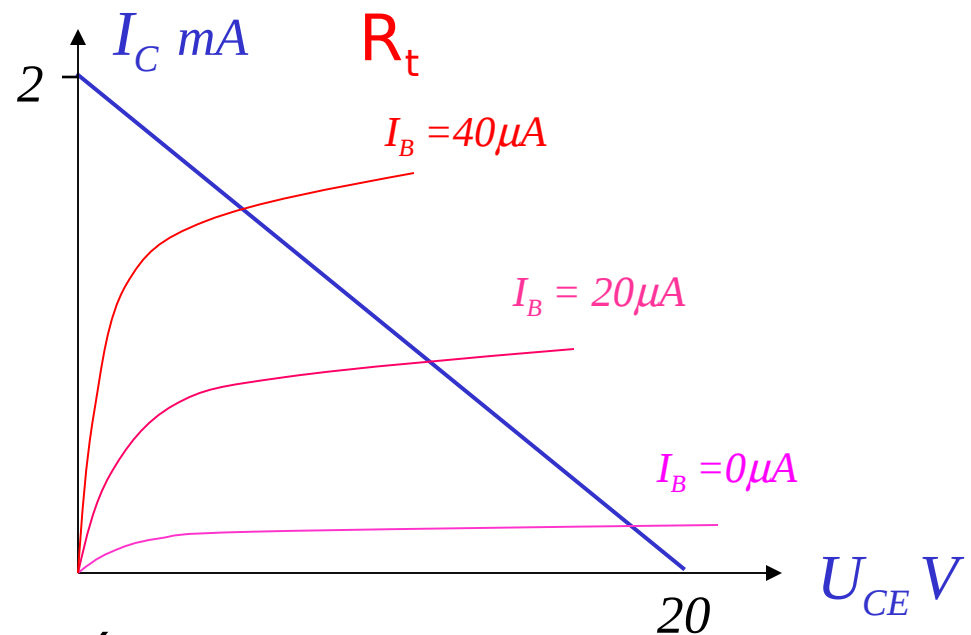
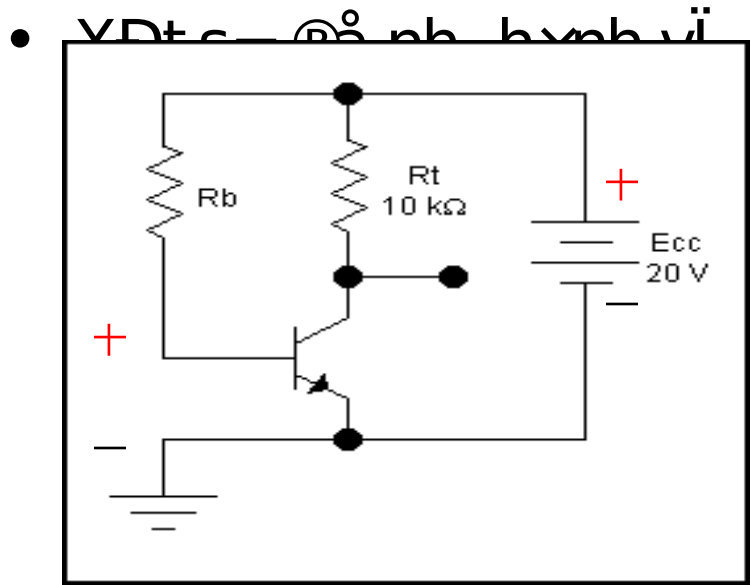
- H-íng ®iÓng ®iÓn vµ ®iÓn p thùc tÕ ẽ tranzitopnp lu«n ng-íc so víi ẽ tranzito npn.



## b. $\xi$ -êng tñi tñnh vµ ÒiÓm c«ng t,c tñnh

- $\xi$ -êng tñi tñnh Ò-íc x,c Òpnh trªn hä ÒÆc tuyÕn ra tñnh
- $\xi$ iÓm c«ng t,c tñnh n»m trªn Ò-êng tñi tñnh. Nã x,c Òpnh gi, trÞ dßng ÒiÖn vµ ÒiÖn p trªn tranzito khi ch-a cã tñnh hiÖu vµo.

Ph-ñng trªnh Ò-êng tñi:  $U_{CE} = E_{CC} - I_C \cdot R_t$



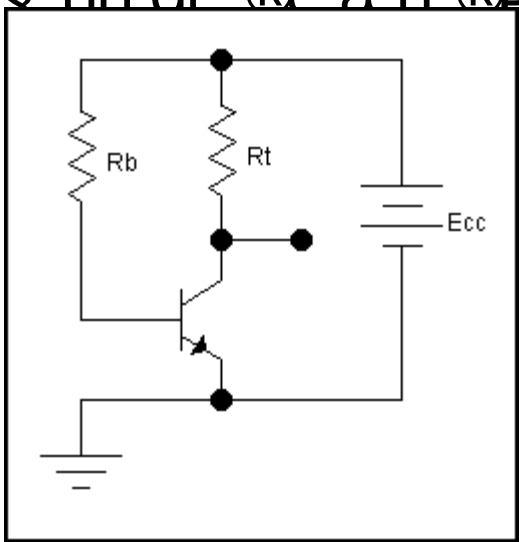
- Lµ mét ph-ñng trªnh tuyÕn tñnh nªn chØ cÇn x,c Òpnh hai ÒiÓm ÒÆc biÖt: khi  $I_C = 0 \rightarrow U_{CE} = E_{CC}$  vµ khi tranzito th«ng hoµn toµn  $U_{CE} = 0 \rightarrow I_C = E_{CC} / R_t$ .

## c. æn ðnh ðiÓm c«ng t, c tÛnh khi nhiÖt ðé thay ðæi

- Tranzito ìu linh kiÖn b, n dÉn nhÿy c¶m víi nhiÖt ðé.
- Hai ði I-îng nhÿy c¶m víi nhiÖt ðé nhÊt ìu  $U_{BE}$  vµ dßng ng-îc  $I_{cbo}$

Do  $I_C = I_B + (\alpha + 1) I_{cbo}$  nªn nhiÖt ðé thay ðæi ìu m ðiÓm c«ng t, c bÞ tr«i.

## d. Ph©n cùc cho tranzito b»ng dßng cè



- S nh ði ðæi ðnh ðiÓm c«ng t, c tÛnh khi nhiÖt qua hÖ sè  $S = \Delta I_C / \Delta U_{BE}$  ìu ðiÖn p ph©n cùc th-êng cã gi, trÞ kho¶ng 0,3V ðèi víi tranzito Ge vµ kho¶ng 0,6V víi tranzito Si ìu nhá so víi  $E_{CC}$  nªn ta cã thÓ ìy gÇn ðóng:  $I_B \approx E_{CC} / R_b \rightarrow I_B$  cè ðnh

- M¹ch ðiÖn ðn gi¶n, ðé æn ðnh nhiÖt phô thuéc hÖ sè k. ði dßng tÛnh cña tranzito.

- M¹ch øng dông khi yªu cÇu ðé æn ðnh nhiÖt kh«ng cao

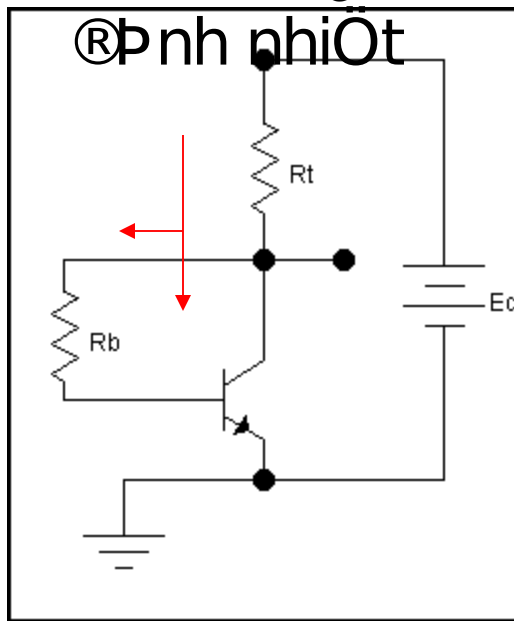
**e. Ph©n cùc cho tranzito b»ng ®iÖn ,p ph¶n hải**

- $R_b$  ®-íc nèi trùc tiÖp gi÷a colect-vµ baz-cña tranzito
- $E_{CC} = (I_C + I_B) \cdot R_t + U_{CE}$  hay  $E_{CC} = (I_C + I_B) \cdot R_t + I_B R_b + U_{BE}$

Bá qua  $U_{BE}$  ta cũ:  $E_{CC} = (I_C + I_B) \cdot R_t + I_B R_b$ . Ta gi¶ s nhiÖt ®é tng lµm  $I_C$  tng th×  $U_{Rt}$  cng tng lªn nªn  $U_{CE}$  gi¶m. MÆt khc:

$U_{CE} = U_{Rb} + U_{BE}$  s lµm gi¶m dßng ph©n cùc  $I_B \rightarrow I_C$  gi¶m.

Nu thiÖt k m¹ch ph hp sao cho s tng  $I_C$  do nhiÖt ®é b»ng s gi¶m  $I_C$  do cu trùc cũa m¹ch ph©n cùc ta cũ ®-íc ®é æn



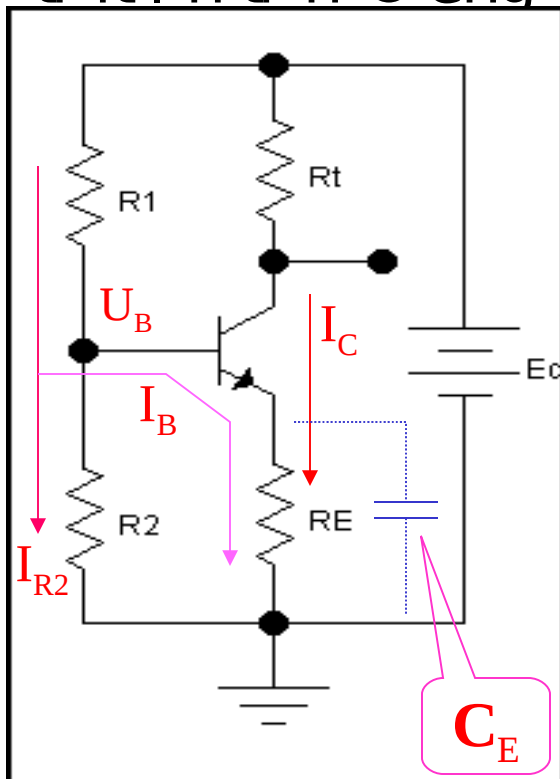
- µu ®iÖm: m¹ch cũ ®é æn ®pnh nhiÖt cao h-n.
- K. ®iÖm: h s K. ®i tn hiÖu b¶ gi¶m v× tn hiÖu ra ã C qua  $R_b$  tc ®éng tr li ng-íc pha víi tn hiÖu li vµo.
- Khc phc: Chia  $R_b$  thµnh hai ®iÖn tr.

## e. Ph©n cùc cho tranzito b»ng dßng emit- (tù ph©n cùc)

- §iÖn trë  $R_1$  vµ  $R_2$  lµ mét bé ph©n ,p t¹o nªn  $U_B$  cè ®Pnh.
- NÕu  $U_B \geq U_{BE}$  th× ta cã thÓ coi  $I_E \approx U_B/R_E$  vµ m¹ch ®iÖn cã ®é æn ®Pnh

Gi¶ sø nhiÖt ®é tång lµm  $I_C$  tång dÉn ®Ön ®iÖm lµ viÖc bÞ tr-ít lªn trªn ®-êng ®Æc tuyÖn tÛnh. Do  $I_E = I_C + I_B$  nªn  $I_E$  còng tång.

KÖt qu¶ lµ ®iÖm lµm viÖc ®-íc kÐo xuöng vµ gi-æen ®Pnh.  $U_{RE} + U_{BE}$  nªn  $U_{BE}$



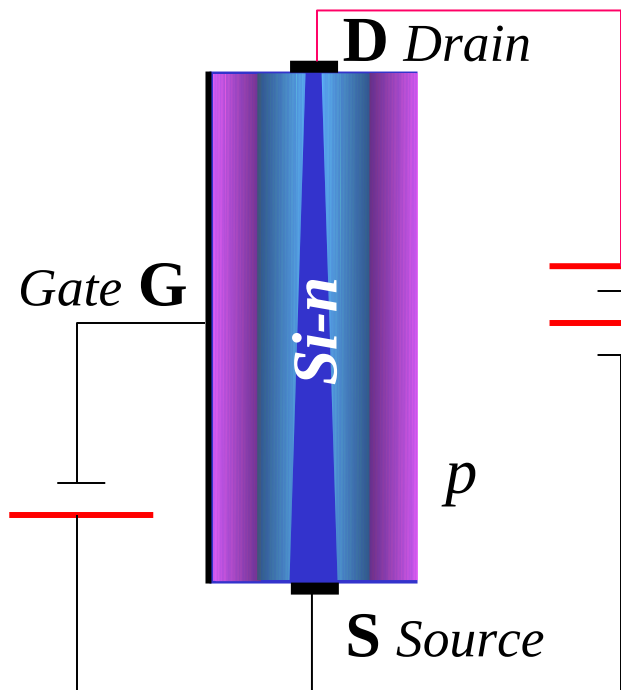
- Muèn m¹ch ho¹t ®éng tèt ph¶i chän trÞ sè  $R_1, R_2, R_E$  ph¶i híp.
- §©y lµ m¹ch cã ®é æn ®Pnh nhiÖt cao nh-ng  $R_E$  ®-g©y sôt ,p tÝn hiÖu ®-a vµo m¹ch k. ®¶i lµm gi¶m hÖ sè
- NÕu tÝn hiÖu lµ xoay chiÖu th× kh³/4c phôc b»ng c, ch nèi song song tô  $C_E$  víi  $R_E$ .

## 2.2.4. Tranzito tr-êng (FET)

- Nguyên lý hoạt động: dựa vào hiệu ứng tr-êng để điều khiển dòng điện đi qua kênh dẫn bán dẫn. Dòng điện do một loại hạt đến ra sẽ tạo ra.
- Ưu điểm: Xổ lý, giá thành rẻ với hiệu suất cao.

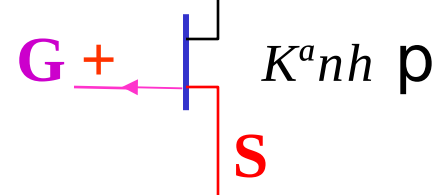
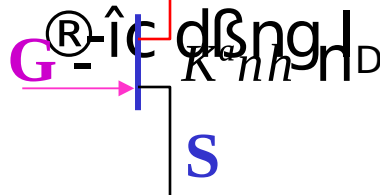
Tiêu hao năng lượng cực thấp.

a. Cấu tạo của tiếp giáp JFET



Kênh bán dẫn Si-n bọc quanh bằng một lớp bán dẫn p tạo nên ra ngoài ba điện cực như hình vẽ.

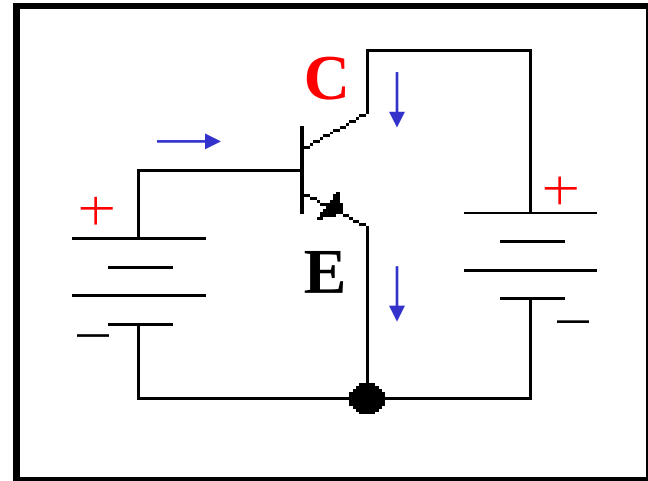
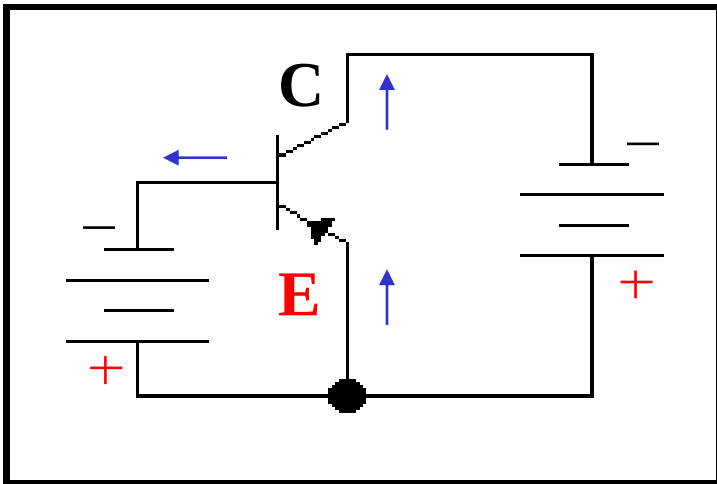
Hoạt động: Tuỳ theo giá trị  $U_{GS}$  phân cực ngược một lớp tiếp giáp cả về r-êng khác nhau làm thay đổi điện trở dẫn DS nên dòng điện



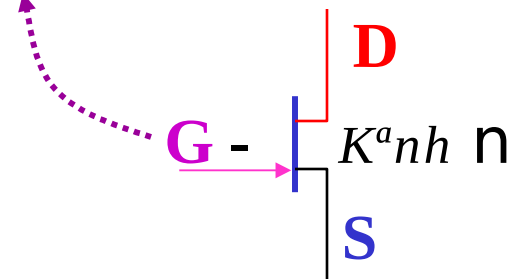
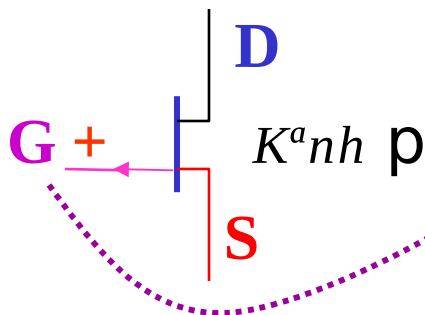
# Sù kh,c nhau vÒ ÒiÖn ,p ph©n cùc

$$U_C < U_B < U_E \text{ (+nguồn vµo } E)$$

$$U_E < U_B < U_C \text{ (+nguồn vµo } C)$$



TÝnh t-ång Ò-ång gi÷a c,c cùc:  $E \cong S$ ;  $b \cong g$ ;



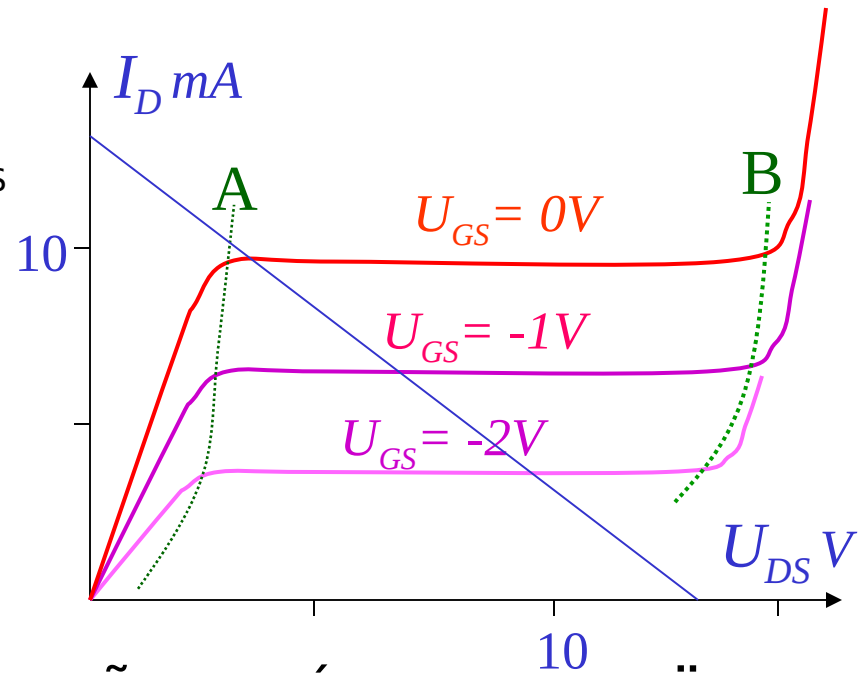
• §Æc tủyÕn của JFET kênh n

§Æc tủyÕn ra  $I_D = f_1(U_{DS})|_{U_{GS}}$

$=CONST$   
 Vĩng gÇn gèc  $U_{DS}$  nhá  $I_D$  tĩng  
 mĩnh JFET giềng ÒiÕn trẽ  
 thuÇn

Vĩng gi÷a **AB** (ÒÆc tủyÕn  
 n»m ngang) gãi lụ vĩng  
 th<sup>3/4</sup>t hay vĩng b·o họp. Do  
 $U_{DS}$  Òĩ lĩn nãn  $I_D$  phô thũc  
 mĩnh vµo  $U_{GS}$  (tiÕt điÕn  
 kãnh dÉn).

Vĩng bãn ph¶i ÒiÕm B gãi lụ  
 vĩng Ò, nh thĩng.  $U_{DS}$  lĩn Ò  
 gÇy ion họ, th, c lò gÇn  
 cùc D lụm mÊt t/c b, n dÉn.

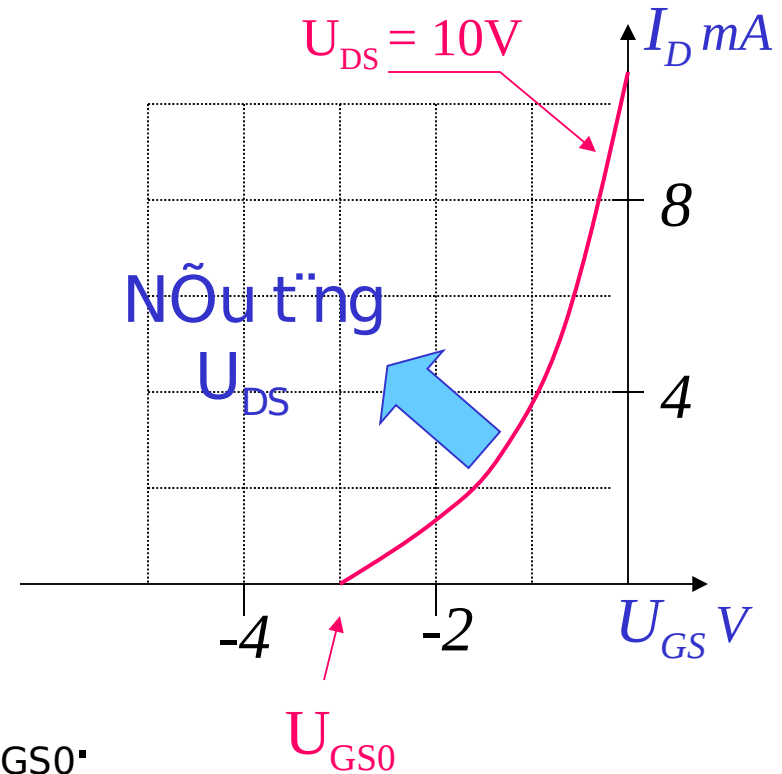


Nõu ÒiÕm lụm viÕc Ò-ĩc  
 chãn lụ giao gi÷a Ò-ẽng t¶i  
 tũnh vµ ÒÆc tủyÕn lòi ra  
 thx thÕ phÇn cùc  $U_{GS}$  ph¶i  
 nhËn gi, trP Çm (ÒÇy lụ  
 ÒiÕm kh, c biÕt cÇn l-u ý so  
 vĩ tranzito bipolar).

Chó ý: C, c lo'i FET kh, c nhau  
 cũ mĩch phÇn cùc  $\neq$  167

## § $I_D = f_2(U_{GS}) |_{U_{DS} = \text{CONST}}$

- §  $I_D = f_2(U_{GS}) |_{U_{DS} = \text{CONST}}$  của JFET cả  $U_{GS}$  nên gì, trP
- Khi  $U_{GS}$  tăng thì  $I_D$  cũng tăng gCn nh- tØ lÖ với ®é dÉn ®iÖn của kênh
- Nếu tăng  $U_{DS}$  sang gì, trP lín h-n thì ®-êng ®Æc tuyÖn dPch tr,i,  $U_{GS0}$  cả gì, trP Cm
- Khi sö dông tranzito tr-êng cÇn chú ý hai nhãm c,c tham



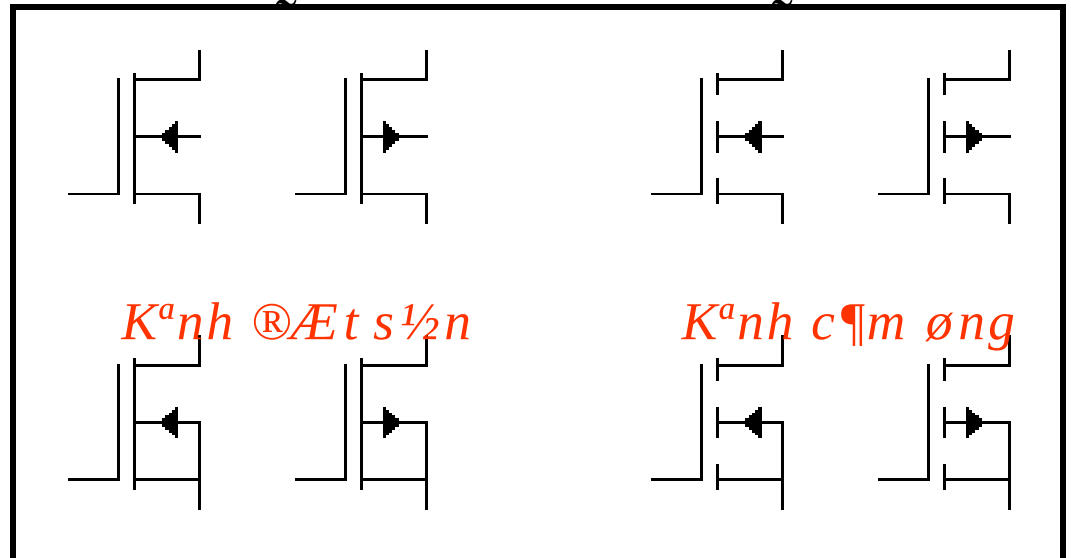
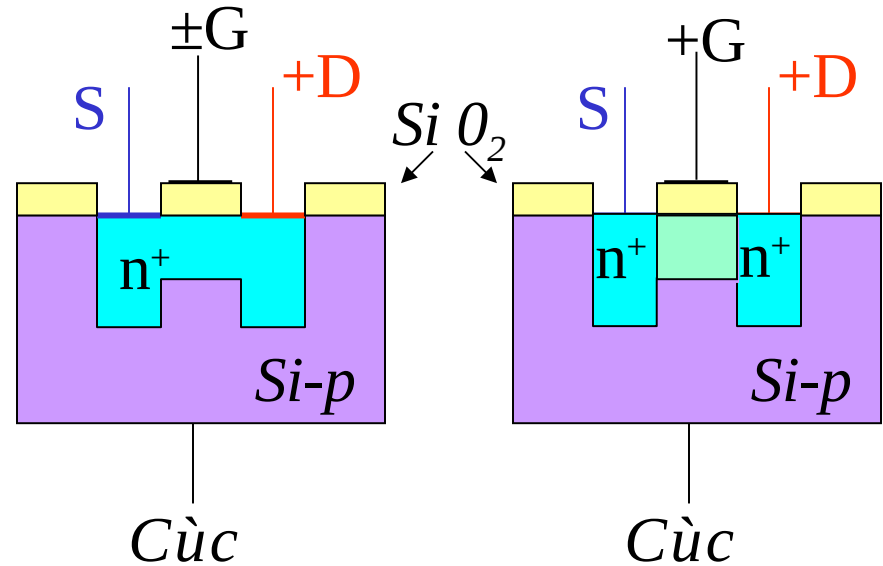
- Tham sè giới h¹n:  $I_{Dmax}$ ;  $U_{GSmax}$ ;  $U_{GS0}$ .

- Tham sè lµm viÖc: §iÖn trë trong hay ®iÖn trë vi ph©n ®Çu ra  $r_i = \partial U_{DS} / \partial I_D$  khi  $U_{GS} = \text{const}$ .  $r_i$  thÓ hiÖn ®é dÈc ®Æc tuyÖn trong vÞng b-o hoµ. §é hç dÉn của ®Æc tuyÖn truyÒn ®¹t. §iÖn trë vi ph©n ®Çu vµo. Khi nÆng lµm viÖc ã tÇn sè cao nhÊt.



## b. Tranzito trêng cã cùc cõa c, ch ly (MOSFET)

- CÊu t<sup>1</sup>o: Tr<sup>a</sup>n Ò Si - p t<sup>1</sup>o vîng b, n dÉn n cã nãng Ò t<sup>1</sup>p chÊt cao h<sup>-</sup>n.
- Nèi ra ngoµi c, c ÒiÖn cùc nh- h×nh vÏ.
- Cã hai lo<sup>1</sup>i MOSFET:
  - K<sup>a</sup>nh ÒÆt s<sup>1</sup>/<sub>2</sub>n
  - K<sup>a</sup>nh c¶m øng



Ký hiÖu tranzito trêng cã cùc cõa c, ch ly trong **Work Bench**

## 2.3. khuếch đại

### 2.3.1. Những vấn đề chung

#### a. Nguyên lý xây dựng tầng K.

- Phần tử cơ bản là tranzito (điện trở, điện dung, điện cảm và điện trở)

- Phần tử là các biến trở để thuận phần xoay chiều (tần số,  $\mu_0$ ,  $r_a$ ) không vật lý, thuận phần mét chiều (điện áp nguồn nuôi).

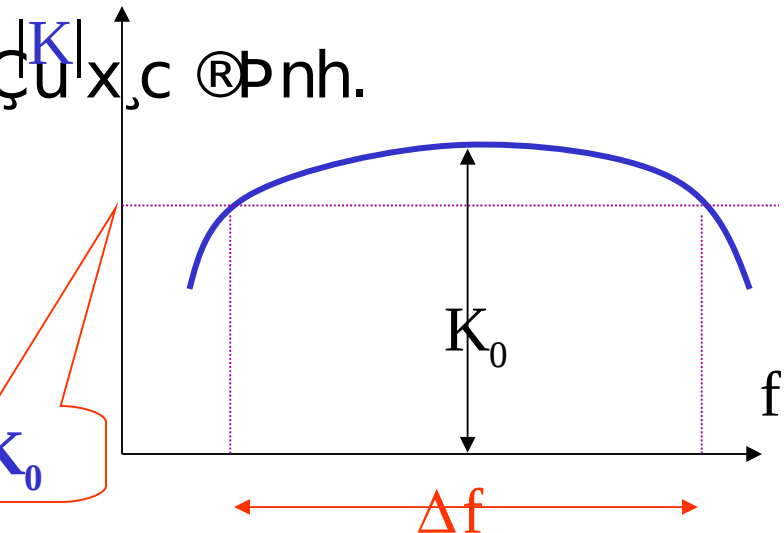
#### b. Các chỉ tiêu kỹ thuật

- Mạch điện của tầng, ban đầu xác định.
- Hệ số khuếch đại

$$K = \frac{\xi_{\text{ra}}}{\xi_{\text{vao}}} K_U, K_I$$

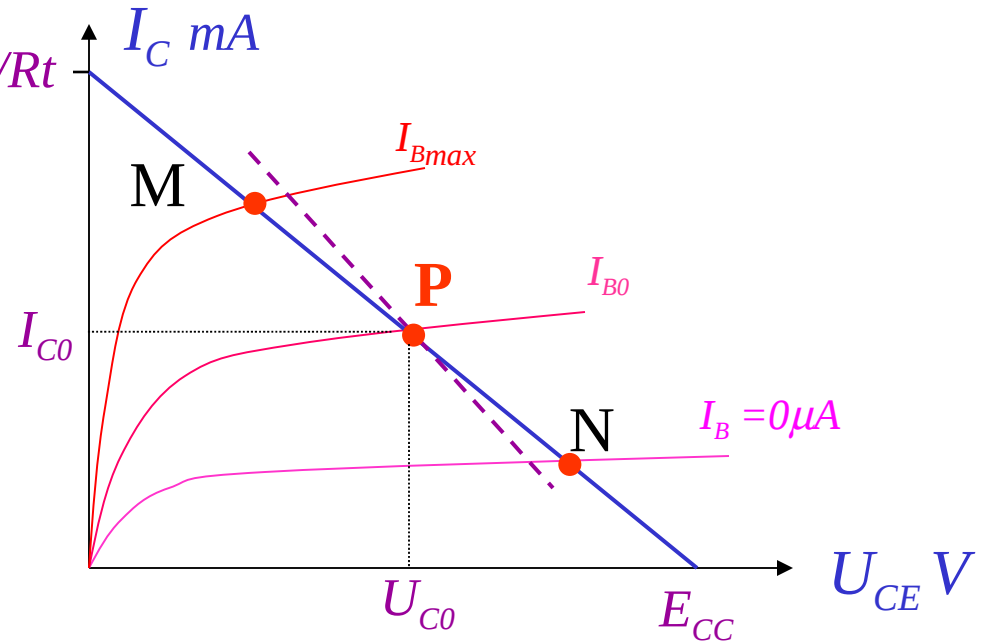
- $\xi$  tính biến trở theo tần số
- $K_U$  không vật lý, trở kháng ra.
- $\xi$  đo.

$0,7K_0$



## c. Các chỗ rẽ lưm viÖc cũa mét tÇng khuÖch ®¹i

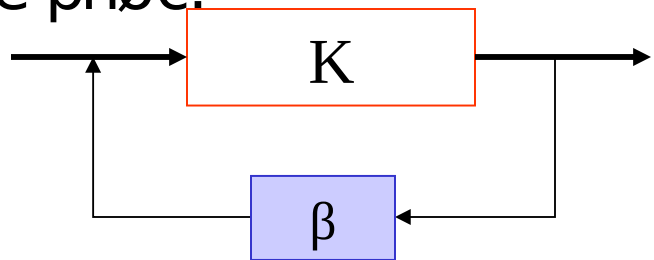
- Hai ®iÖu kiÖn c→b¶n:
  - Ph©n cùc cho ph©n tÖ K. ®¹i
  - æn ®¶nh nhiÖt chÖ ®é tÛnh

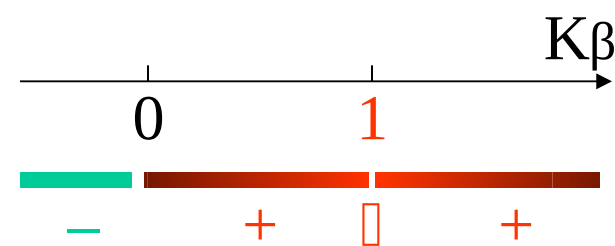


- ChÖ ®é lưm viÖc lư
- ®iÖm P x c ®¶nh tr¶n
- NÖu P n»m ë gi÷a ®éng t¶i -> tÇng K. ®¹i lưm viÖc ë chÖ ®é ®éng t¶i.
- NÖu P n»m d¶ch vÒ phÝa N -> tÇng K. ®¹i lưm viÖc ë chÖ ®é AB
- NÖu P n»m t¶ng > kh¶ng MN lưm viÖc ë chÖ ®é B ®é kho, (Tr¶n M: mẽ b·o hµm. D-íi N: kh¶a d¶ng)

## d. Hải tiÕp trong c, c t©ng tÇng khuÕch ®¹i

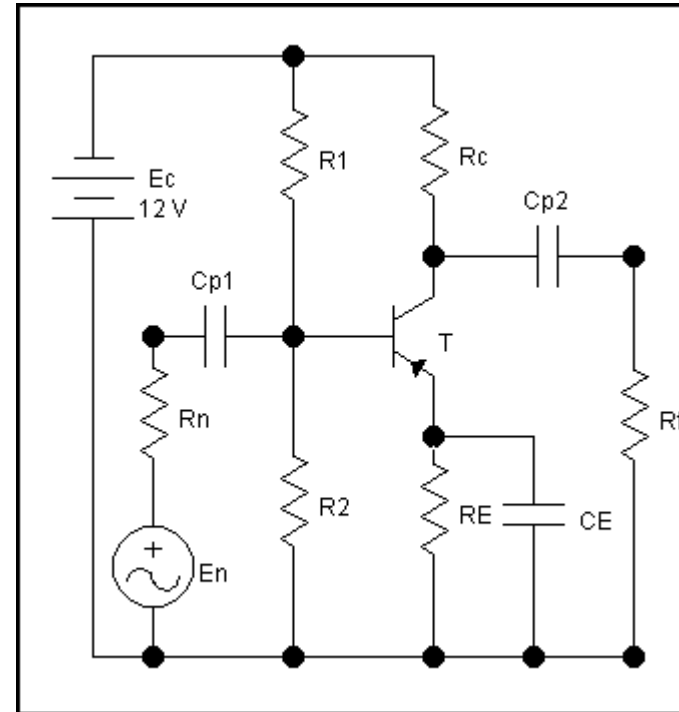
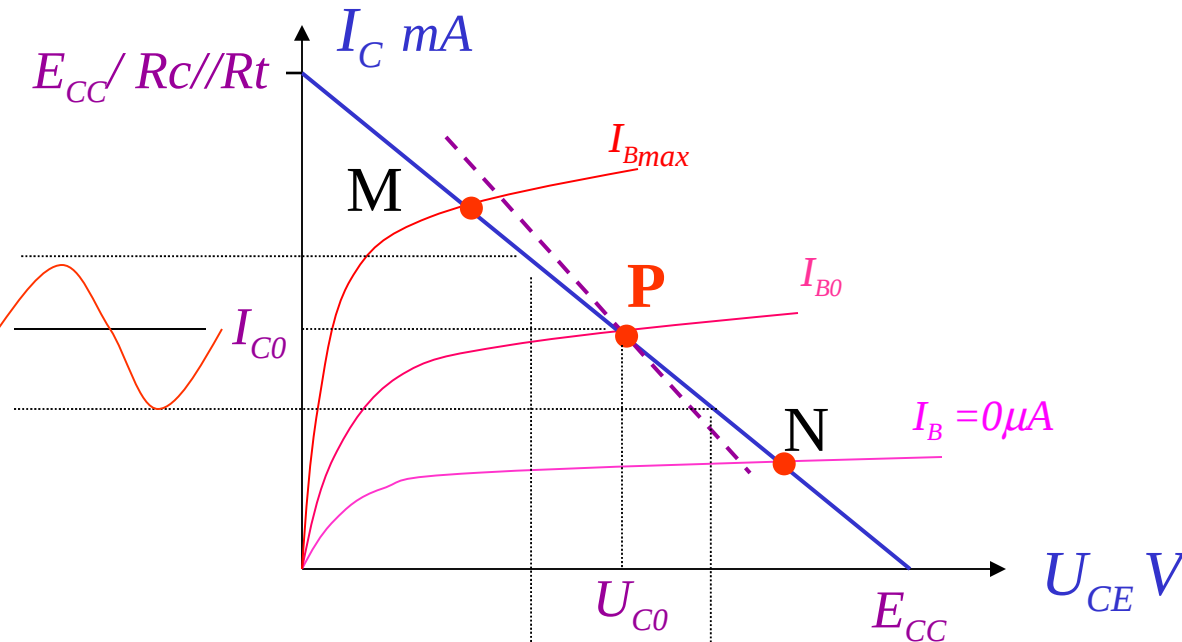
- Hải tiÕp lµ ®-a tÝn hiÖu ra t, c ®éng trë l¹i lèi
  - §¼c tr-ng cho hải tiÕp lµ hÖ
  - §¼c theo tr-êng híp cô thÓ cũ c, c tªn gãi: hải tiÕp ®iÖn, p, dßng ®iÖn; hải tiÕp d-ng, ©m; hải tiÕp song song, nèi tiÕp...
  - HÖ sè K. ®¹i khi cũ hải tiÕp lµ mét sè phóc:  
 $K = k \exp j\phi_k$        $\beta = \beta \exp j\phi_\beta$
  - HÖ sè K. ®¹i khi cũ hải tiÕp
- $$\dot{K}_{ht} = \frac{K}{1 - K\beta}$$


- C, c tr-êng híp xÈy ra:
    - $0 < K\beta < 1$  hải tiÕp lµm tªng hÖ sè K. ®¹i
    - NÕu  $K\beta \geq 1$  xÈy ra hiÖn (hải tiÕp d-kg) -> m¹ch dao ®éng
  - $K\beta < 0$  hải tiÕp lµm gi¶m hÖ sè K. ®¹i (hải tiÕp ©m), tªng æn ®¹nh, vµ mẽ réng gi¶i tÇn.

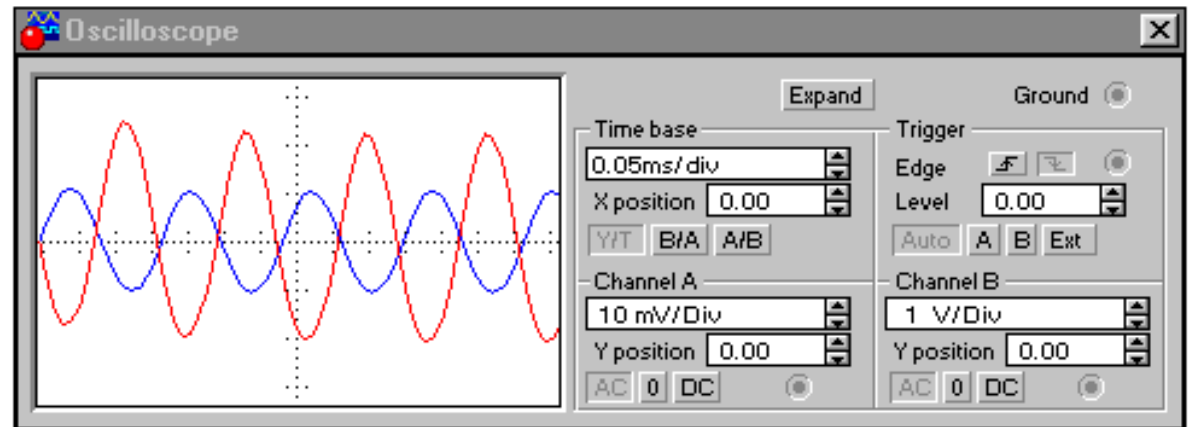
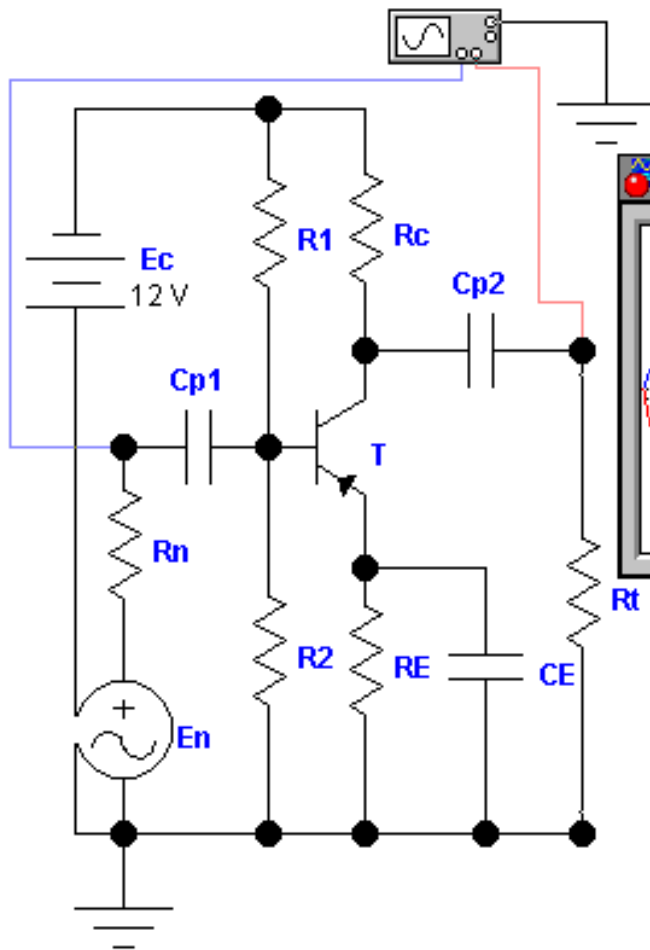


## 2.3.2a. TÇng khuÕch ®¹i E chung

- NhiÖm vô c, c linh kiÖn.



- Trë vµo:  $R_v = R_1 // R_2 // r_v$  kho¶ng 1-  
>3kΩ
- Trë ra:  $R_{ra} = R_c$ .
- $K_i = \beta \cdot \frac{R_c // R_t}{R_t}$  cũ chØ sè t-¶ng ®¹i lín
- $K_v = \beta \cdot \frac{R_c // R_t}{R_{e1} + R_{e2}}$  kho¶ng 20->100

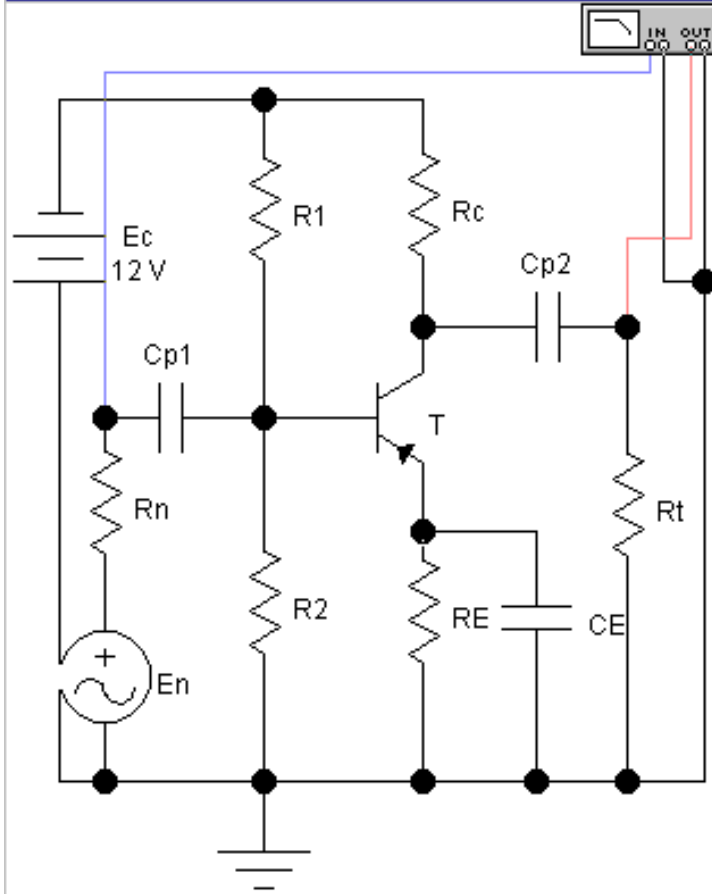


T<sub>C</sub>n sè t<sub>Y</sub>n hiÖu?

HÖ sè khuÕch ®<sup>1</sup>i ®iÖn ,p?

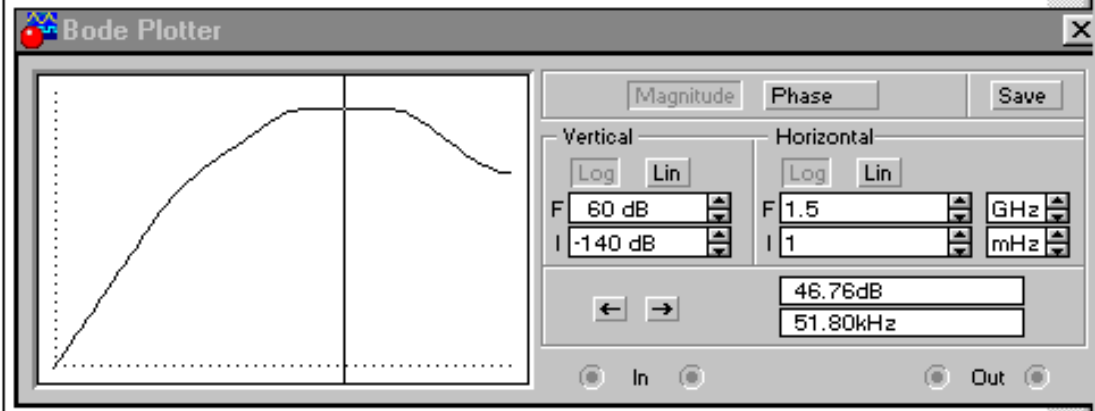
Pha cña t<sub>Y</sub>n hiÖu?

k dai e chung k(f).ewb

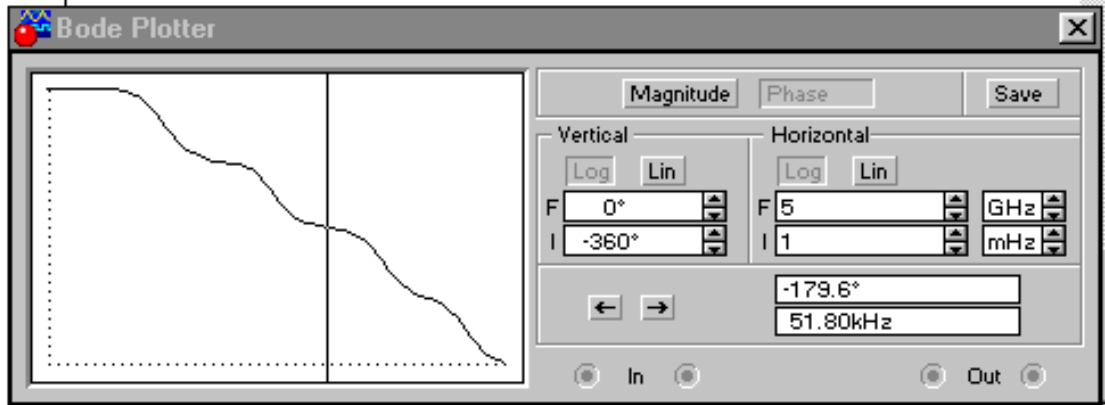
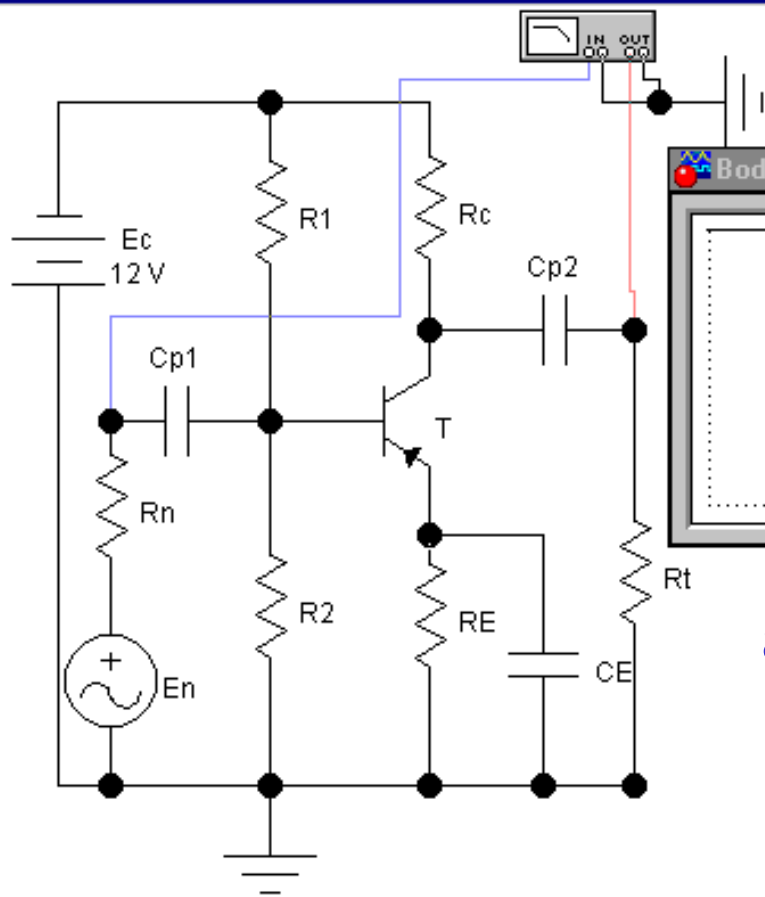


Suy gi¶m vÒ phÝa t¶n sè cao  
vµ thÊp?

Đ¶i th¶ng?



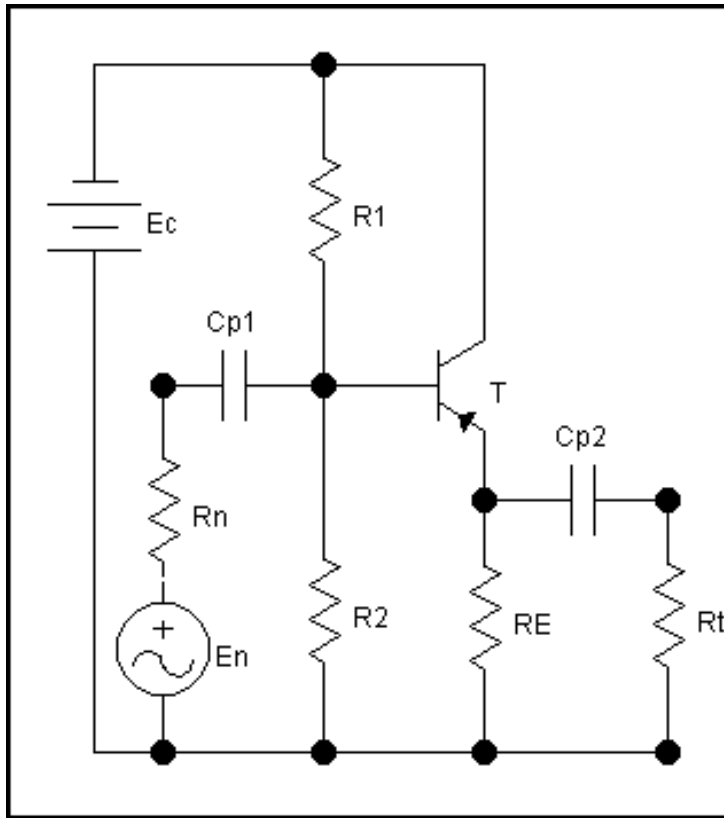
k dai e chung k(f).ewb



¿é löch pha phô thüéc tÇn sè?



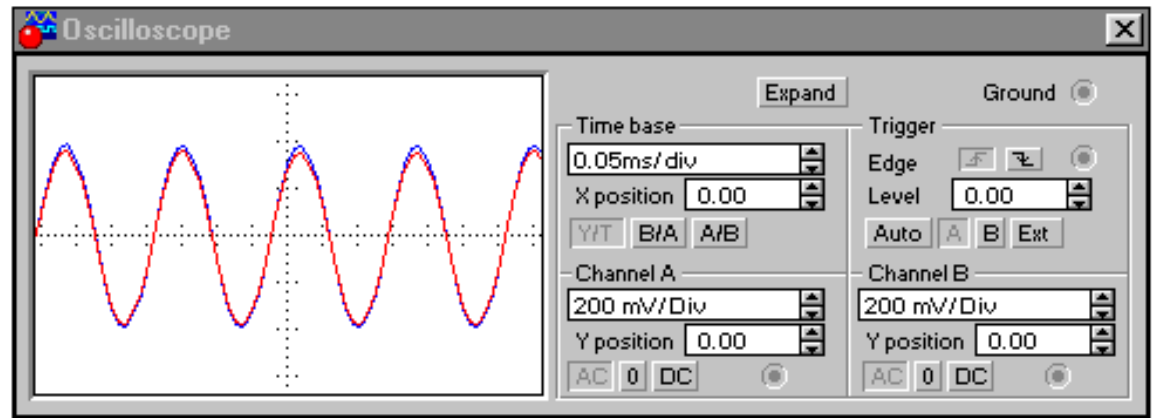
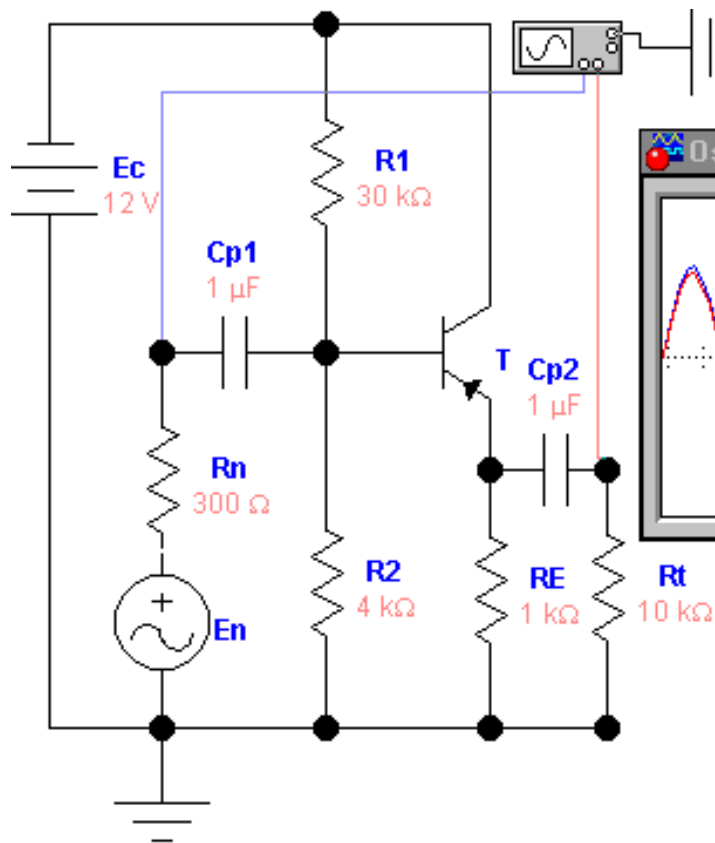
## 2.3.2b. TỌng khuỖch ①i C chung (lÆp l'i emit→)



- NhiỖm vô c, c linh kiỖn...
- Trề vµo:  $R_v = R_1 // R_2 // r_v$ . ỖiỖn trề vµo lín lµ mét trong nh÷ng -u ①iỖm của m¹ch CC. Nã dĩng ①Ó phềi híp trề kh,ng tèt víi c, c nguån tÝn hiỖu cũ trề trong lín.
- $K_i = (1 + \beta) \cdot R_E // R_t / R_t$  Khi  $R_E = R_C$  th×  $K_i$  của m¹ch EC vµ CC gÇn nh- nhau.
- Trề ra:  $R_{ra} = R_E // r_E$ . Trề ra nhá n²n phềi híp tèt víi trề t¶i nhá.
- HỖ sè  $K_u \approx 1$  (lµ « n nhá h- n 1)

- $K_u = (1 + \beta) \cdot R_E // R_t / R_n + R_v$

- $K_p = K_u \cdot K_i$  n²n  $K_p \approx K_i$ .



**T<sub>C</sub>n sè tÝn hiÖu?**

**HÖ sè khuÕch ®<sup>1</sup>i ®iÖn ,p?**

**Pha cña tÝn hiÖu?**

## 2.3.2c. TỌng khuỔch Ới B chung

- NhiỔm vô c, c linh kiỔn...
- Trờ vµo:  $R_v = R_E // [r_E + (1-\alpha)r_B]$   
khuỔng 10- > 50Ω (trờ vµo nhá)

- Trờ ra:  $R_{ra} \approx R_c$ .

- $K_i = \alpha \cdot R_c // R_t / R_t$

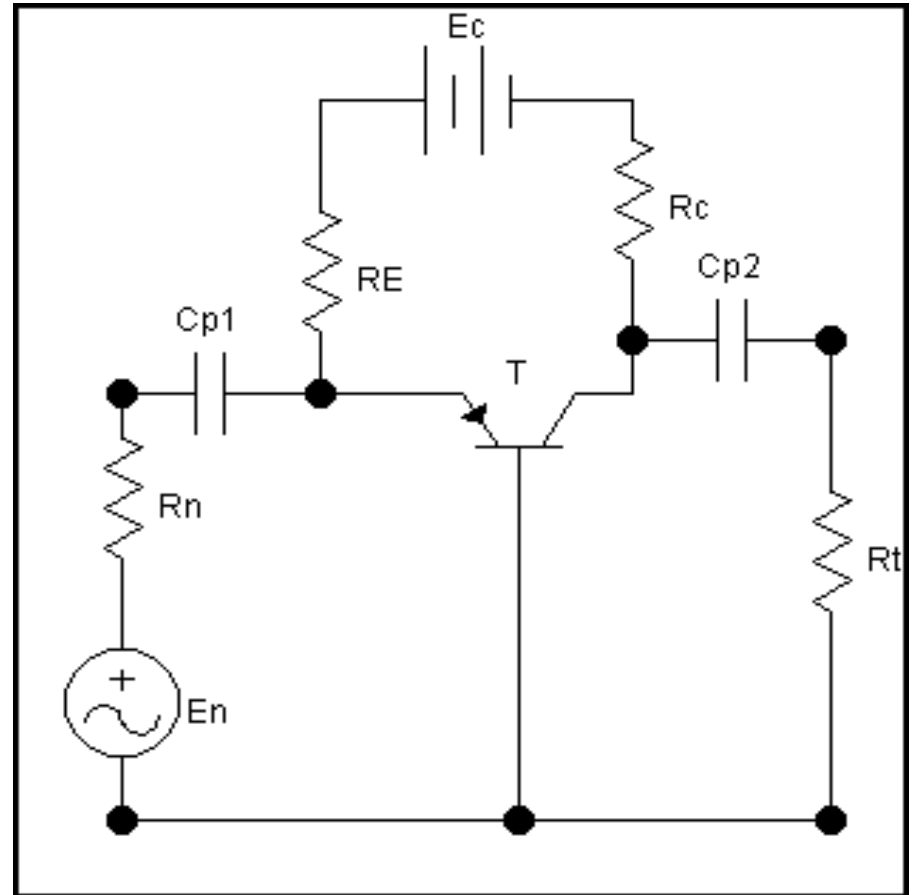
Ới  $\alpha = I_c / I_E < 1$

- $K_u = \alpha \cdot R_c // R_t / R_n + R_v$  (nỔu

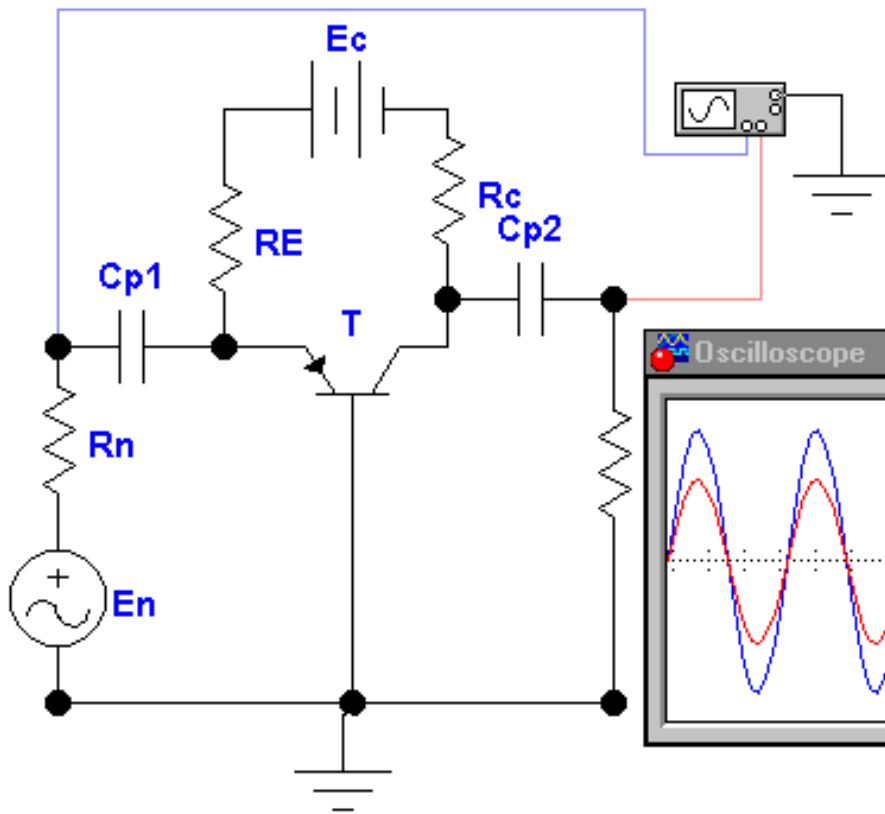
giỔm trờ trong cĩa nguổn

tỷn hiỔu sũ lµm t¼ng hỔ sè  
khuỔch Ới B chung

m¼ch BC).



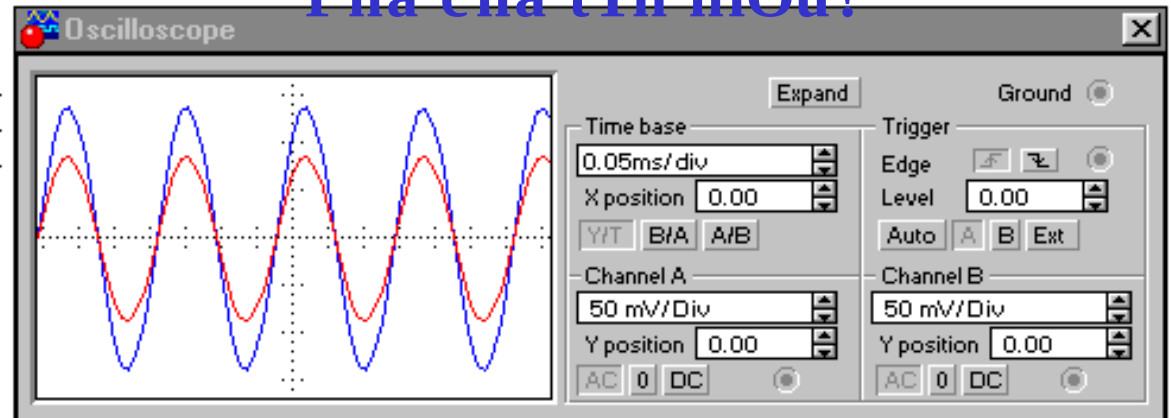
$$K_u = \frac{R_c // R_t}{R_n + R_v} = \alpha^2 \frac{(R_c // R_t)^2}{(R_n + R_v) R_t}$$



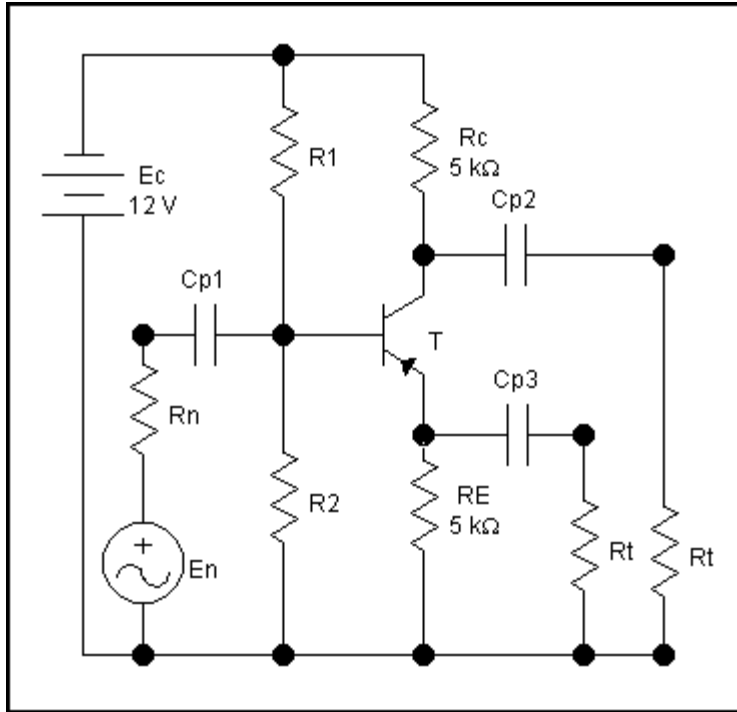
TÇn sè tÝn hiÖu?

HÖ sè khuÕch ®<sup>1</sup>i ®iÖn  
,p?

Pha của tÝn hiÖu?



## 2.3.2d. Tổng khuỐch ①i ①o pha



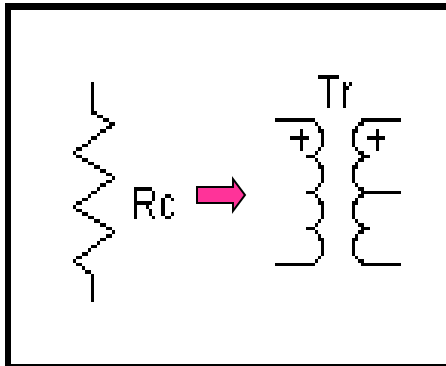
- Tổ mét nguấn tỖn hiỐu vµo tỖng khuỐch ①i ①o pha t¹o ra hai tỖn hiỐu cấ biªn ①é b»ng nhau nh-ng pha ng-íc nhau 180°.

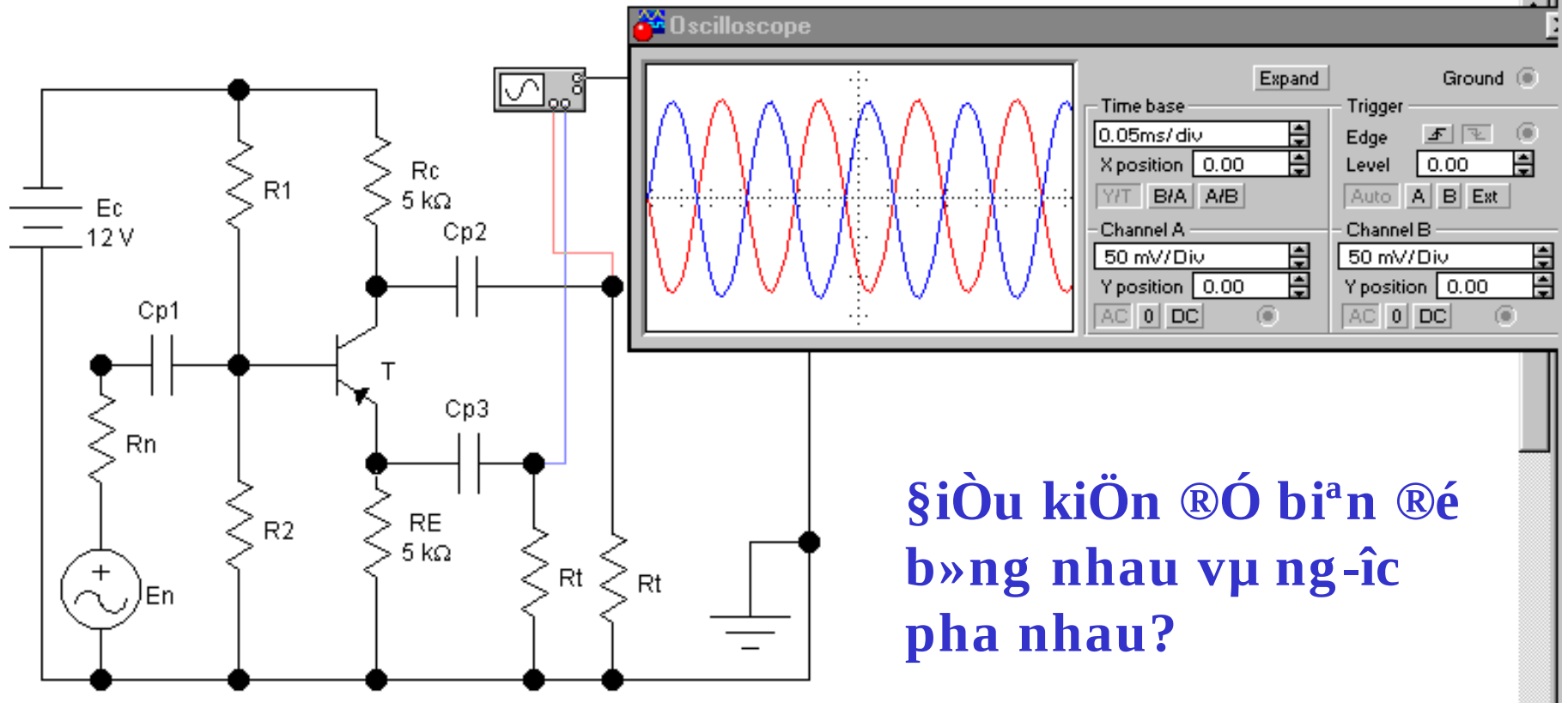
$$K_{u1} = -\beta \cdot \frac{R_C // R_{t1}}{R_n + R_v}$$

$$K_{u2} = (1 + \beta) \cdot \frac{R_E // R_{t2}}{R_n + R_v}$$

- NỐu tō sè hai biỐu thøc b»ng

- Cấ thố k. ①i ①o pha b»ng cấ thố thay ① Rc b»ng mét biỐn ①é b»ng nhau. ①é p gãm hai cuén d©y cấ sè vßng b»ng nhau, ①iỐm gi÷a nèi ①ét. M¹ch d»ng biỐn p phèi híp
- ①iỐm gi÷a nèi ①ét. ①é b»ng cấ c, c m¹ch SC, DC, GC



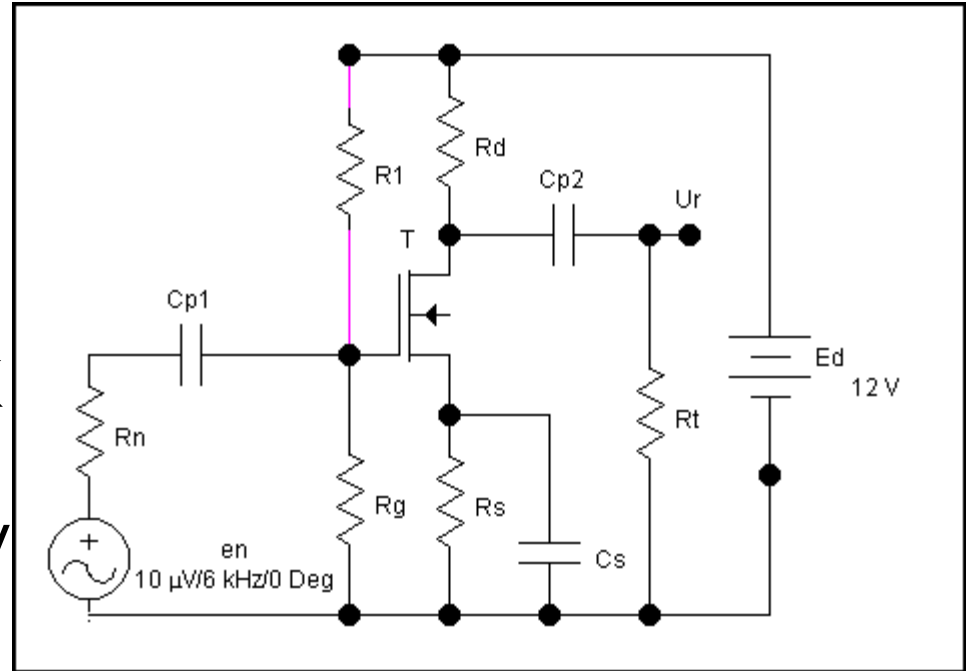


**Si òu ki òn ò Ó bi òn ò é  
b »ng nhau v ò ng òc  
pha nhau?**

## 2.3.3. Khuếch đại dùng tranzito trường

a. Khuếch đại cực nguồn chung

- $S \rightarrow R_a$  ( $S_c \approx E_c$ )
- $R_1, R_g, R_s$  là các điện trở vô cực (x, c) như  $U_{GS0}$  ở cùng vị trí các cực của tầng K.
- $U_{GS0}$  cần có độ ổn định, có thể bằng cách dùng tụ do loại FET quyết định.
- $R_g$  thường chọn nhỏ hơn trở vào của kênh để tránh nhiễu nhiệt (từ 1 đến 5 MΩ).
- Chọn  $R_s$  sao cho  $U_{S0}$  khoảng 0,1 đến 0,3 V, tránh nhiễu nguồn  $E_d$ .
- Giải  $R_{t} = R_d // R_t$  và  $r_{i\bar{}} = r_{i\bar{}} // R_{t\bar{}}$



$$K_u = \mu \cdot R_{t\bar{}} / (r_{i\bar{}} + R_{t\bar{}}) = S R_d$$

với  $r_{i\bar{}}$  là điện trở vào của kênh drain.

- $R_v = R_1 // R_g$
- $R_r = R_d // r_{i\bar{}} \approx R_d$
- $K_i = \dots?$

• Chú ý độ ổn định  $\mu > 0$

## b. Khuếch đại cùng cực chung

- $S \rightarrow \infty$  ( $D_c \approx C_c$ )
- $K_u = S R_{t-} / (1 + S R_{t-})$

S là hệ số đến của FET

- $R_r \approx 1/S$

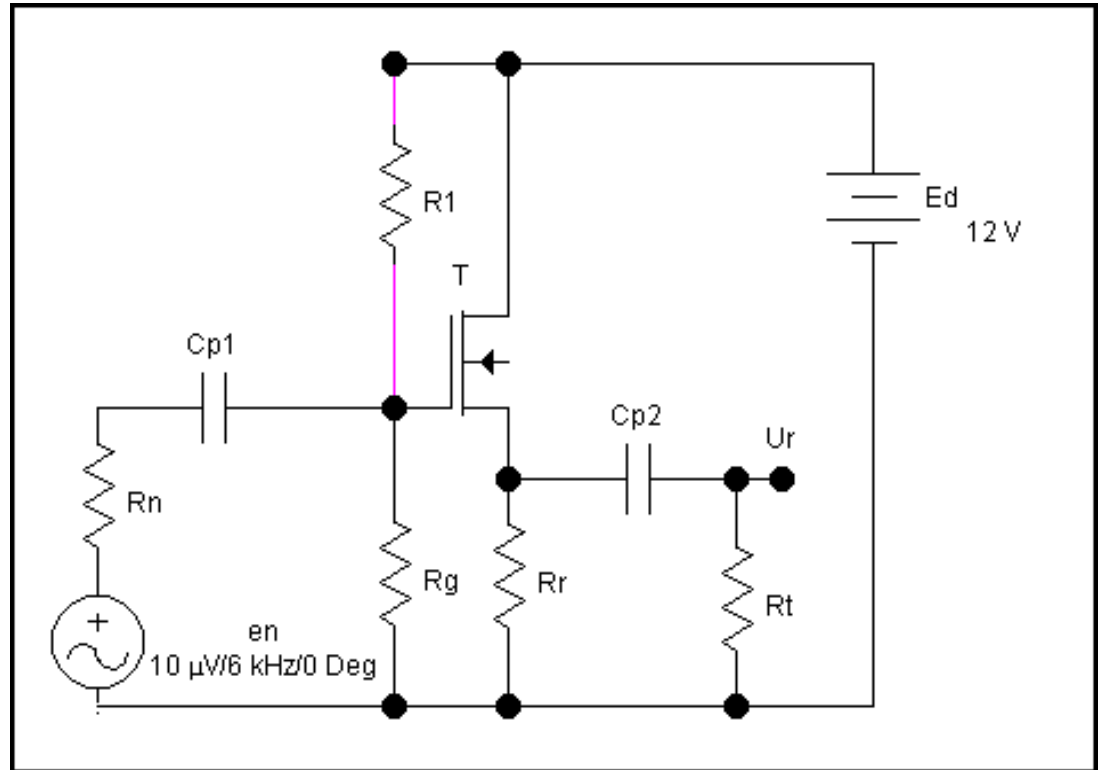
Khoảng 100 Ω đến 3000 Ω

- Tín hiệu vào của tầng DC như h-n tầng SC

### Vấn đề?

1. Không xét các m<sup>3</sup>/4c Gc?

2. Không tính Ki?





## 2.3.4. Ghép giữa các tầng khuếch đại

- **Đặt vấn đề**: Nguồn tín hiệu thường cả biên độ hay công suất rất nhỏ.

Biên độ hay công suất cần cung cấp cho tải yêu cầu rất lớn.

Một tầng k. không thể làm thỏa yêu cầu mà phải ghép nhiều tầng với nhau thành một bộ k.

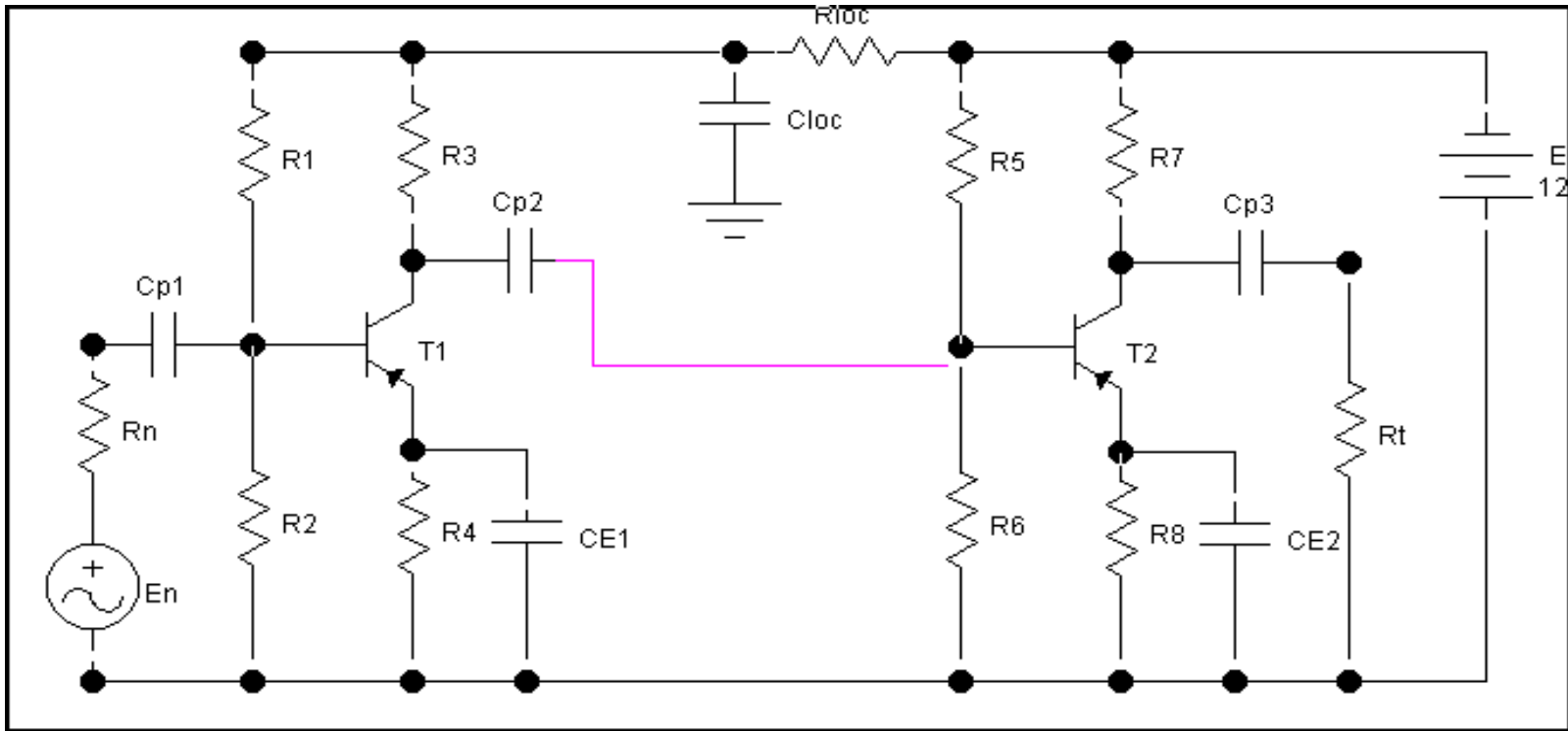


- Tuỳ theo tín hiệu vào vào ra mà chọn cách ghép phù hợp.
- Hồ sơ k. chung bằng tích các hồ sơ k. thành phần.

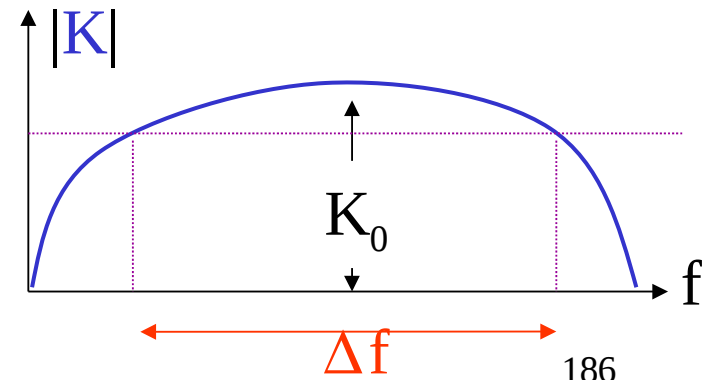
$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ . Nếu tính bằng dB thì  $K(\text{dB}) = K_1(\text{dB}) + K_2(\text{dB}) + K_3(\text{dB})$

## a. GhĐp tÇng b»ng ®iÖn dung

- S → ®ã m¹ch ®iÖn. NhiÖm vô c, c linh kiÖn.

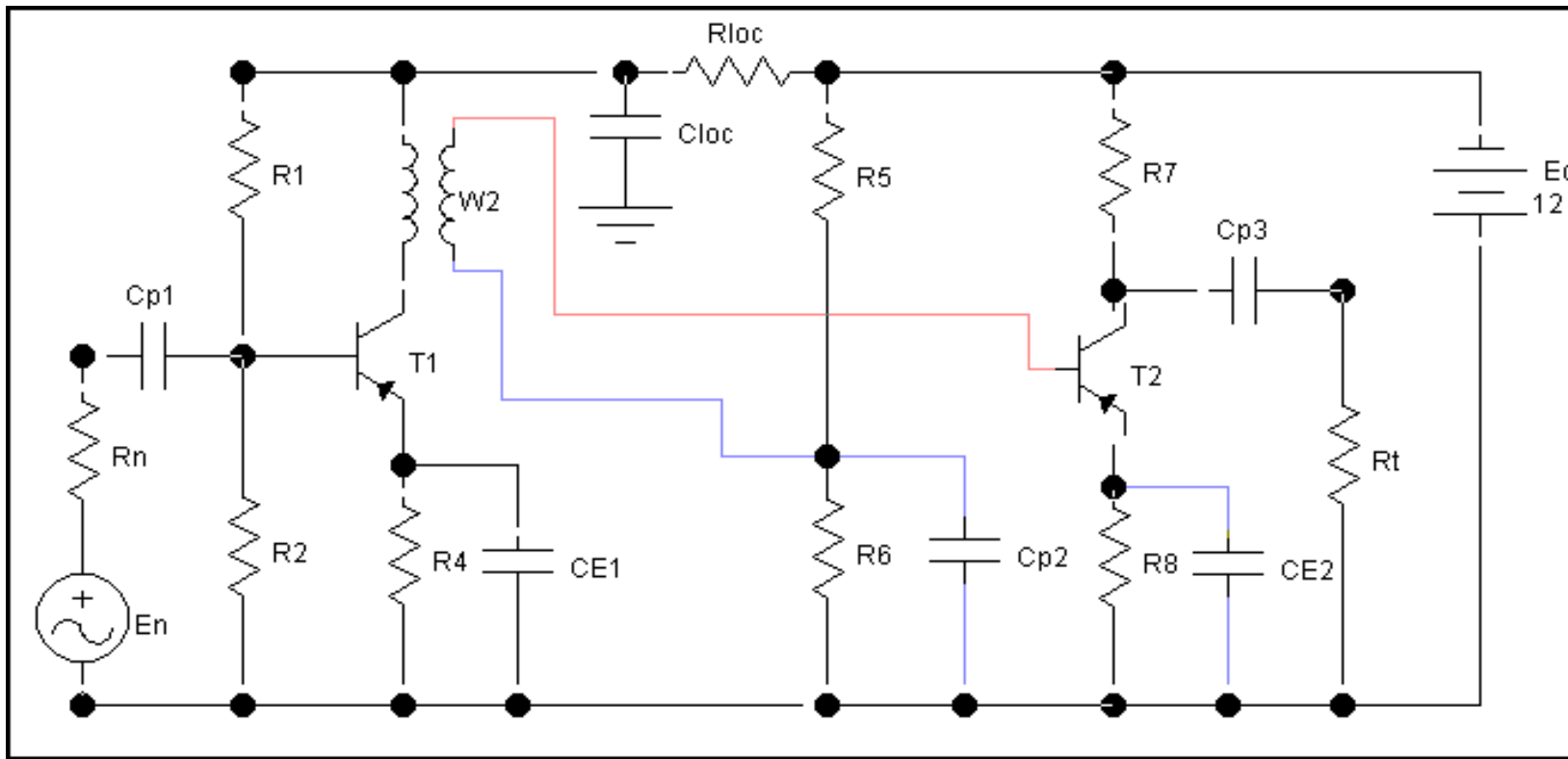


- TÝn hiÖu mét chiÒu kh«ng qua tô nªn  $K_{th\acute{E}p} = 0$  t¹i  $f=0$ .
- ë tÇn sè cao ®iÖn dung  $C_{BC}$  (®iÖn dung th«ng ®-êng) lµm  $K_f$  cao gi¶m.

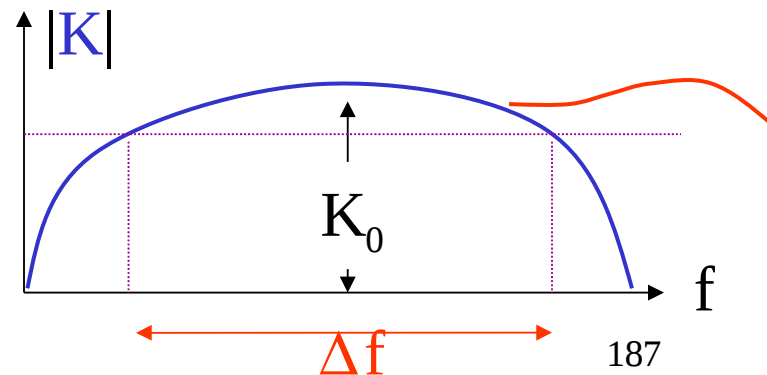


## b. GhĐp tÇng b»ng biÕn ,p

- S → Rã m¹ch RiÕn. NhiÖm vô c, c linh kiÕn.



- HÖ sè biÕn ,p gãp phÇn RiÖu chØnh R-íc hÖ sè k. R¹i chung.
- MĐo tÇn sè thÊp vµ mĐo tÇn sè cao.



## 2.3.5. Khuếch đại công suất

- **Những vấn đề chung:** Lưu ý công suất cũng  $m^3/4c$  với tải. Chú ý chế độ tiêu năng lớn.
- K. đại công suất cả biến áp hay không dùng biến áp.
- Ba chế độ chế độ thông thường của K. đại công suất: chế độ A; AB; B.

a. K. đại CS cả biến áp là chế độ A

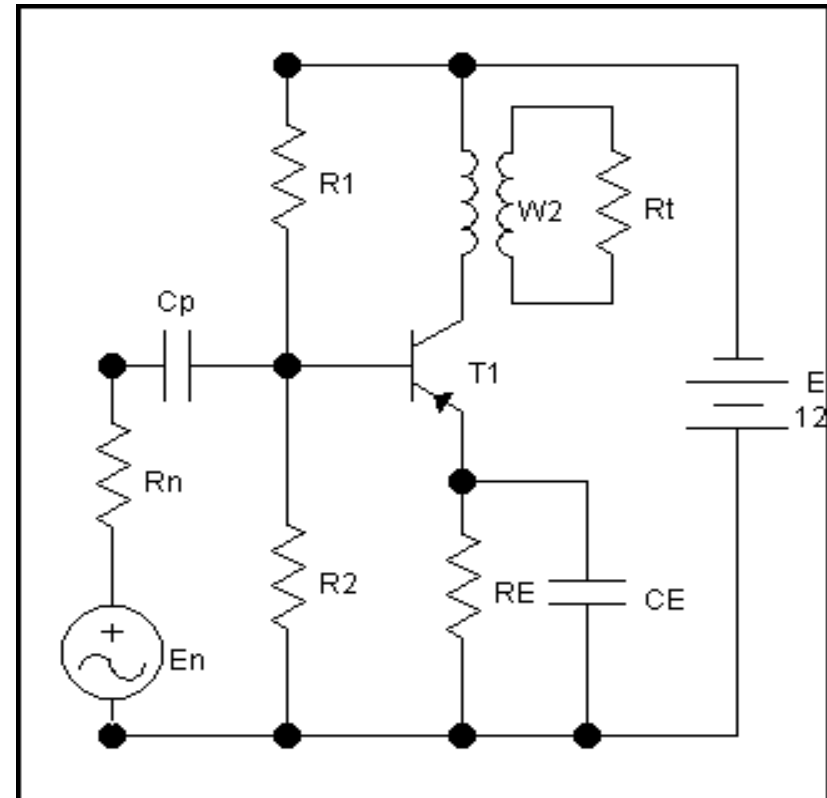
Dùng ra lớn nên  $R_E$  không quá lớn.

Công suất ra tải chịu ảnh hưởng của hiệu suất biến áp.  $\eta_{a-b} = 0,8$

Chọn 0,9

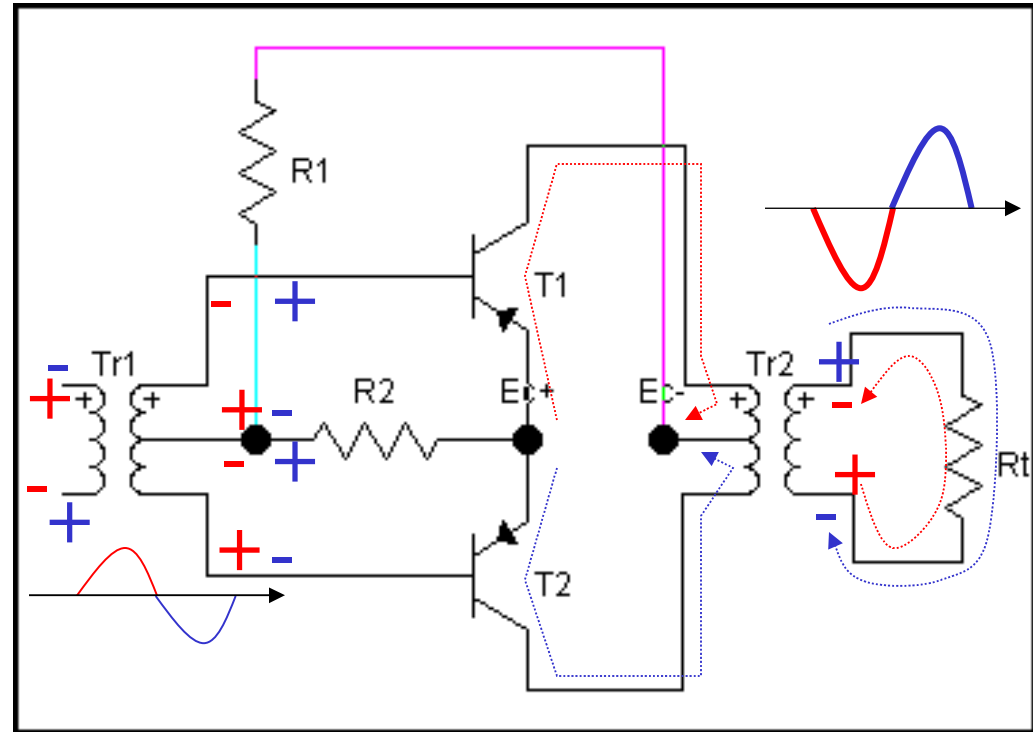
Tính trở của tải biến áp ảnh hưởng đến  $R_p$  truyền tải sẽ.

Chú ý công suất tiêu hao trên  $m$  và  $g$  của  $T1$  để tính công suất nhiệt.



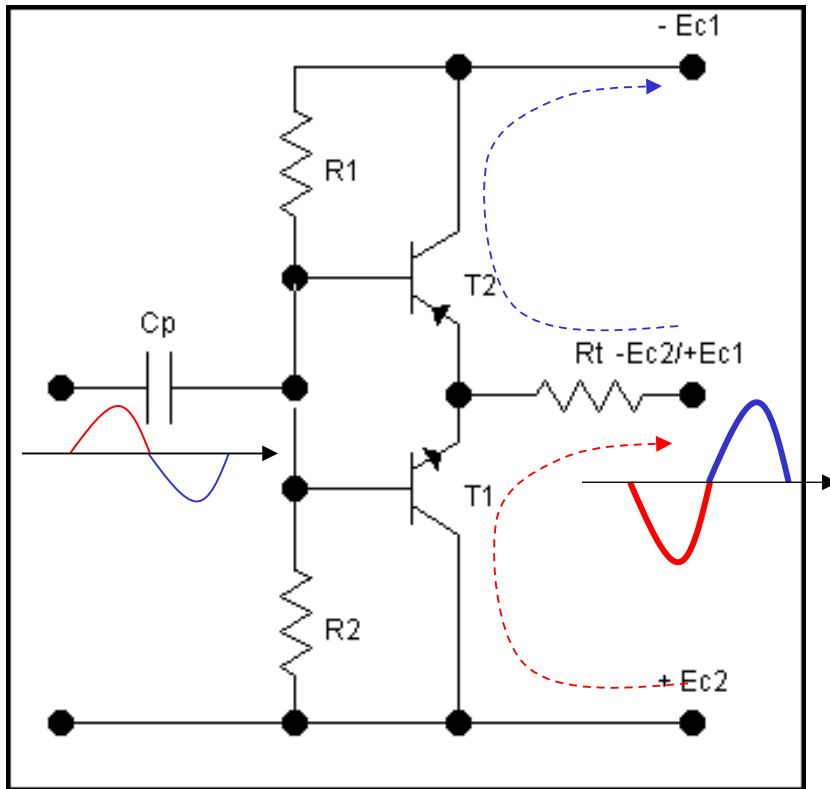
## b. K. 1 CS 2 ẽ kĐo ch ẽ ẽ B cũ bi ẽn , p

- Tr1 t 1o hai t ỹn hi ẽu cũ bi ẽn ẽ b ẽng nhau nh-ng pha ng-ĩc nhau.
- R1 vµ R2 x ẽc ẽ pnh cho T1; T2 ẽ ch ẽ ẽ B.
- Khi T1 th ẽng th ẽ T2 cũm vµ ng-ĩc l ỹ T2 th ẽng th ẽ T1 cũm.
- Mẽt chu k ẽ h ẽnh sin ẽ l ẽi vµo s ỹ cũ mẽt chu k ẽ t ẽng ẽng tr ẽn Rt



- Hi ẽu su ẽt cũ t ẽng 0,6 ẽ ẽn 0,7 (1,5 l ẽn so v ỹ t ẽng ẽn ch ẽ ẽ A)
- Tranzito ch ẽ l ỹm vi ẽc nõa chu k ẽ n ẽn ẽ ẽm b ẽo CS ra t ẽi t ẽt h ẽn.
- Hai bi ẽn , p ẽnh h ẽng l ẽn d ẽi t ẽn t ẽn s ẽ, tr ẽng l ẽng v ỹ

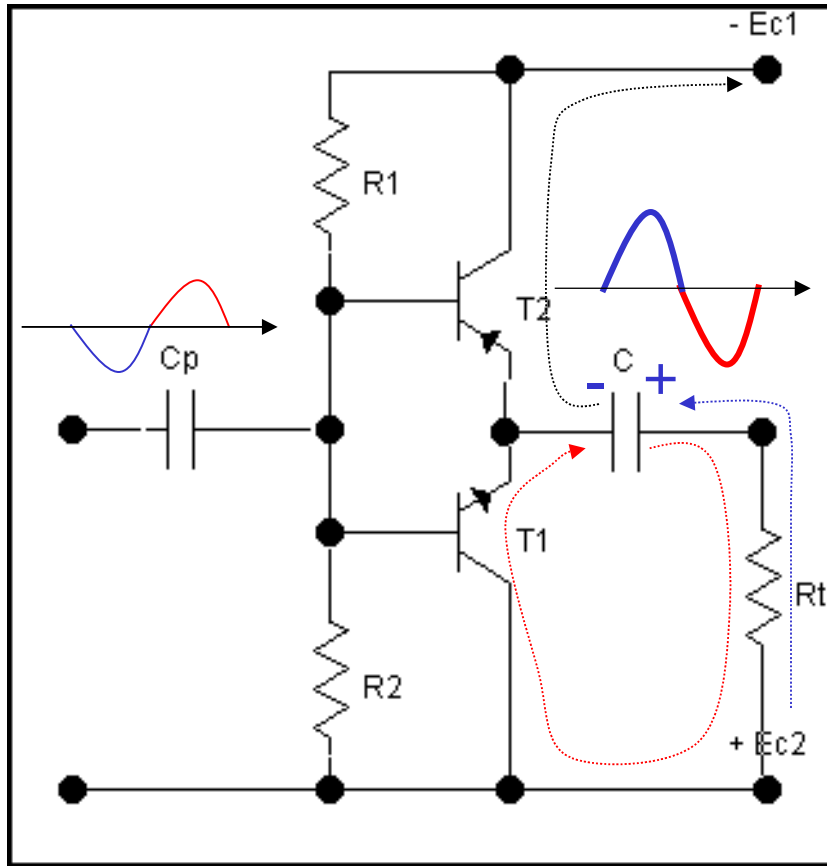
## c. K.®i CS ®Èy kĐo kh«ng cã biÕn ,p



- S → ®ã m¹ch ®iÕn; nhiÕm v c, c linh kiÕn.
- Hai nguồn nu«i cã gi, trÞ ®iÕn ,p b»ng nhau.
- Mçi tranzito chØ lm vic ẽ mét na chu kỳ.
- C¶ hai nửa chu kỳ t¶i ®Òu tiêu thn ng l-ng ®iÕn ca nguồn cung cấp.
- Hai tranzito ph¶i cã tham số t-ng ®-ng nhau (Cp tranzito bæ tr).

- Thay b»ng m¹ch đng mét ngun nu«i.

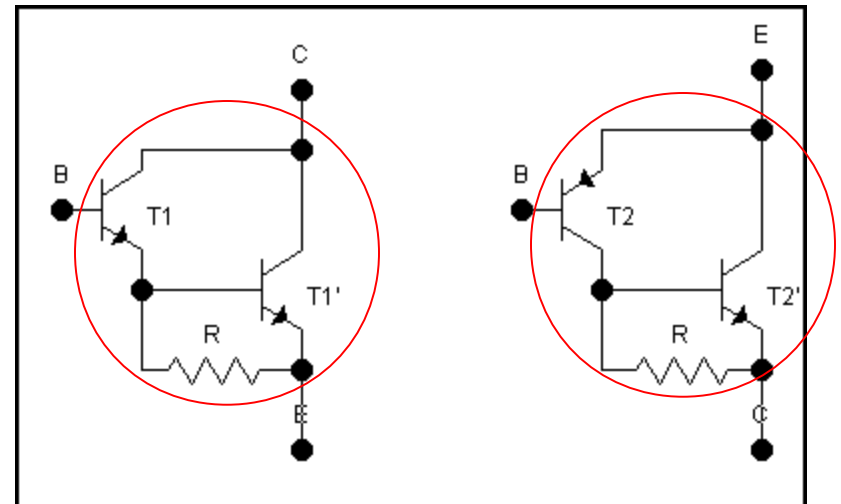
## c. K.®<sup>1</sup>i CS ®Èy kĐo kh«ng cã biÕn ,p



- Mét nĩa chu kú đßng ®iÕn cña nguồn cung cấp qua tñi, C, T2. Tô C n<sup>1</sup>p ®iÕn.
- Nĩa chu kú sau đßng ®iÕn tĩa tô qua tñi vµ T1.
- ChØ cã mét nĩa chu kú cña tñi hiÕu m<sup>1</sup>ch ®iÕn tiªu thõ nñg l-ìng cña nguồn nu«i n²n ®<sup>1</sup>t hiÕu suÊt cao rÊt cao.

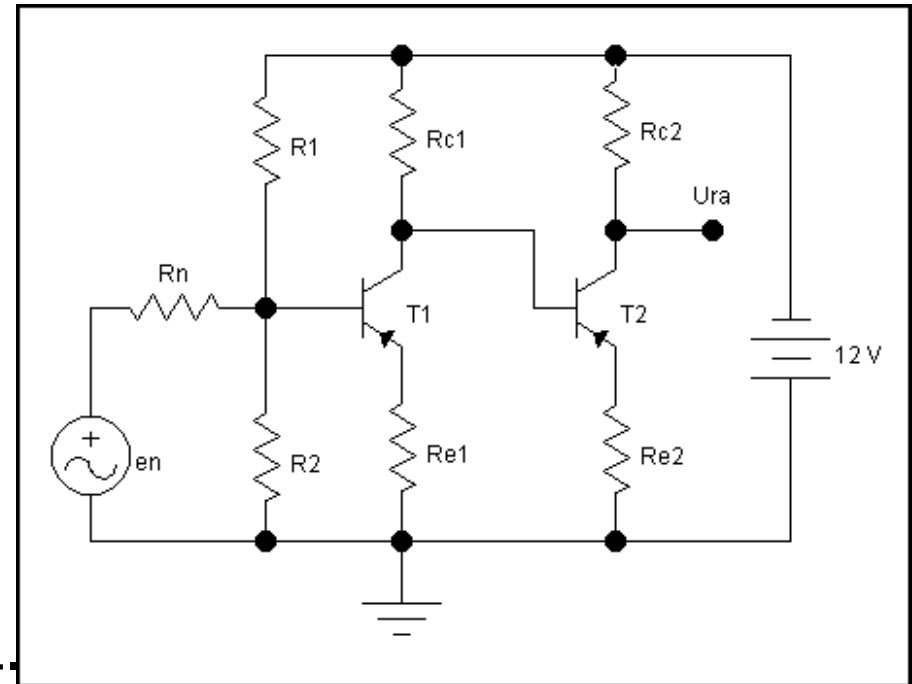
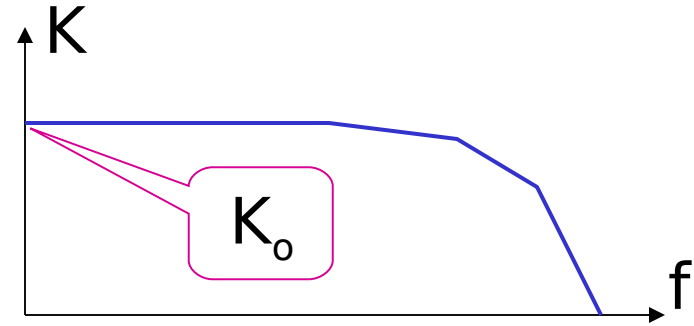
- Muèn c«ng suÊt ra lín cÇn m<sup>3</sup>/4c theo s-®ã Darlington. HÕ sè k ®<sup>1</sup>i đßng ®iÕn:

$$\beta = \beta_1 \beta_1' = \beta_2 \beta_2'$$



## 2.3.6a Khuếch đại tín hiệu biến thiên chậm ghép trực tiếp

- Tín hiệu biến thiên chậm cả tần số  $\approx 0$ .
- Ghép tầng không thõa dãn tô hay biến áp phụ ghép trực tiếp.
- Việc nối nhiều tầng sẽ dễ cao giá trị nguồn nhiễu phụ 1/4p xen tầng để chuyển mức điện áp.
- Tính đến ảnh hưởng nhiệt của các tầng cụ thể quan trọng vì những biến đổi của các k.đi rất truyền sang tầng sau.
- R1, R2, Re1 phần cực cho T1.



Rc1; Re1; T1 và Re2 ảnh hưởng đến làm việc cho T2.

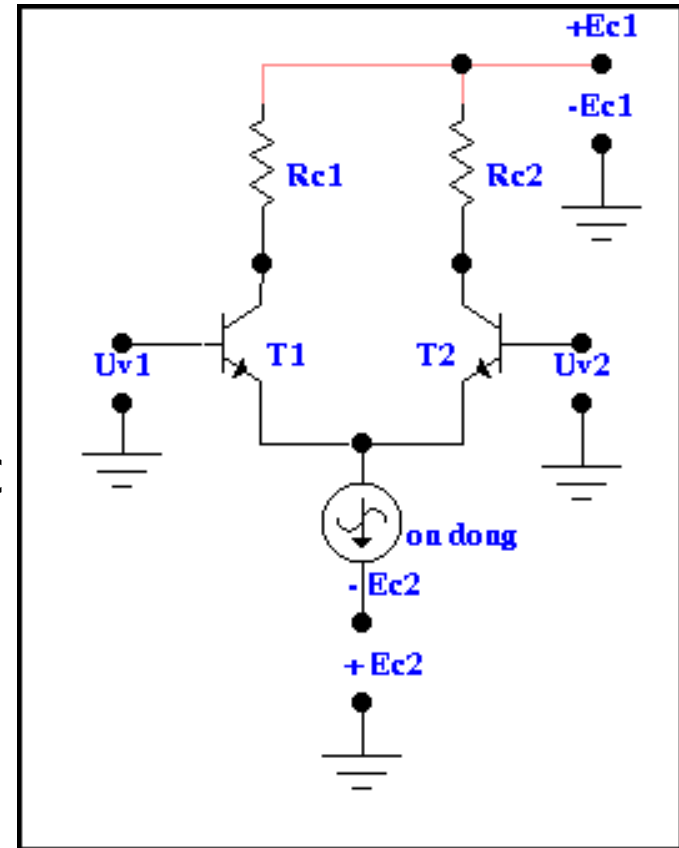


## 2.3.6b. Khuếch đại vi sai

- Lựa chọn theo nguyên lý cấu trúc  
bằng song song:  $R_{c1} = R_{c2}$ ; T1 giềng  
hết T2.
- Nguồn điện dùng chung cho tầng  
 $I_{e1} + I_{e2} = I_e$  luôn không đổi.

$$U_{ra} = U_{c1} - U_{c2} = \Delta U_{c2} + \Delta U_{c1} = 2|\Delta I_c| R_c$$

- Nếu tín hiệu vào bằng nhau và  
đồng pha nhau thì  $U_{ra} = 0 \rightarrow K_{vs} = 0$ .
- Nếu tín hiệu vào không bằng nhau  
 $K_{vs} \neq 0$ .
- Siêu trở kháng của tầng vi sai luôn sẽ nhận tín hiệu đồng  
pha  
thì  $U_{ra} \neq 0 \rightarrow K_{vs}$  bất kỳ,  
Năng suất (điện áp)  $K_{vs}$  tỷ lệ bằng dB. Thường khoảng -60 đến  
-100dB.

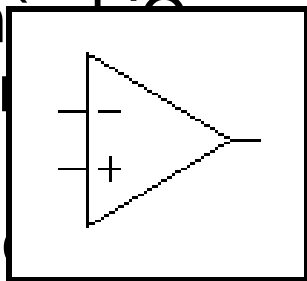


- Siêu trở vào lớn hàng chục  $M\Omega$ . Nếu dùng tranzito thường thì  
trở vào cỡ lớn hơn nữa (điện áp hết khi dùng MOSFET)

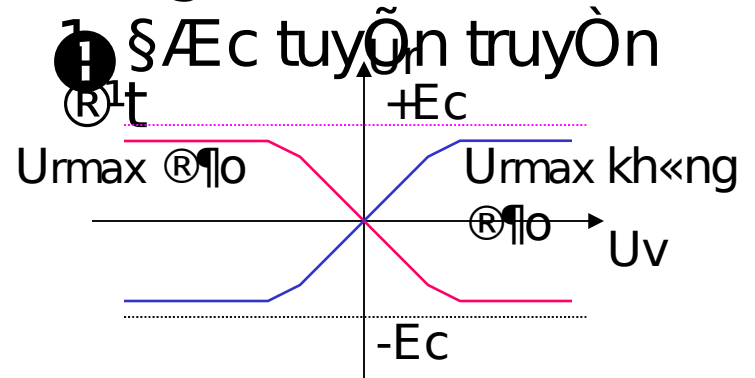
## 2.4. Khuếch đại vi mạch thuật toán

### 2.4.1. Khái niệm chung

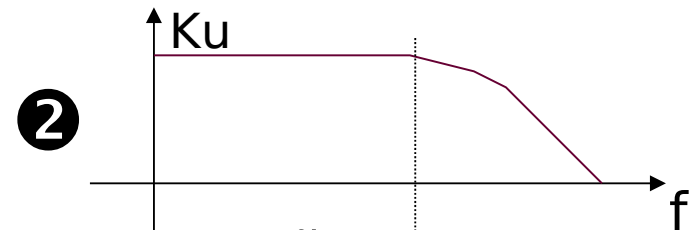
- Khai thuật toán (Operational Amplifier) các đặc điểm:
  - Hệ số khuếch đại lớn ( $10^5$  lần)
  - Hai lối vào vi sai, một lối ra
  - Siêu trở vào  $v \ll$  cũng lớn ( $\rightarrow \infty$ )
  - Siêu trở ra nhỏ ( $R_{ra} < 100\Omega$ )
  - Cả thốt tính: các phép tính ...
- Ký hiệu thuật toán trong hình



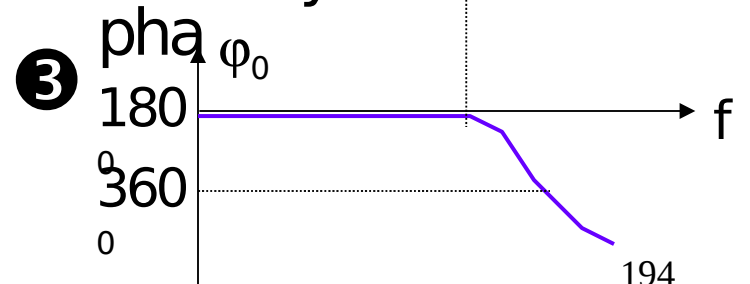
- Ba đặc tính quan trọng



### 2. Đặc tính biên độ



### 3. Đặc tính pha



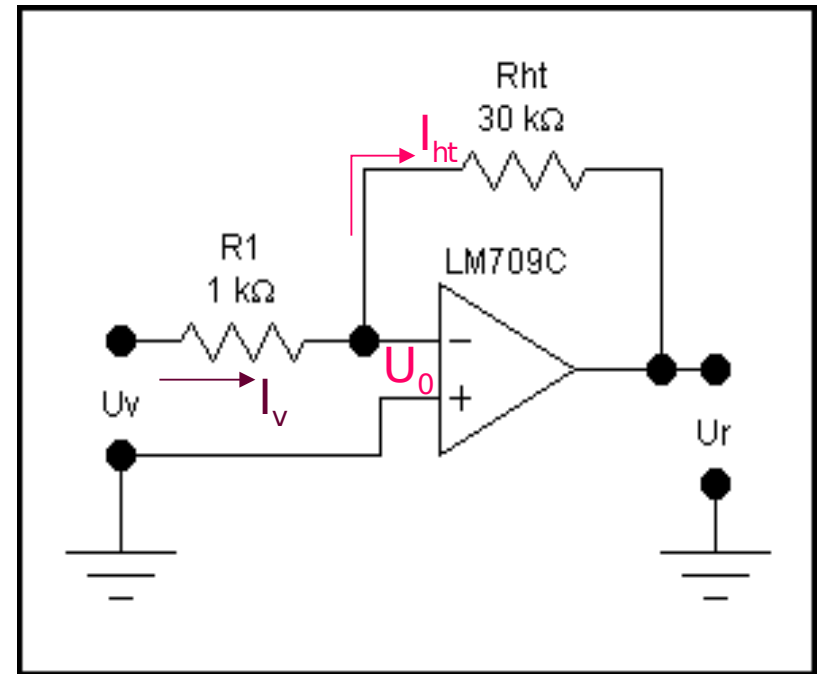
## 2.4.2. Khuếch $\otimes^1$ i $\otimes^1$ o

- Do trở v $\otimes$  của IC thu $\otimes$ t to $\otimes$ n v $\ll$  c $\otimes$ ng l $\otimes$ n n $\otimes$ n  $I_v = I_{ht}$
- Suy ra  $(U_v - U_o)/R_1 = (U_o - U_r)/R_{ht}$
- Khi  $K \rightarrow \infty$  n $\otimes$ n  $U_o \ll$  c $\otimes$ ng b $\otimes$ Đ

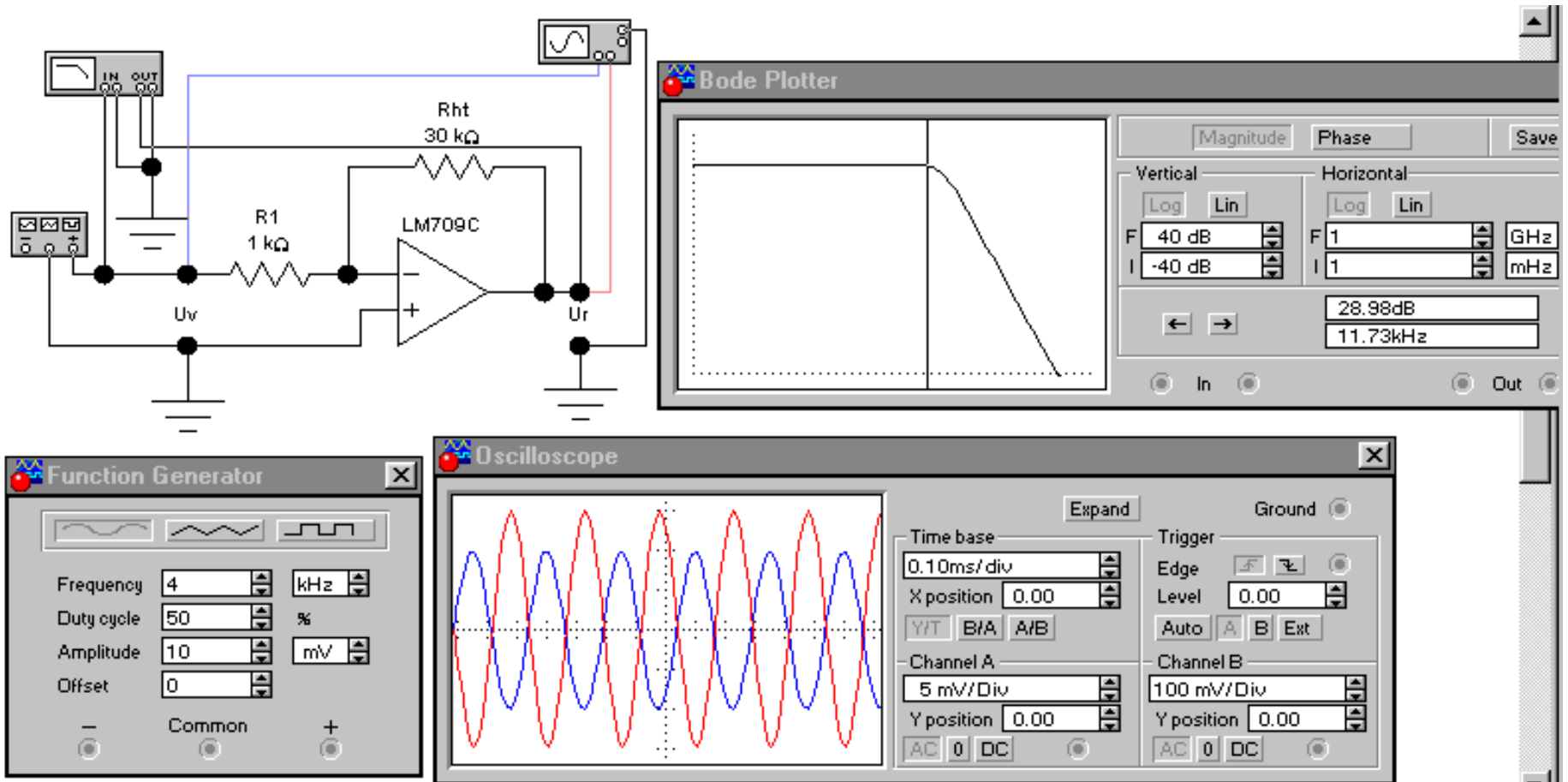
$$U_v/R_1 = U_r/R_{ht}$$

$$K_{\otimes} = U_r / U_v = -R_{ht} / R_1$$

- H $\otimes$  s $\otimes$  khu $\otimes$ ch  $\otimes^1$ i  $\otimes^1$ o pha t $\otimes$ n hi $\otimes$ u ch $\otimes$  ph $\otimes$  th $\otimes$ c v $\otimes$  gi $\otimes$  tr $\otimes$  hai  $\otimes^1$ o $\otimes$ n tr $\otimes$  ng- $\otimes$ i s $\otimes$  d $\otimes$ ng ch $\otimes$ n l $\otimes$  b $\otimes$ n ngo $\otimes$ i m $\otimes$  kh $\ll$ ng c $\otimes$ n ph $\otimes$  th $\otimes$ c v $\otimes$  IC n $\otimes$ a.
- N $\otimes$ u ch $\otimes$ n  $R_{ht} = R_1$  th $\otimes$  m $\otimes$ ch ch $\otimes$  l $\otimes$ m ch $\otimes$ c n $\otimes$ ng  $\otimes^1$ o pha



- N $\otimes$ u  $R_1 = 0$  th $\otimes$   $I_v = -U_r / R_{ht}$
- hay  $U_r = -I_v \cdot R_{ht}$ . S $\otimes$ o $\otimes$ n  $\otimes$ p ra t $\otimes$  l $\otimes$  v $\otimes$  d $\otimes$ ng  $\otimes^1$ o $\otimes$ n v $\otimes$   $\rightarrow$   $\otimes^1$ aei t $\otimes$ n hi $\otimes$ u d $\otimes$ ng  $\otimes^1$ o $\otimes$ n th $\otimes$ n $\otimes$   $\otimes^1$ o $\otimes$ n  $\otimes$ p.
- N $\otimes$ u mu $\otimes$ n c $\otimes$ ng nhi $\otimes$ u t $\otimes$ n hi $\otimes$ u v $\otimes$  th $\otimes$  m $\otimes$  c $\otimes$  song



## 2.4.3. Khuếch đại không đảo

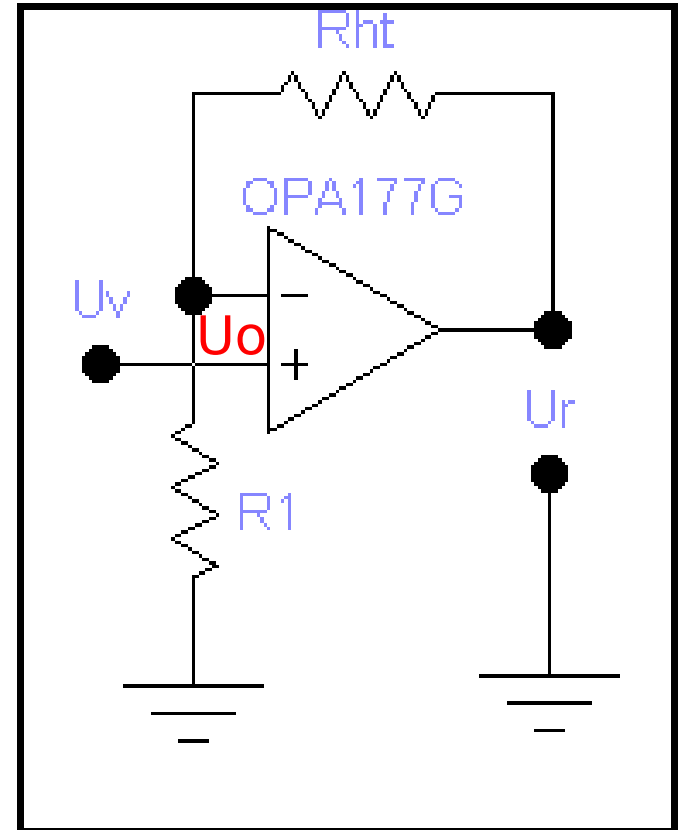
- Vx trở vào của IC thuật toán v cũng lớn nên dùng vào tỉ số kh. Khi  $U_o = 0$ . Nh- vậy:

$$U_v = U_r \cdot R_1 / (R_1 + R_{ht})$$

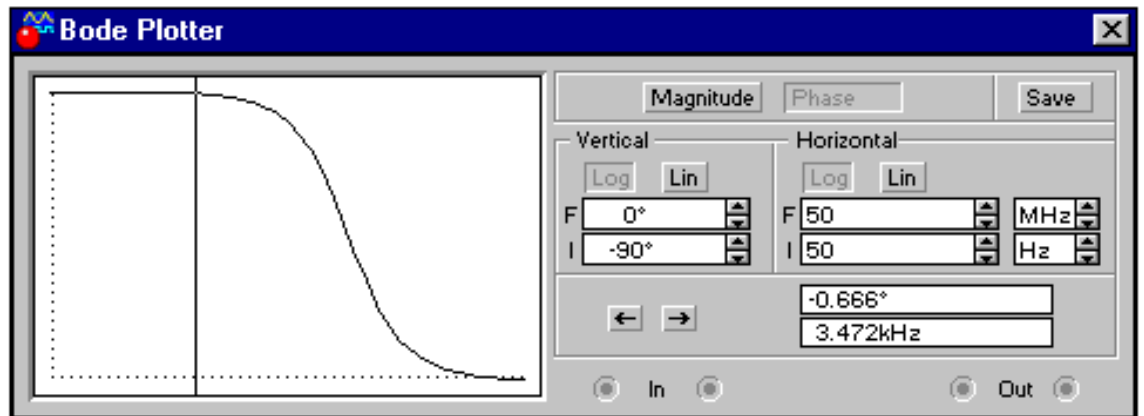
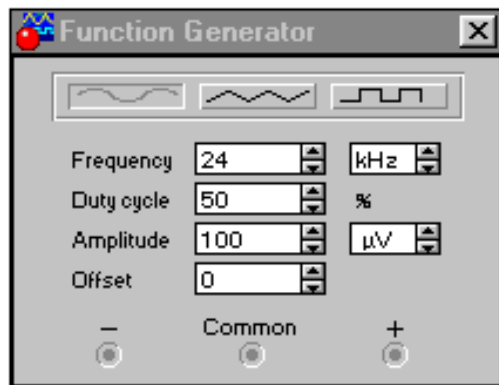
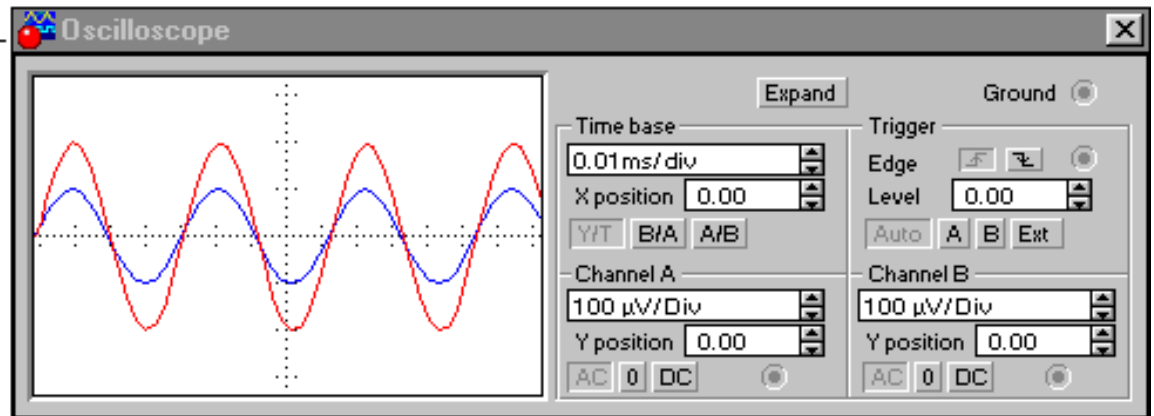
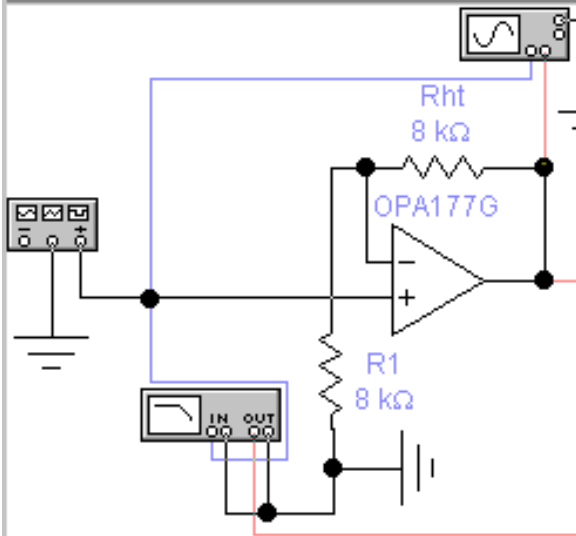
$$K_{k} = U_r / U_v = (R_{ht} + R_1) / R_1 = 1 + R_{ht} / R_1$$

- Khi  $R_{ht} = 0$  thì  $K_k = 1$  ta có bé

Nếu muốn có nhiều tín hiệu vào thì có song song với  $U_v$  nhưng phải có tỉ số trở xen giữa nó trở nên liên nhau.

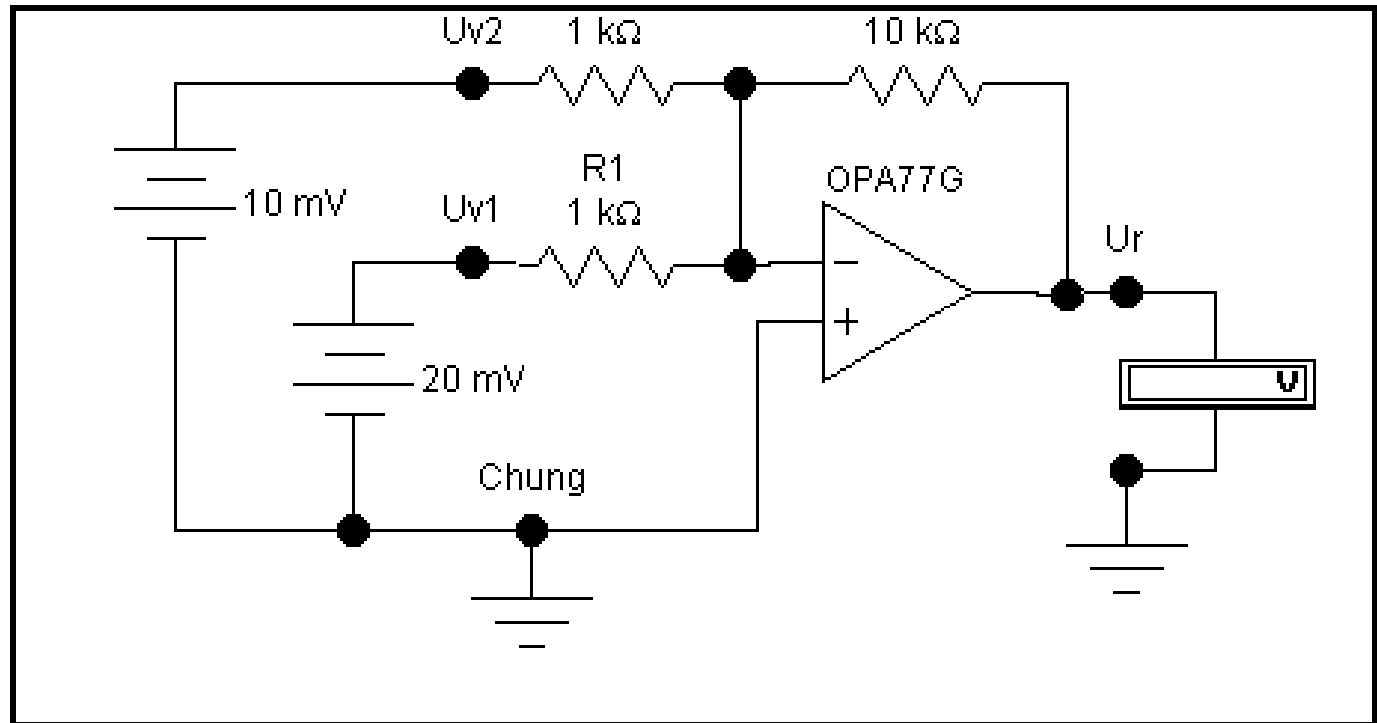


- Thử nghiệm mạch này ở file: k trong Work Bench



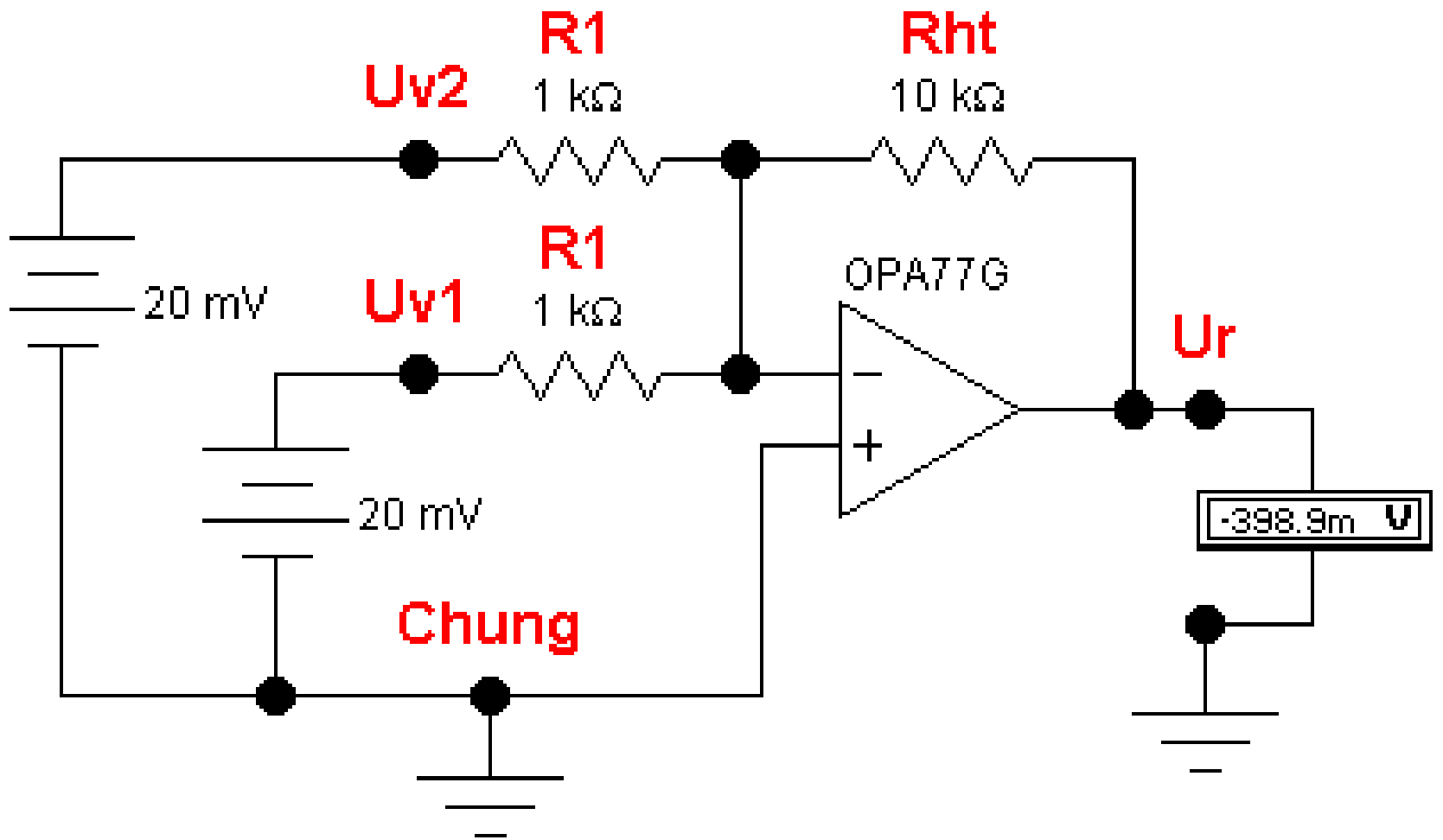
## 2.4.4a. Khuếch đại tổng hợp

- Các nguồn song song về cùng cực và cùng pha được kết nối để tạo ra tổng hợp.
- Nếu các điện trở  $R_1, R_2, \dots, R_n$  và  $R_{ht}$  khác nhau thì mạch thực hiện phép tổng hợp trừ các đầu vào khác nhau.



$$U_r = - \sum U_i$$

- Nếu  $R_1 = R_2 = \dots = R_n$  và  $R_{ht} \neq R_n$  thì mạch thực hiện phép tổng hợp trừ các đầu vào khác nhau với hệ số  $K = R_{ht} / R_1$  (chứng minh qua file: k dai cong dao ở Work Bench)





## 2.4.4b. Khuếch đại đồng pha

- Khi  $U_o = 0$  thì điện áp hai đầu tụ thu về gần như nhau.

$$U_{v+} = U_{v-} = U_r \cdot \frac{R_1}{(R_1 + R_{ht})}$$

Do  $R_v \rightarrow \infty$  nên

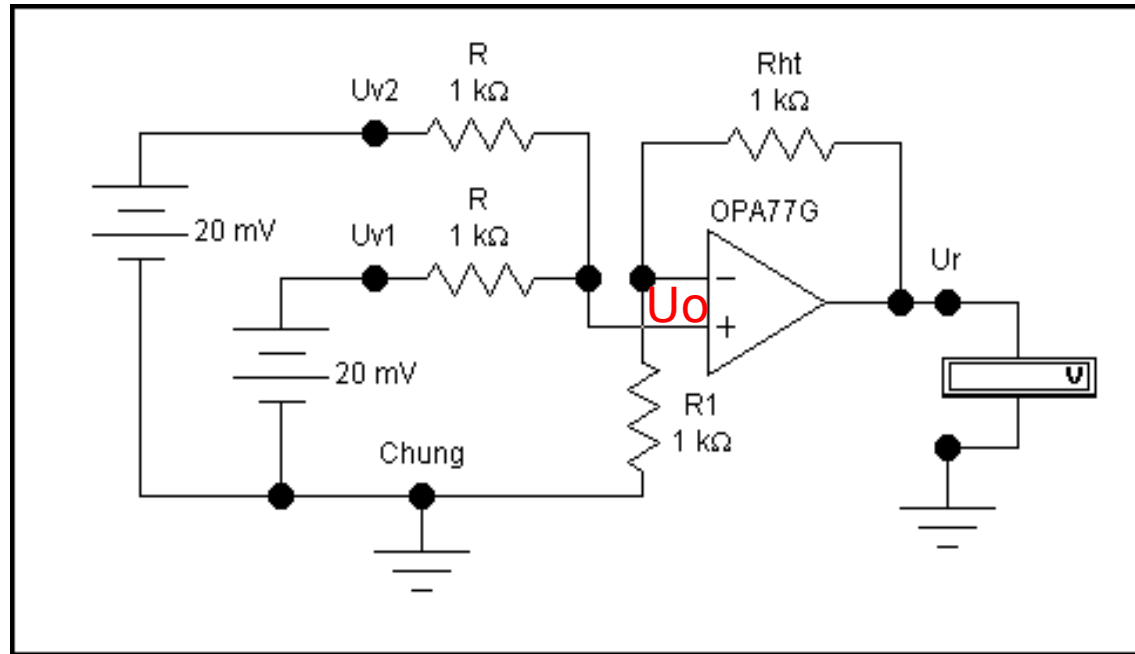
điện áp tụ  $\rightarrow 0$ . Khi đó:

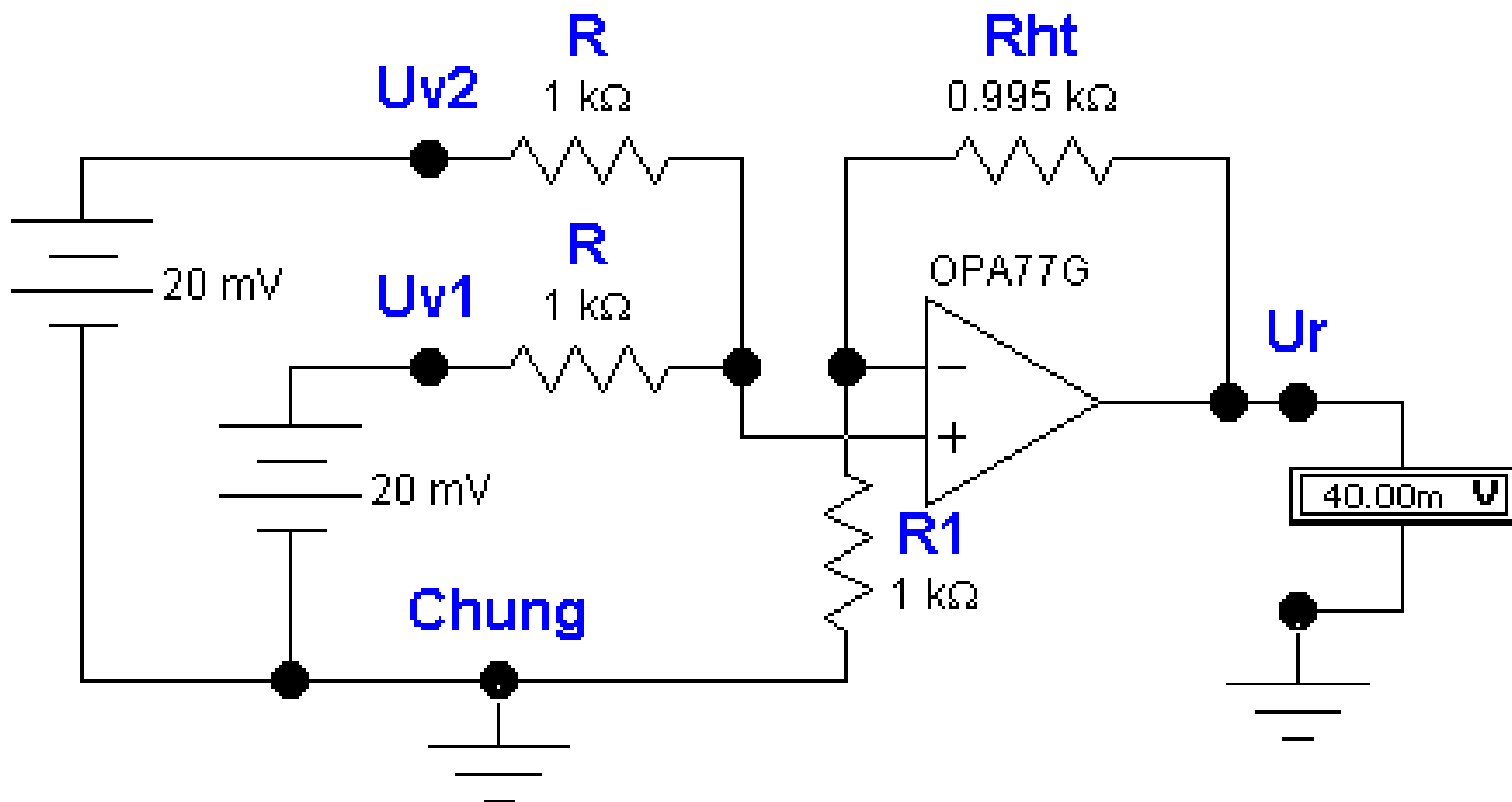
$$(U_{v1} - U_{v-})/R + (U_{v2} - U_{v-})/R = 0$$

$$\text{Hay } U_{v1} + U_{v2} + \dots + U_n = n \cdot U_r \cdot \frac{R_1}{(R_1 + R_{ht})}$$

$$U_r = \sum U_i \cdot \frac{(R_1 + R_{ht})}{n R_1} \text{ Nếu chọn các tham số sao cho thích hợp}$$

thì





## 2.4.6. Bế tÝch ph©n dÞng vi m¹ch thuËt to, n

- Do trÞ vµo rÊt lín nªn t¹i m¹i thêi ®iÓm  $I_R = I_C$  vµ

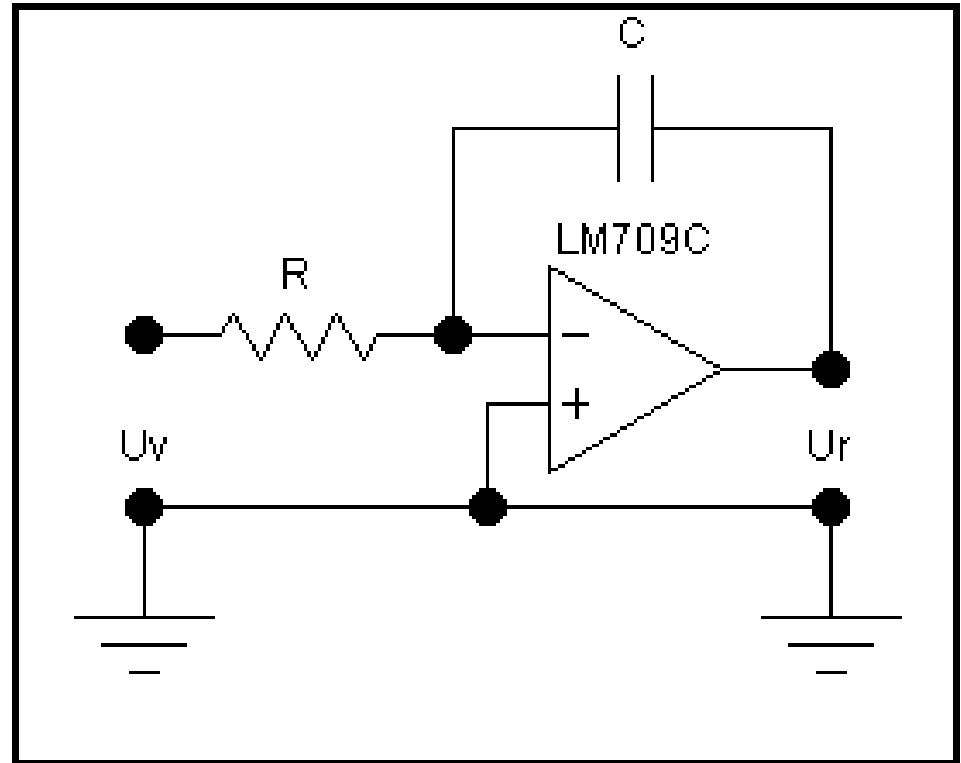
$$-C \cdot dU_r / dt = U_v / R$$

$$U_r = \frac{1}{CR} \int_0^t U_v dt + U_{r0}$$

- Uro lµ ®iÖn áp trªn t C t¹i  $t=0$ . Nu chªn t¹i  $t=0$  c  $U_v=0$ ;  $U_r=0$  vµ  $\tau=RC$  lµ h»ng sè tÝch ph©n.

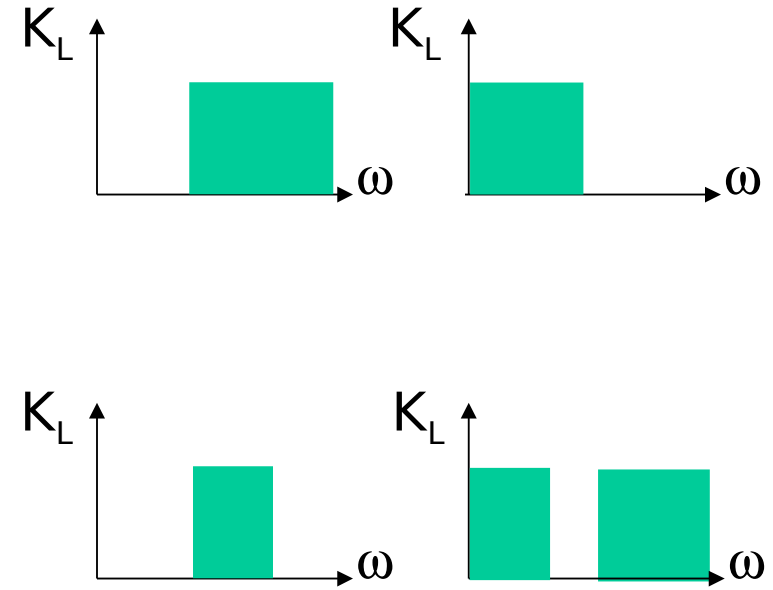
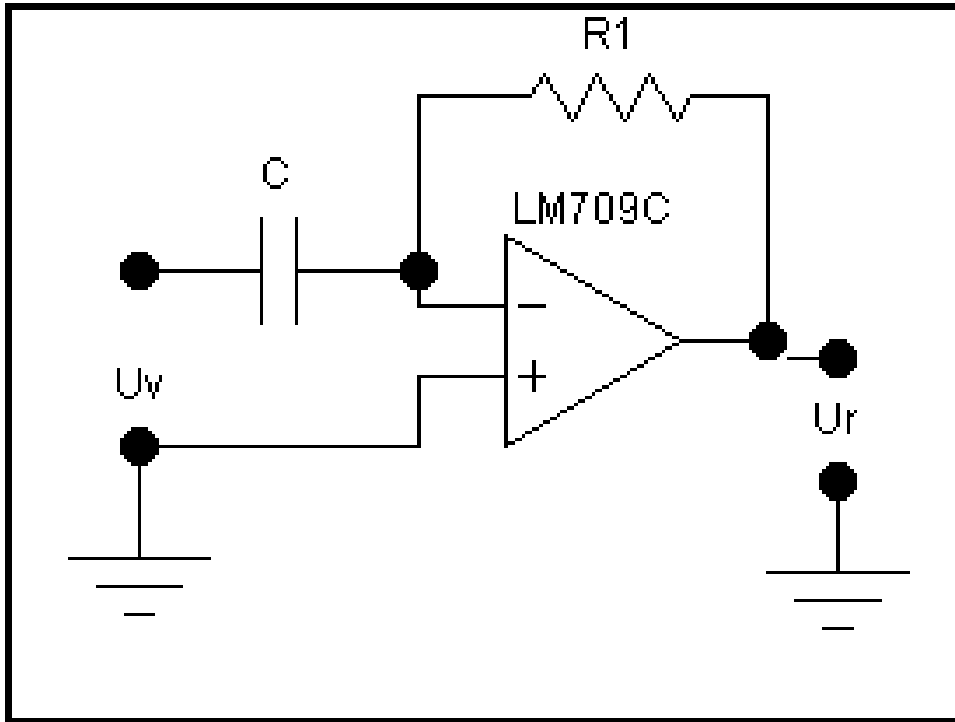
$$U_r = \frac{1}{\tau} \int_0^t U_v dt$$

- Nếu  $U_v$  thay ®æi tng nÊc (nhy bÊc) th×  $U_r$  tuyÖn tÝnh theo thêi gian



- Nếu  $U_v$  lµ tÝn hiÖu h×nh sin th×  $U_r$  bÞ xoay pha  $90^\circ$  vµ h sè k ®¹i t l nghÞch víi tÇn sè (bế tÝch ph©n nh- mét bÉ lc tÇn sè thÊp).

## 2.4.7. Bé vi ph©n đĩng vi m¹ch thuËt to,n



- TÝnh to,n cho kÕt qu¶  $U_r = -RC \cdot dU_v/dt = \tau \cdot dU_v/dt$
- NÕu  $U_v$  lµ tÝn hiÖu h×nh sin th×  $U_r$  bÞ xoay pha  $90^\circ$  vµ hÖ sè k  $\text{®}^1$  i tØ lÖ thuËn vói tÇn sè (bé tÝch ph©n nh- mét bé lÖ tÇn sè cao)
- lÖ tÇn sè cao) ãng lµm c,c m¹ch lác cã  $\text{®}^1$  chÝnh x,c cao.

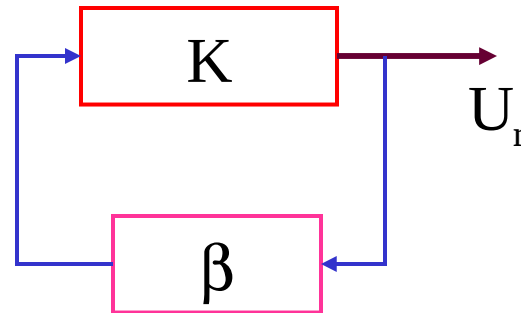
## 2.5. T<sup>1</sup>o dao ®éng ®iÒu hoµ

### 2.5.1. Nguy<sup>a</sup>n lý chung

- Cả ba ph-ñng ph, p:
  - Dùng hÖ tù dao ®éng (m<sup>1</sup>ch khuÕch ®<sup>1</sup>i cả ph¶n hải d-ñng).
  - BiÕn ®æi tÝn hiÖu tuÇn hoµn tõ d<sup>1</sup>ng kh, c sang d<sup>1</sup>ng h×nh sin.
  - Dùng bé biÕn ®æi DAC (biÕn ®æi sè- t-ñng tù.)

### 2.5.2. T<sup>1</sup>o dao ®éng h×nh sin tõ hÖ tù dao ®éng

CÊu tróc khèi:



- §iÒu kiÖn pha

$$\varphi_K + \varphi_\beta = 2n\pi$$

- §iÒu kiÖn biªn ®é

$$|K| \cdot |\beta| \geq 1$$

- Gi, trÞ >1 x, c ®p nh ®iÒu kiÖn cÇn ®Ó m<sup>1</sup>ch tù kÝch.

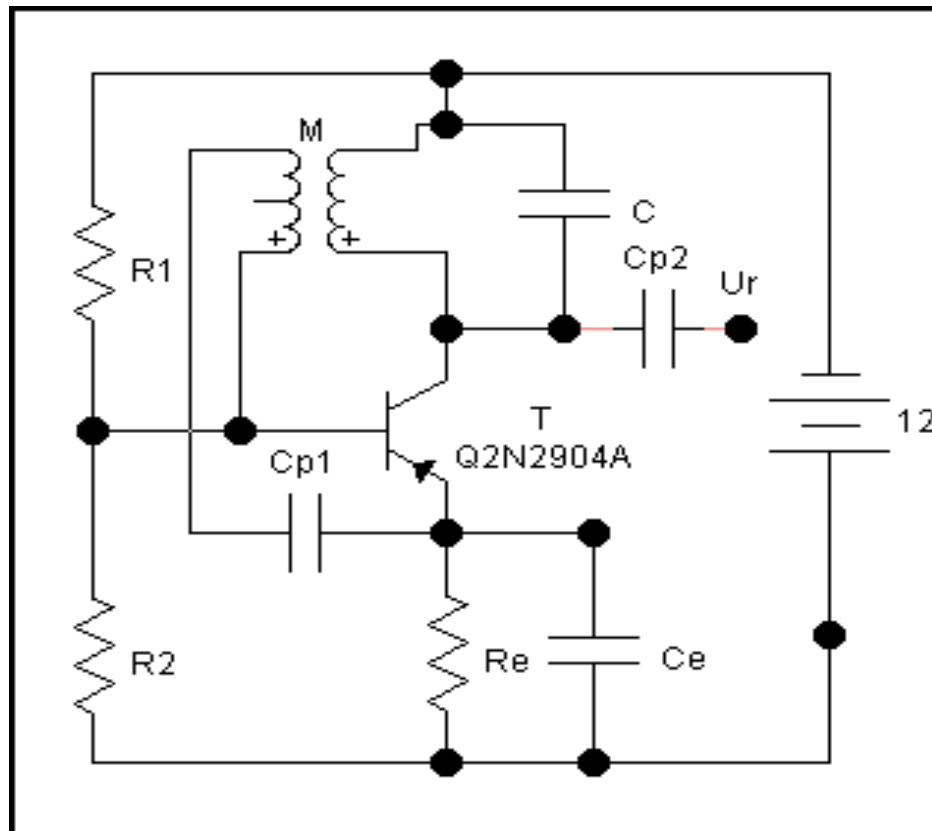
- §iÒu kiÖn =1 chuyÓn sang chÕ ®é æn ®p nh x, c lªn

## 2.5.2a. Mạch dao động ghép biến áp

- Sơ đồ

- Nhiệm vụ các linh kiện: T, R1, R2, Re, s-cập M, C tụ mạch k. R1 phân cực bènng đing emit. Tụ li tụ khung ceng h-eng LC, trong Rã L tụ Riön cñm cuén s-cập của M.

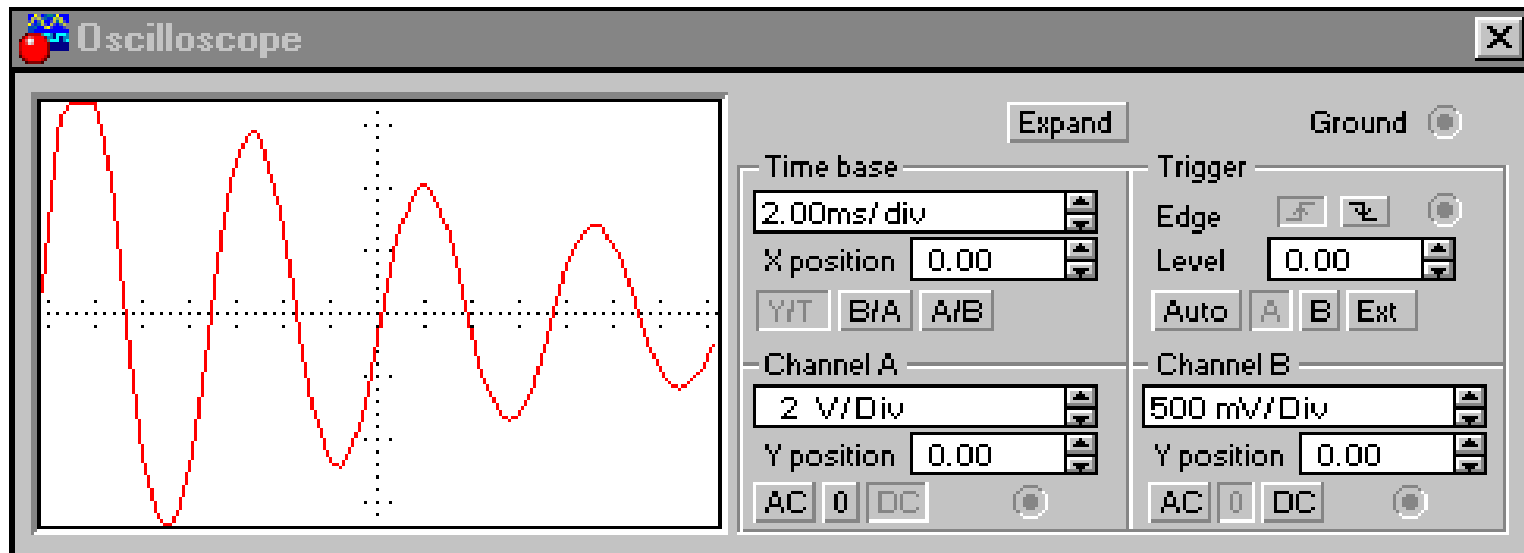
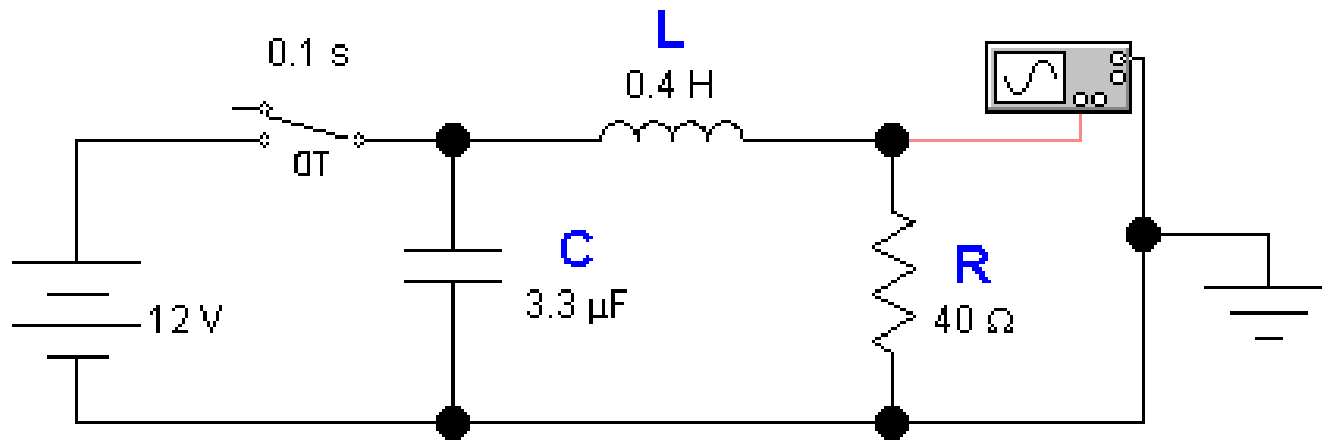
Thø cêp của M và Cp1 tụ mạch phñn hải. Phñn hải đ-ng R-íc quyõt Rphn bñi chiòu RÊu cuén đ©y biõn p.



- Hoạt động: Khi cấp Riön nguồn vào mạch Ic biõn thiãn t'ng. Mạch phñn hải tụm Ic nhanh chãng th«ng b-o họu.

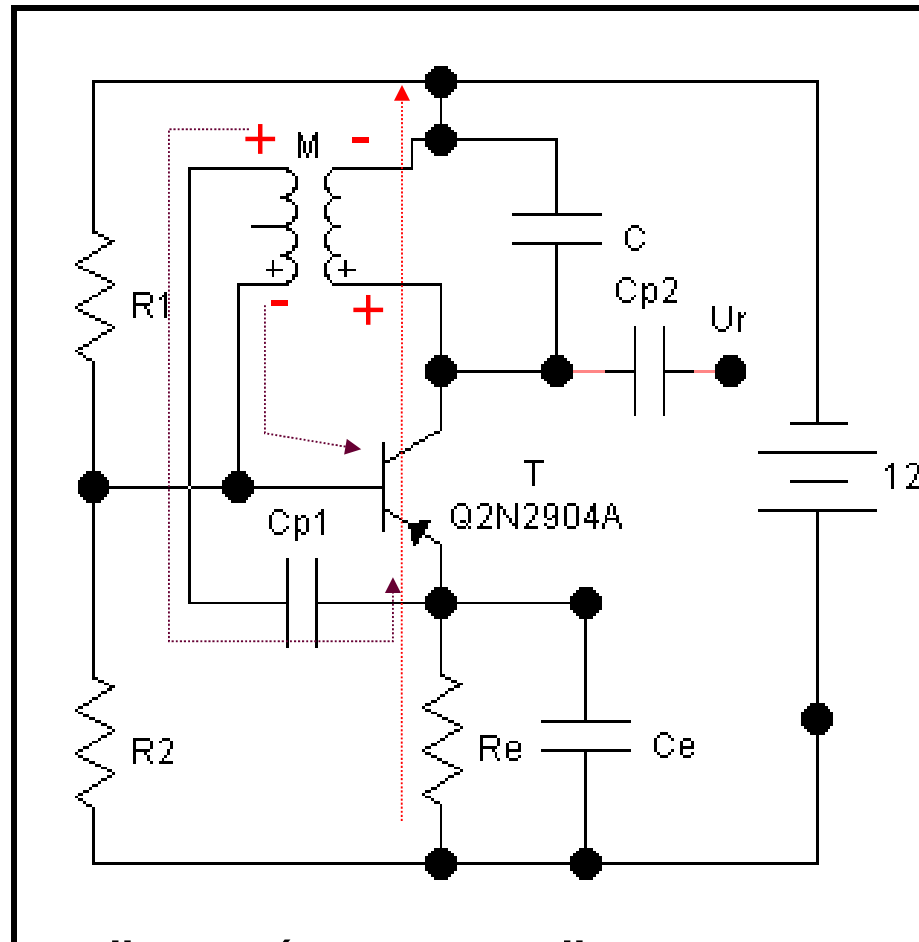
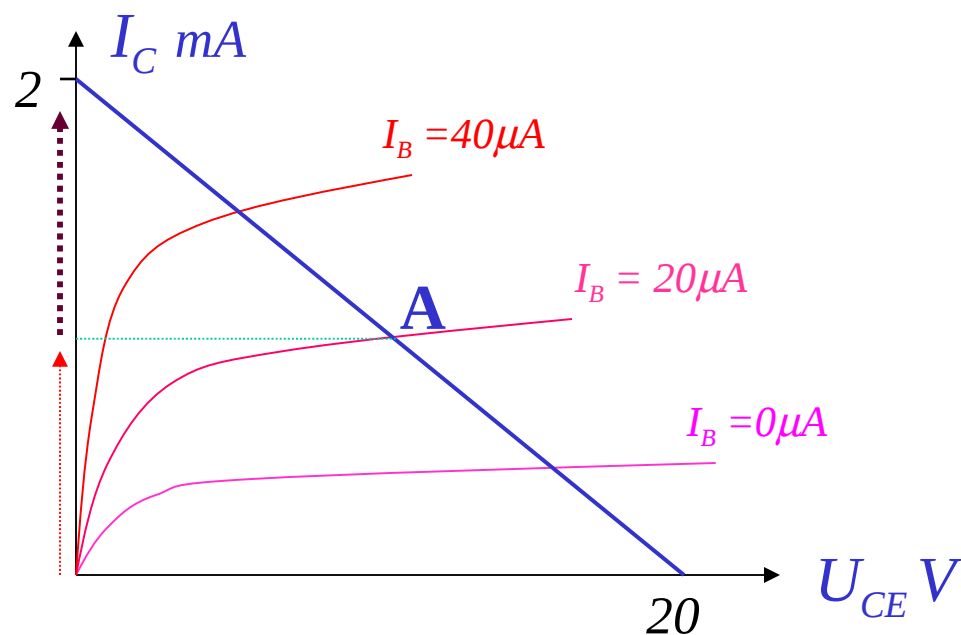
Khi Ic ngõng biõn thiãn, Riön p phñn hải mÊt, Ic biõn thiãn giñm vò tr'ng th, cÊm Hõu t'ng t'ng chu kú sau.

# Khung dao RLC



# Mạch dao động biến áp

$I_C^*$

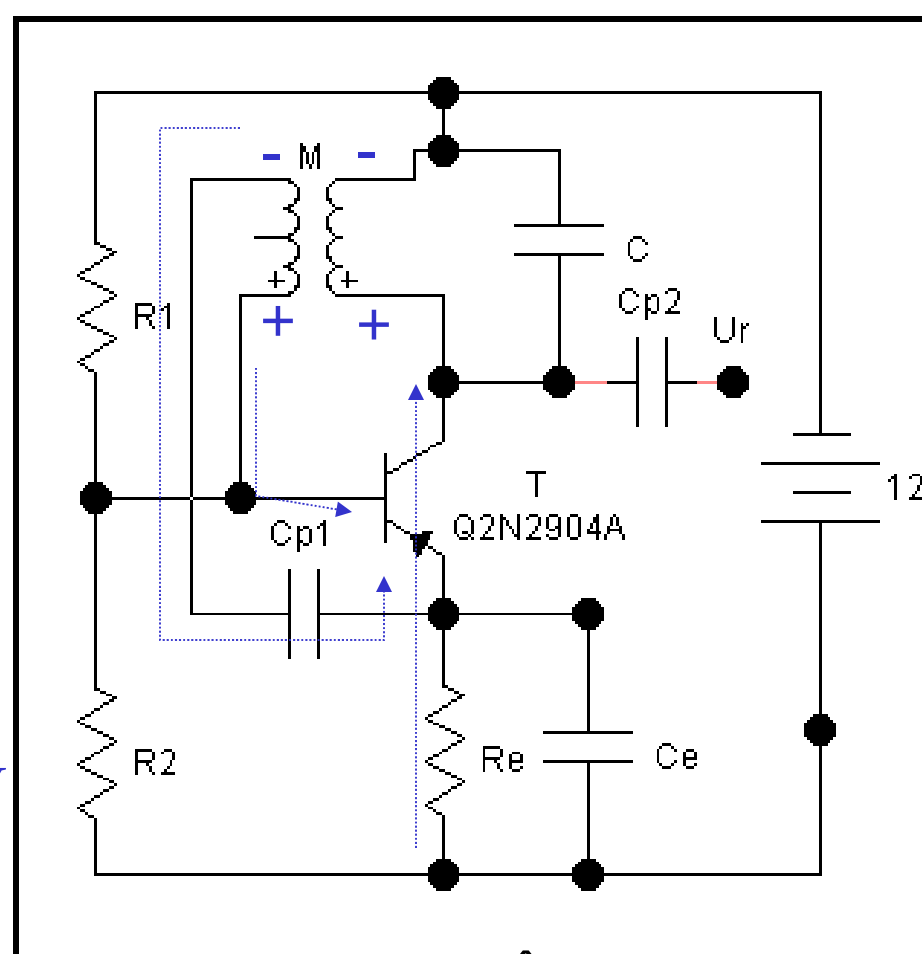
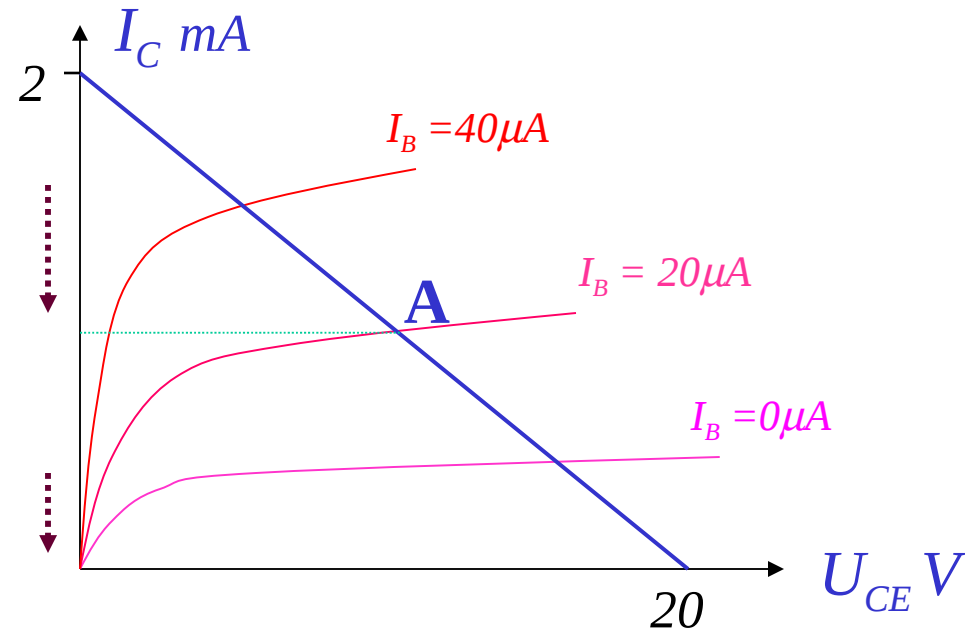


- Khi số vòng cuộn trở nên cực nhỏ thì dòng biến thiên trong cuộn sơ cấp của M, tạo nên dòng cảm ứng ở cấp.
- Dòng cảm ứng tác động lên BE của T làm T tăng dần đến bão hòa. Khi trở bão hòa thì dòng cảm ứng bằng 0 thì IC cả xu hướng biến thiên giảm rồi trở về 0 dòng cảm ứng A.



# Mạch dao động ghĐp biến áp

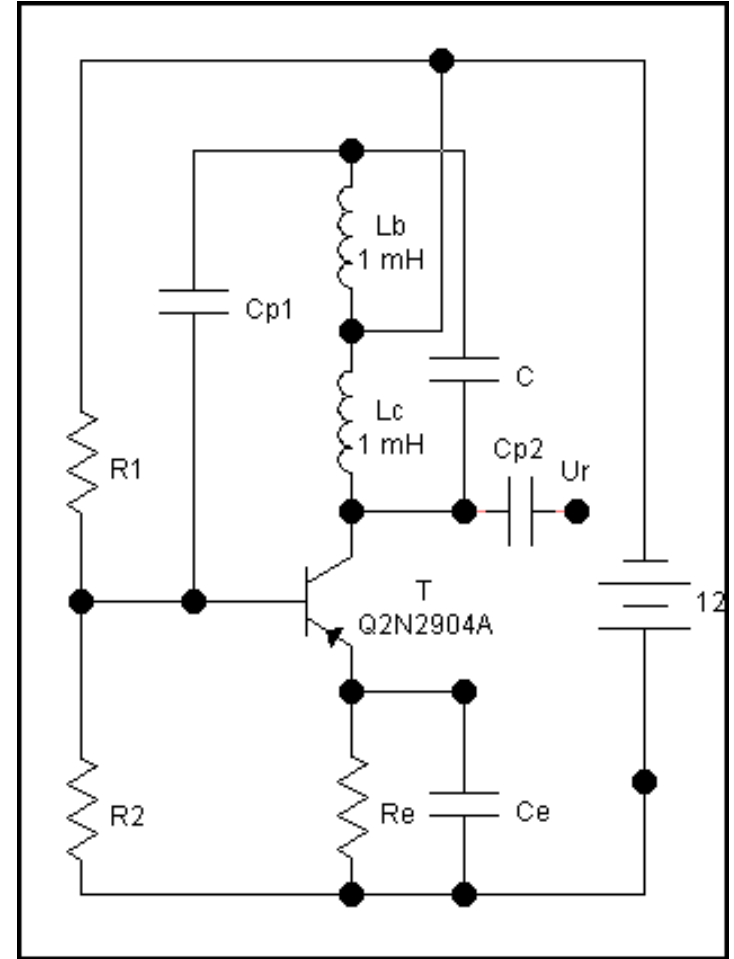
\*\*



- Khi  $I_C$  biến thiên gi¶m, ®iÖn áp c¶m ½ng ẽ thờ cÆp M ®¶o c¼c tÝnh, ph¼n c¼c cho T cũ xu h-íng kĐo ®iÓm l¼m viÖc vÒ A v¼ nhanh ch¼ng l¼m cÆm T.
- HÖ lÆp l¼i chu k¼ tiÖp theo. T¼n sè dao ®éng do khung céng h-éng LC quyÖt ®¶nh (trong ®ã L l¼ ®iÖn c¶m cuén s- cÆp cũa M).

## 2.5.2b. Mạch dao động ghộp từ biến, p

- S → Rã
- Nhiệm vụ của linh kiện: T, R1, R2, Re, Lc, Lb, C là mạch k. Rõi phần của bộ dao động emit T và là mạch phần của hệ LC, trong Rã  $L = L_b + L_c$ . Lb và Cp1 là mạch phần của hệ dao động.
- Hoạt động: Khi cấp điện nguồn vào mạch LC biến thiên tăng. Mạch phần của hệ LC nhanh chóng tăng bộ dao động. Khi LC ngừng biến thiên, điện áp phần của hệ LC biến thiên giảm về trạng thái bộ dao động, điện áp phần của hệ LC và hệ tiếp tục chu kỳ sau.



- Tần số dao động

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_b + L_c)C_{210}}}$$

## 2.5.2c. Mạch dao động ba Rôlôm Rôlôn dung

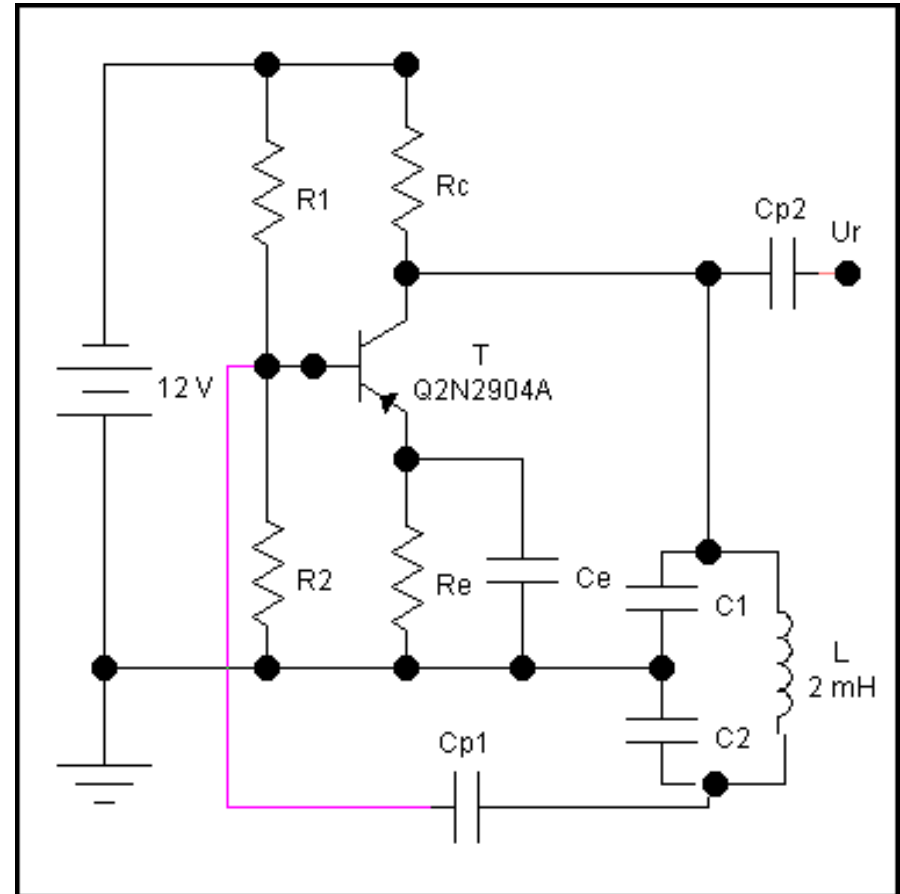
S → R

- Nhiệm vụ của linh kiện: T, R1, R2, Re, Rc là mạch k. Rôlôn phân cực bằng dòng emit. Trên lõi ra của khung cảm ứng LC<sub>t</sub>, trong R

$$C_{td} = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2}$$

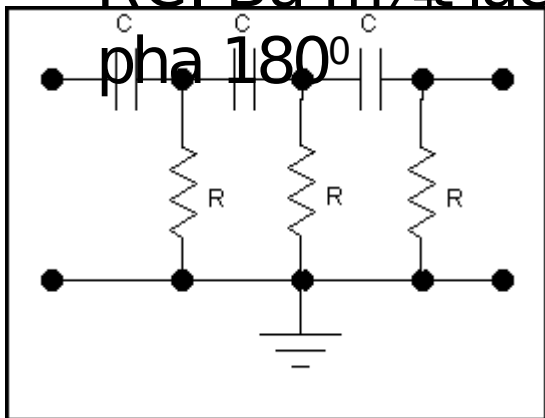
C1, C2 và L là mạch cảm ứng song song. Tỷ lệ hiệu trên C2 qua Cp1 gây phân hưởng.

- Hoạt động: Xem Work Bench

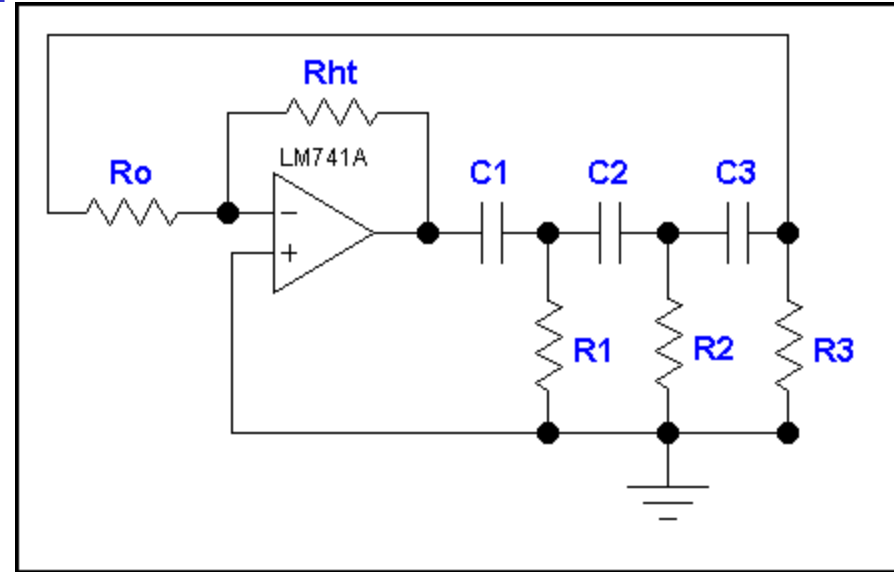


## 2.5.2d. Mạch dao động RC xoay pha vuông

- Nếu dùng LC thì sẽ tốn sẽ thêm cuộn dây phải nhiều vòng gây ồn dung ký sinh không kiểm soát được. Tần số, trở kháng cũng khó điều chỉnh được.
- Biện pháp tốt hơn là dùng RC. Ba mạch RC có xoay



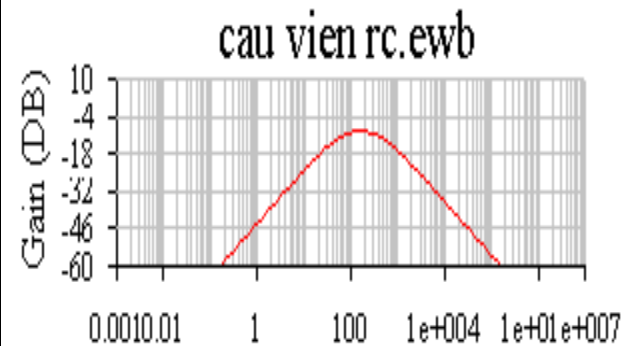
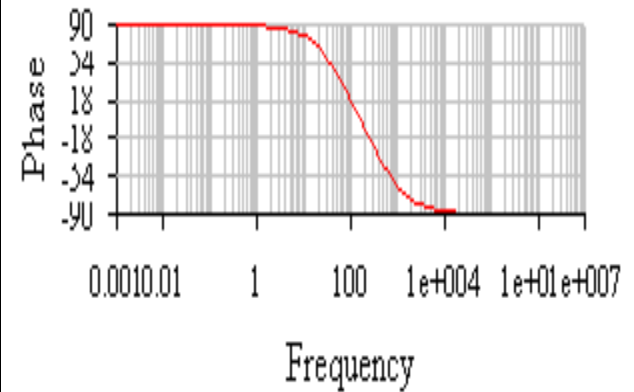
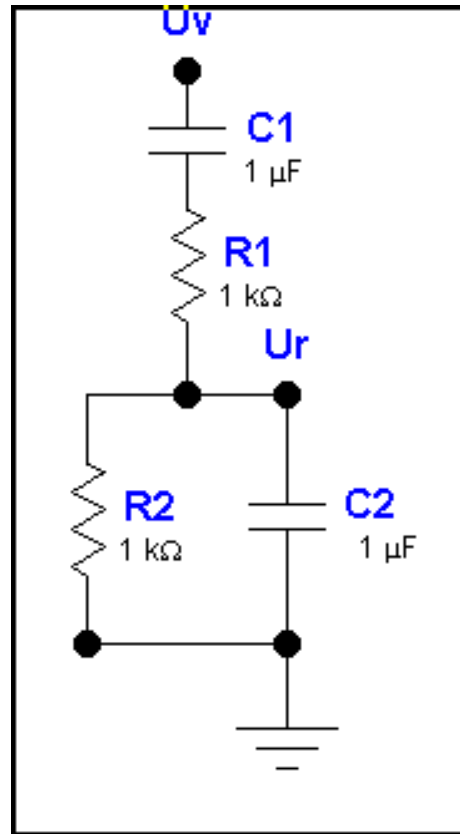
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}}$$



- Để mạch dao động được thì cần  $K \geq 29$  bằng cách chọn  $R_{ht}/R_{td}$  và  $R_{td} = R_3 // R_o$ .
- Muốn cả biên độ dao động là một cố định thì chọn  $R_{ht}$
- Lên tỷ lệ hiệu suất dao động thì ra của IC thiết kế

## 2.5.2e. Mạch dao động dùng tụ Viên \*

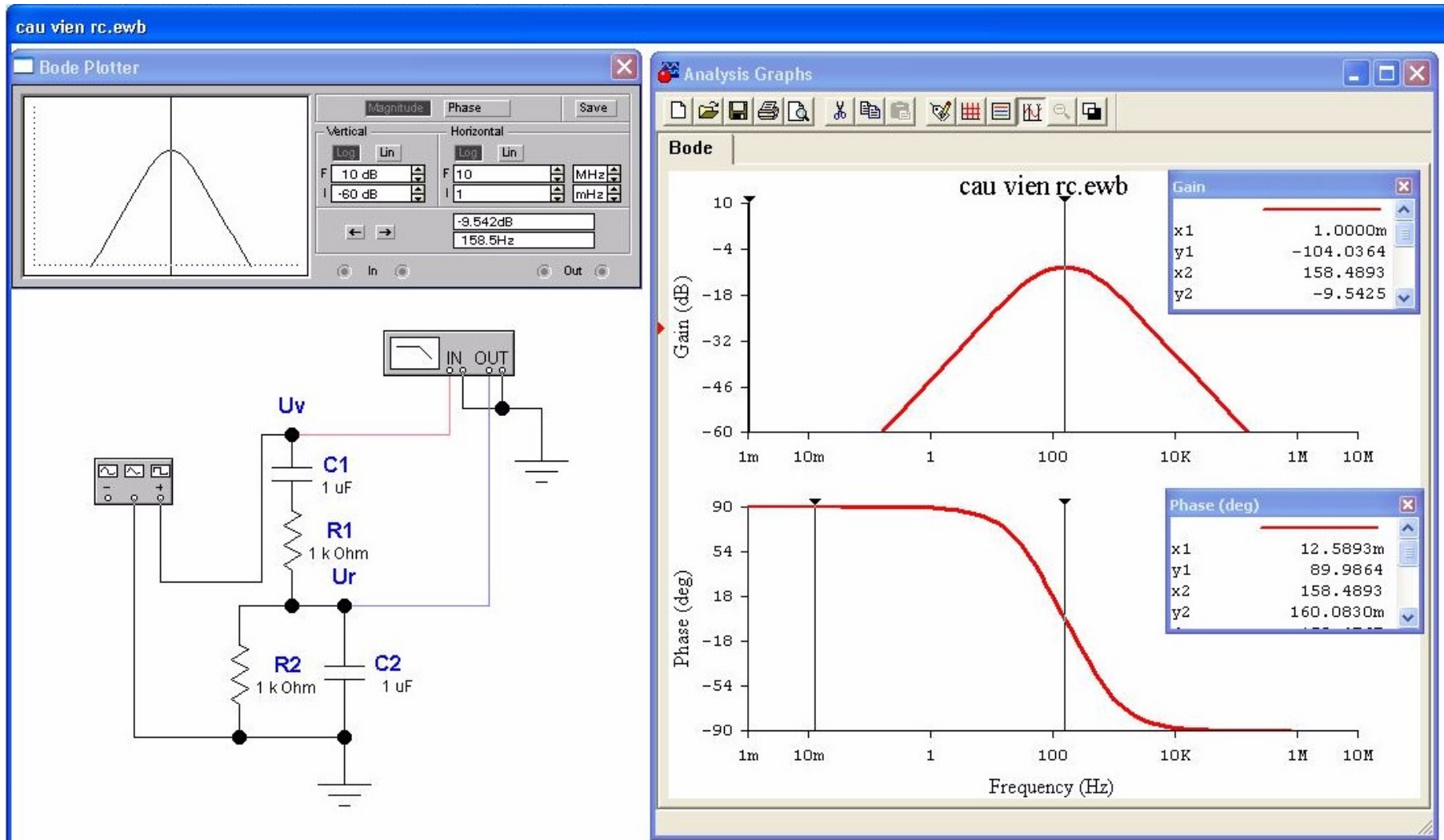
- Mạch tụ Viên không làm lệch pha tín hiệu cả tần số thấp cùng tần số sẽ trở nên trở nên truyền qua
- Nếu trở nên cực
- Nếu lấy tín hiệu ra cho phần hồi trễ vô là  $v_{out} +$  của IC thuật toán và cần gi, trở khuếch đại phải tập trung mạch sẽ phát dao động hình sin.
- Tần số  $f_0$  do dùng  $x_c$  trở nên trở nên qua Work Bench hay



- Nếu  $R_1 = R_2$  và  $C_1 = C_2$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{2\pi RC}$$

# m« pháng m<sup>1</sup>ch cÇu Vi<sup>a</sup>n tr<sup>a</sup>n EWB



## 2.5.2e. Mạch dao động dùng cÇu Viªn \*\*

- B»ng toªn h¹c ng-ªi ta ® x, c ®Þnh ®-ªc hÖ sè phªn h¹i

$$\beta = \frac{1}{\left[ 9 + \left( \frac{1}{\alpha} - \alpha \right)^2 \right]^{1/2}}$$

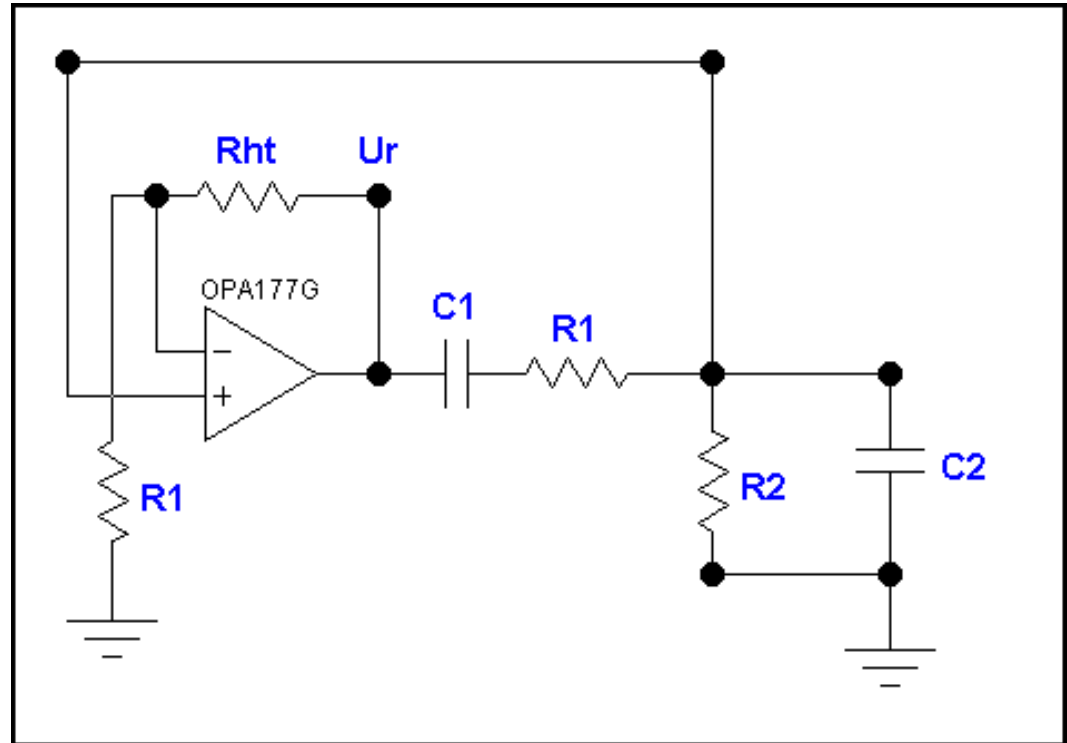
$\nu\mu$

$$\varphi_\beta = \arctg \frac{\left( \alpha - \frac{1}{\alpha} \right)}{3}$$

Trong

®ª

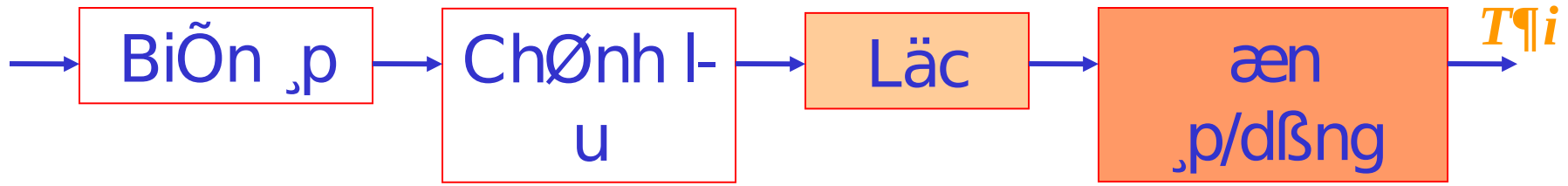
$$\alpha = \frac{1}{\omega RC}$$



- Thi  $\alpha = 1$  th  $\times f_0 = 1/(2\pi RC)$  ®é lÖch pha b»ng kh«ng nªn nÖu nèi m¹ch phªn h¹i víi lèi  $\nu\mu + \nu\mu$  thiÖt kÖ hÖ sè  $K > 3$  th  $\times$  m¹ch dao ®éng.
- §é æn ®Þnh tÇn sè phªn h¹i sè phªn h¹i  $R$  vµ  $C$ .

## 2.6. nguồn mét chiÒu

S → ㉔  
khèi



### 2.6.1. Kh, i niÖm chung

- Cung cÊp n'ng l-ìng mét chiÒu cho c, c m<sup>1</sup>ch ㉔Ön tö.
- Bé nguån mét chiÒu th-êng cũ bèn khèi m<sup>1</sup>ch: biÕn ,p; chØnh l-u; läc; æen ,p hay æen dßng.
- Lèi vµo bé nguån mét chiÒu th-êng lµ l-íi ㉔Ön xoay chiÒu.
- Lèi ra bé nguån mét chiÒu lµ phô t¶i.

*BiÕn ,p vµ m<sup>1</sup>ch chØnh l-u ㉔· hăc tr-íc n<sup>a</sup>n kh«ng nh<sup>3/4</sup>c l<sup>i</sup> ẽ phÇn nµy.*



## 2.6.2. Lắc thặng phần xoay chiều\*

- Sau mạch chọn lọc I-u dùng điện trở và điện dung cần tính kháng để ghép nối lại, trở thay để ghép nối lại ta giải sự đáp ứng.

$$i_t = i_o + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cos n\omega t$$

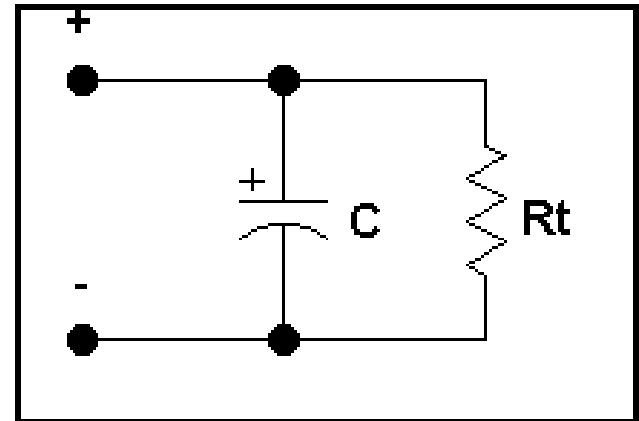
- Hệ số đáp ứng  $K_p$  của bộ lọc:

$$K_p = \frac{\text{Biên độ sóng hài lớn nhất của } I_t \text{ (hay } U_t)}{\text{Giá trị trung bình của } I_t \text{ (hay } U_t)}$$

- C, c dùng mạch lọc.**

### a. Lắc bằng tụ điện

- S** → **R**: Nối tụ điện song song với tải.

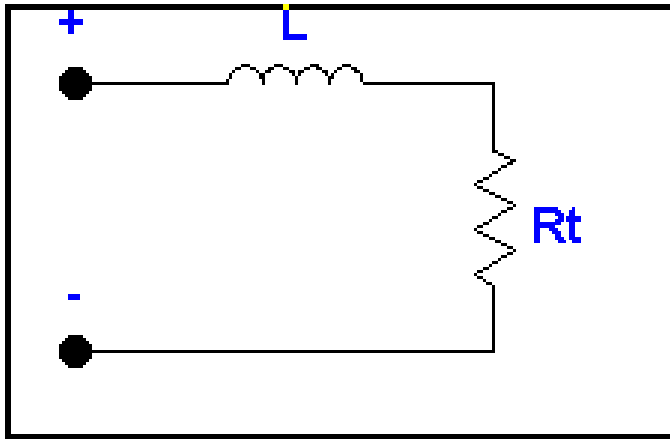


- Hoạt động:** Sự phẳng níp của tụ điện làm giảm thành phần xoay chiều qua tải.

- Kết quả:**  $K_p = \frac{2}{\omega CRt}$

## 2.6.2. Lắc thặng phần xoay chiều\*\*

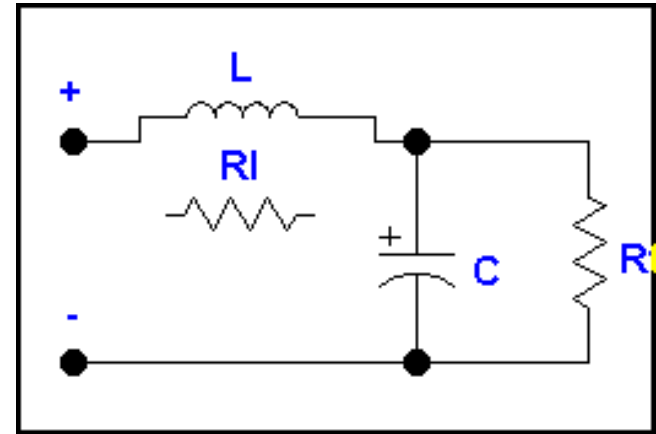
- *b.* Lắc bằng cuộn cảm  $L$



- Do sức cản thuần bằng từ cảm luôn cả xu hướng chèn lại nguyên nhân gây ra nên lượng giảm bớt về U hay I trên Rt

$$K_p = \frac{R_t}{3\omega L}$$

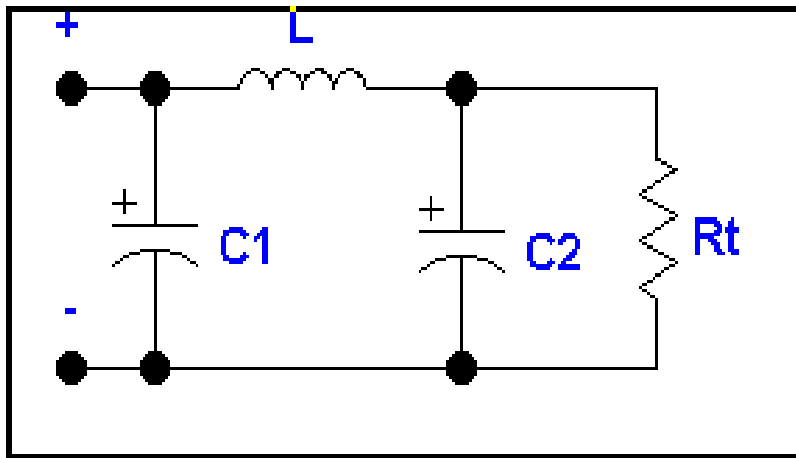
- $c_1$ . Lắc hình ch÷L



- Bé lắc kết hợp cả điện cảm và điện dung hay điện trở với điện dung lượng sẵn hội truyền qua rất cùng nhau. T, c đồng lắc cùng tèt.

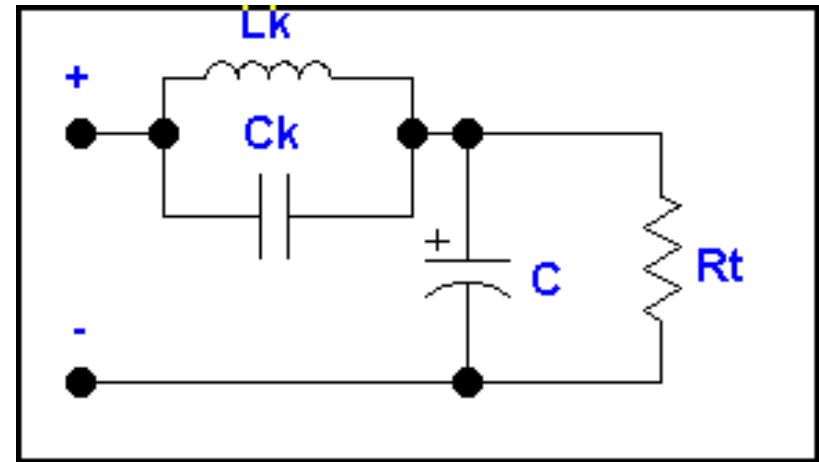
## 2.6.2. Lắc thặng phần xoay chiều\*\*\*

- c<sub>2</sub>. Lắc hình ch÷π



- §Ó tđng t<sub>c</sub> đōng lắc cũ thÓ m<sup>3</sup>/4c nài tiÕp vµi m<sup>3</sup>/4t lắc hình ch÷π vói nhau.

- d. Bể lắc cđng h-đng.



- Chăn Lk vµ Ck vói t<sub>CN</sub> sè cđng h-đng b»ng t<sub>CN</sub> sè sđng hµi lín nhÊt th× t<sub>c</sub> đōng ng"n chÆn nã t<sub>c</sub> ®đng lđn t¶i tèt nhÊt.

## 2.6.3. §Æc tuyÕn ngoµi cña bé chØnh I-u

- Ph-ng trnh §Æc tuyÕn

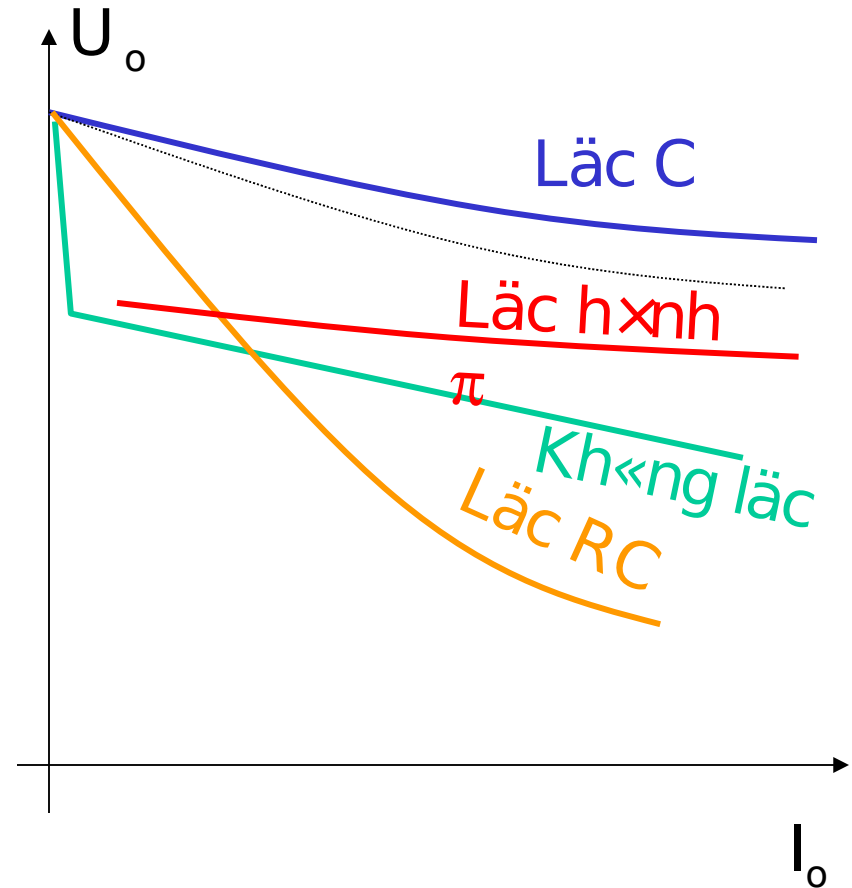
$$U_o = E_o - \left( \sum \Delta U_D + I_a r_{ba} + I_o R_L \right)$$

- Trong §Æc:

$U_D$  lµ st ¸p trung b×nh trªn §Æc chØnh I-u.

$I_a r_{ab}$  lµ st ¸p trung b×nh trªn cuén thø cÊp biÕn ¸p.

$I_o R_L$  lµ st ¸p trªn phÇn t lc.



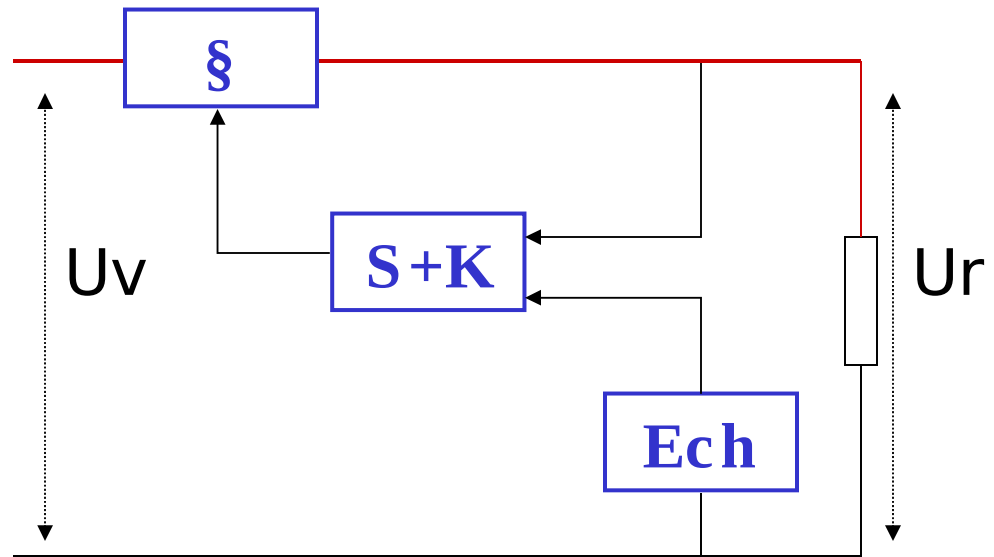
## 2.6.4. æn ®Pnh ®iÖn ,p

- æn ,p kiÓu tham sè  
Dĩng ®i èt Zener ® häc  
ë tiÖt tr-íc.

- æn ,p bã dĩng khuÖch  
®i cũ ®iÖu khiÖn
  - S → ®å khèi
  - Ph©n tÝch nhiÖm vô c ,c  
khèi

- VÝ dô trong *Work Bench*

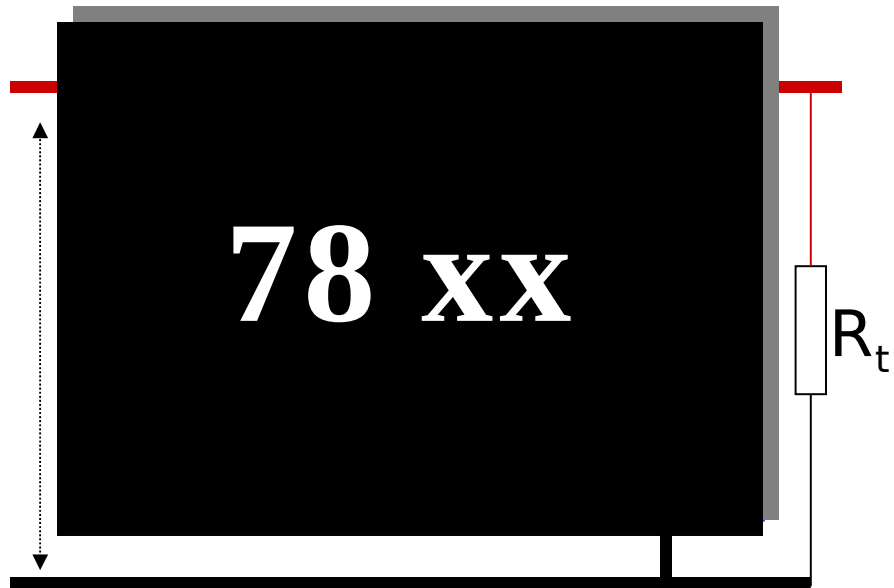
- C ,c biÖn ph ,p n©ng cao ®é æn ®Pnh
  - Khö ®é tr«i do liªn kÖt trùc tiÖp
  - Tĩng hÖ sè khuÖch ®i (So s ,nh+K.  
®i)
  - Dĩng nguån æn ®Pnh phö.



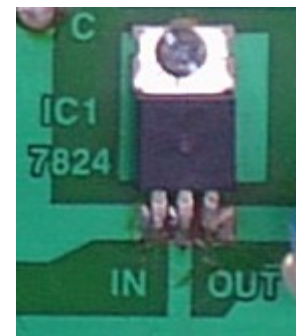
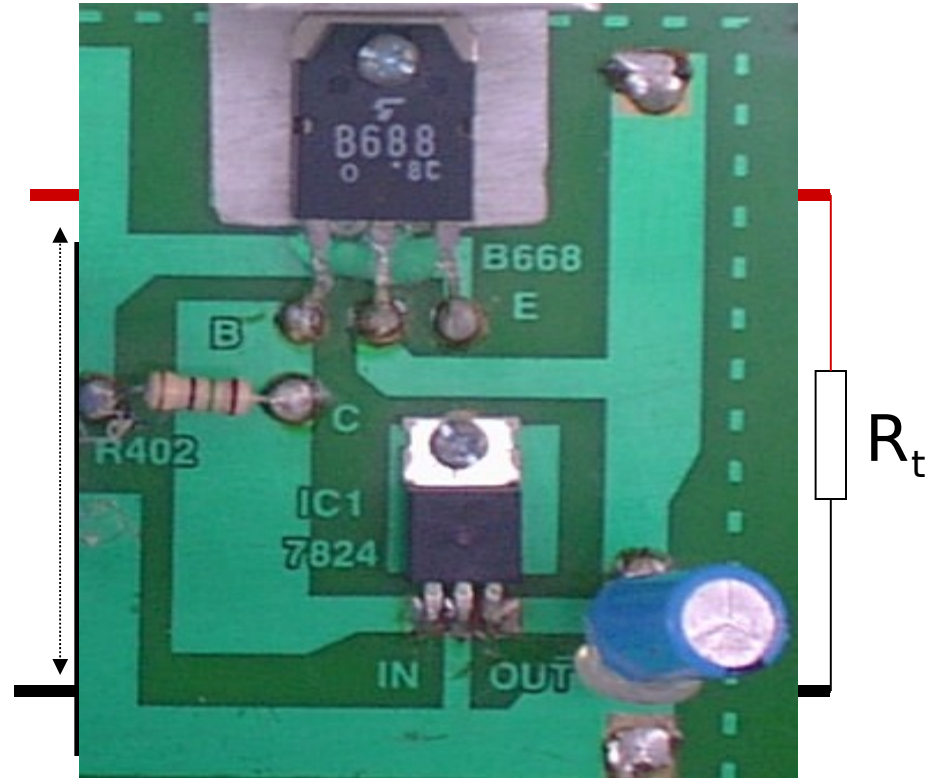
• u ®iÓm

• KhuÖt ®iÓm

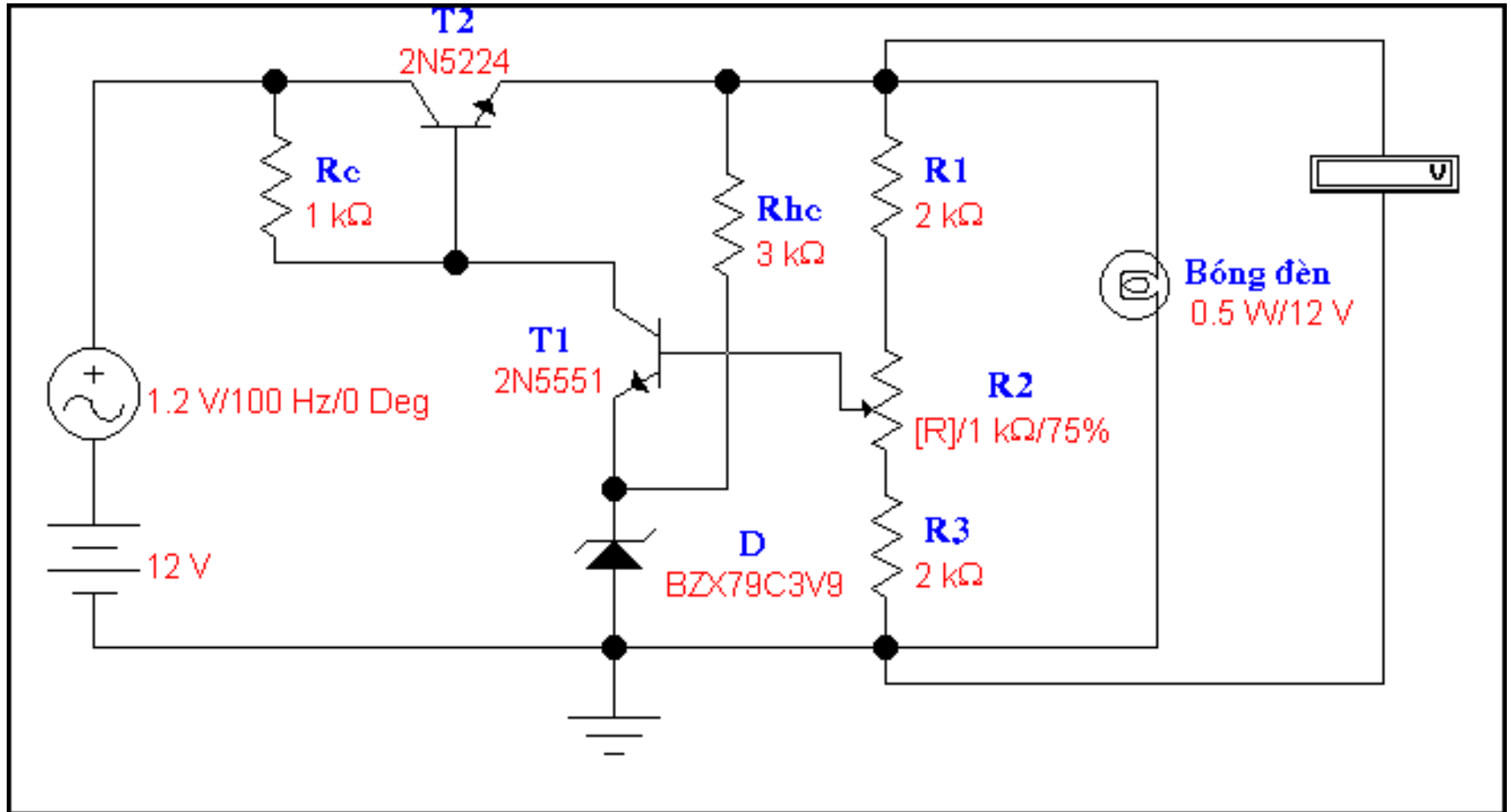
## ic æn ,p



- IC æn ,p kh«ng cã kh¶ n¶ng cung c¸p dßng t¶i lín.
- Muèn t¶ng dßng t¶i cÇn m<sup>3</sup>/4c thªm tranzito bæ tr¶.
- Gi\_ tr¶ ®iÖn ,p æn ,p do IC quyÖt ®Pnh.
- $I_{t¶i \max}$  do tranzito quyÖt ®Pnh.

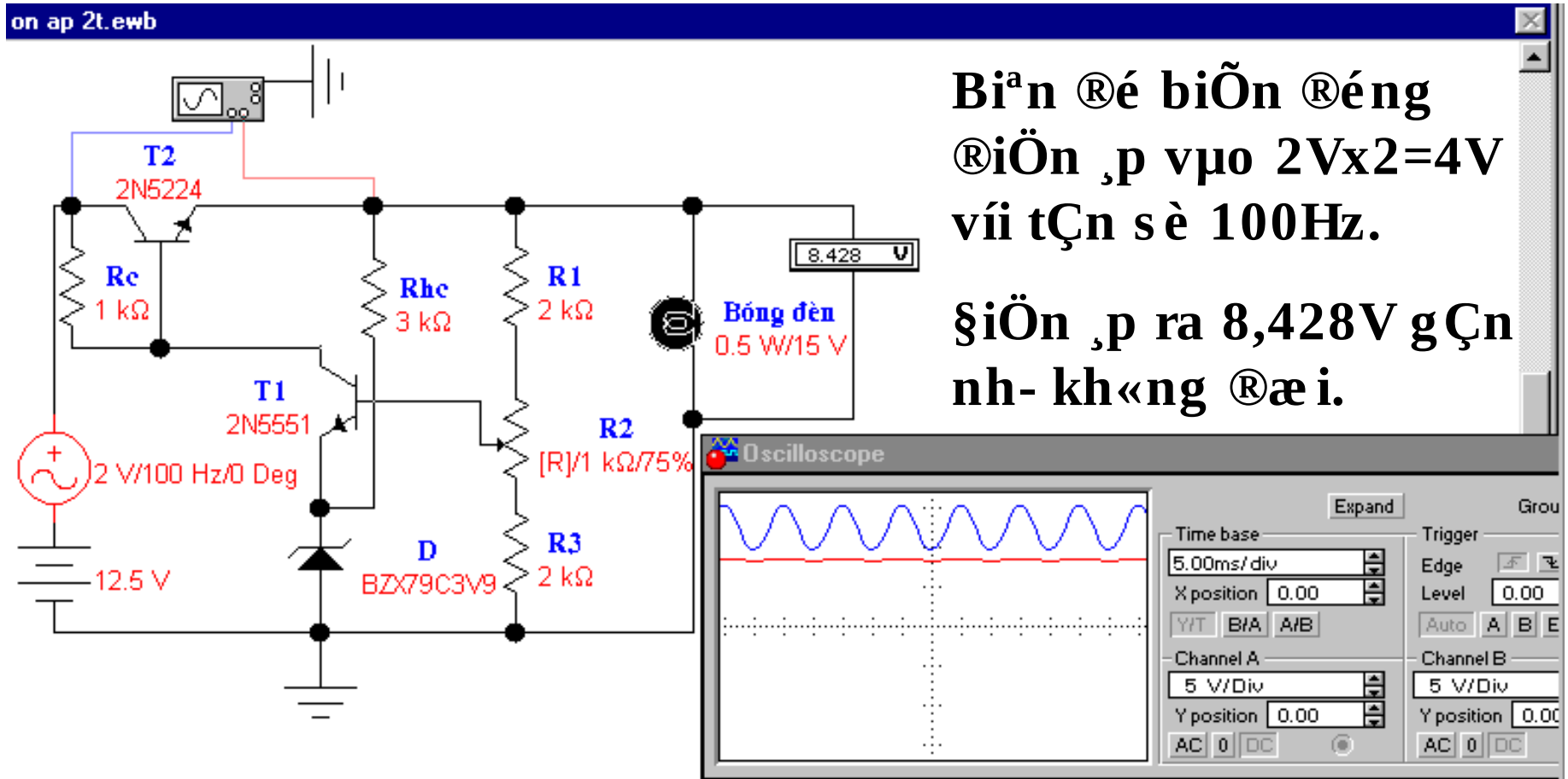


## 2.6.4. æn ®Pnh ®iÖn ,p (s¬ ®å vÝ dô)



- Høt ®éng:

# Khả năng đáp ứng nhanh



Biến áp biến áp  
điện áp vào  $2V \times 2 = 4V$   
với tần số là 100Hz.

Điện áp ra 8,428V gần  
như không đổi.



## !u RiÓm, nh-íc RiÓm

- æn ,p bĩ cũ m<sup>1</sup>ch RiÖn R-n gi¶n, dÔ l<sup>3/4</sup>p r ,p vµ triÖn khai sô dông.
- §iÖn ,p vµo ph¶i lín h-n RiÖn ,p ra.

$$U_{ra} = U_{\text{æn } \textcircled{P} nh} < U_{v\mu o \text{ min}}$$

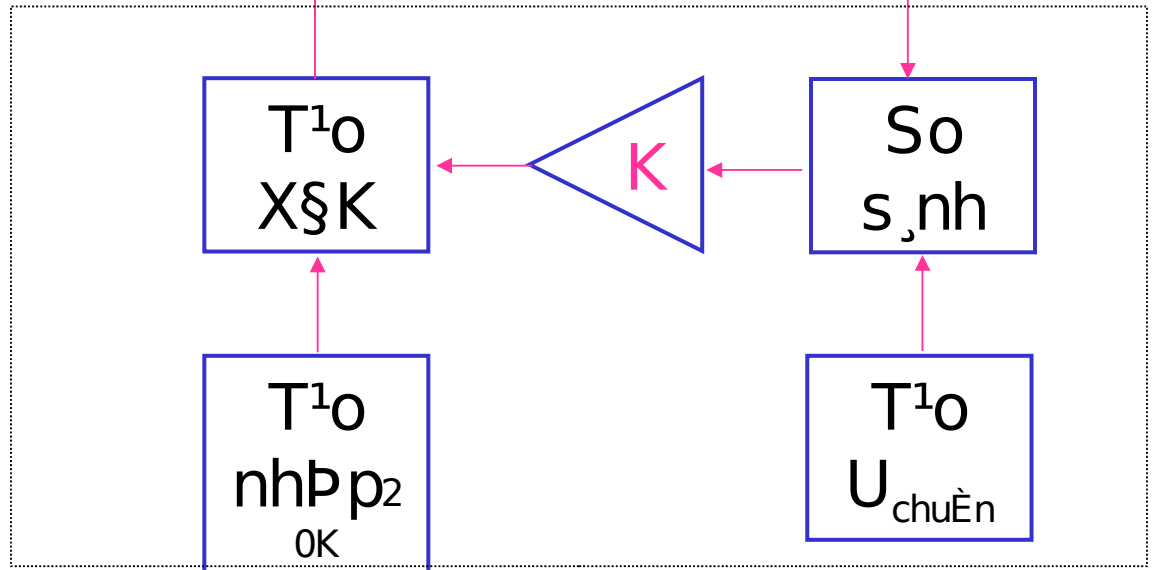
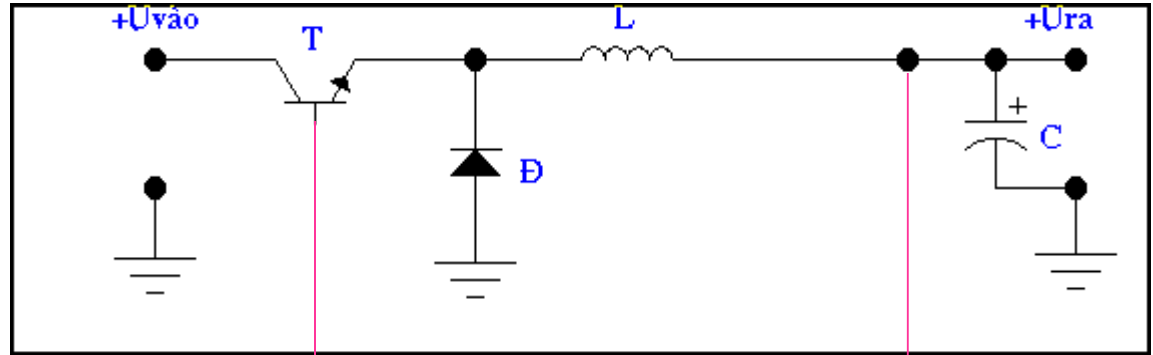
- NÕu  $U_{v\mu o}$  xÊp xØ, b»ng hay thÊp h-n gi , trP  $U_{ra} = U_{\text{æn } \textcircled{P} nh}$  th× kh¶ nñng æn ,p kh«ng cũn.
- C«ng suÊt tiªu hao trªn § ( Tranzito § lµm nã năng lªn nªn cũn cũnh táa nhiÖt). NhiÖt Ré cũng cao khi dßng t¶i lín vµ  $U_{RC}$  lín.

Kh<sup>3/4</sup>c phôc: **Dĩng m<sup>1</sup>ch æn ,p xung**

# æñ ,p xung

## Nguy<sup>a</sup>n lý chung

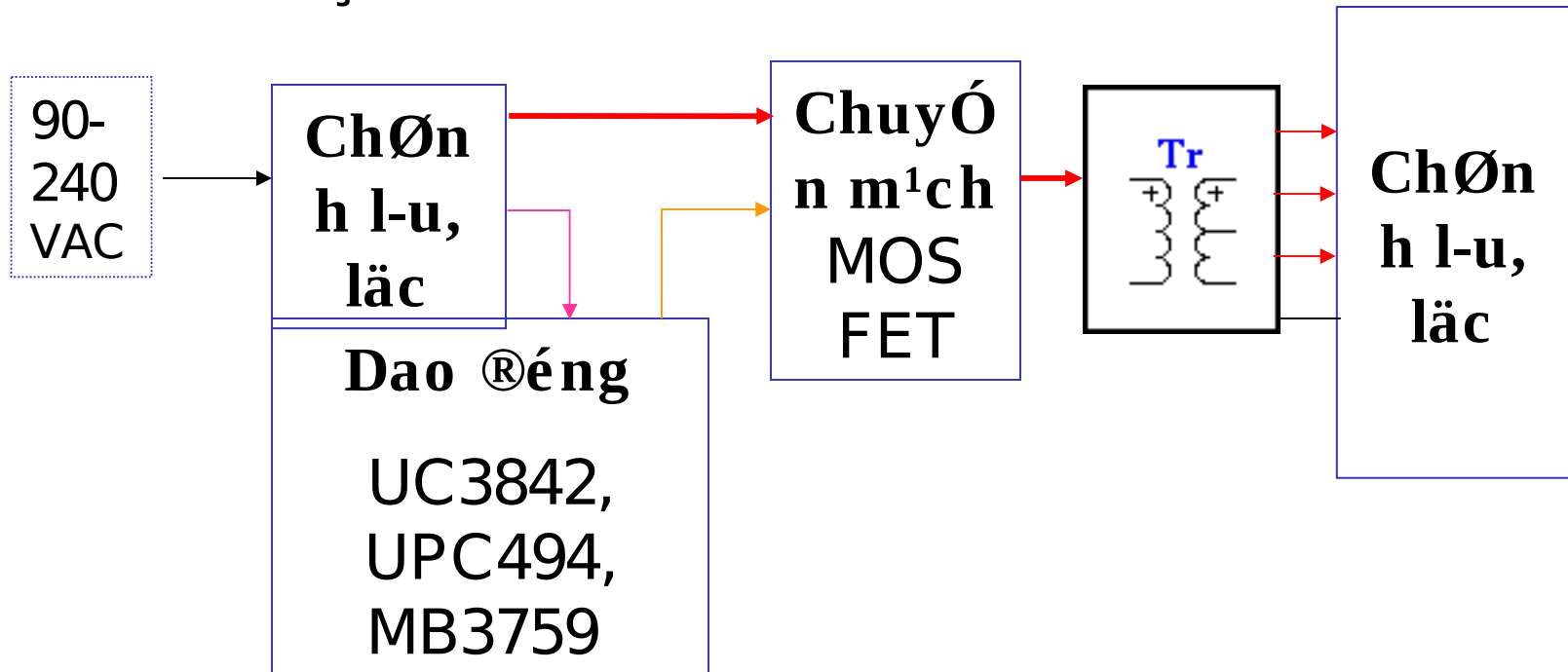
- BiÕn ®iÕn ,p mét chiÒu thþnh d<sup>1</sup>ng xung.
- Thay ®æi tham sè xung ph hp vi sù biÕn ®éng ca t¶i hay ®iÕn ,p vµo theo ba cách:
  - Thay ®æi ®é réng xung.
  - Thay ®æi ®é rng ca xung.
  - Thay ®æi ®ng thêi c¶ ®é réng vµ ®é rng ca xung.



S → ® khèi æñ ,p chØnh ®é réng xung

# æän ùp xung kiÓu s- cÊp

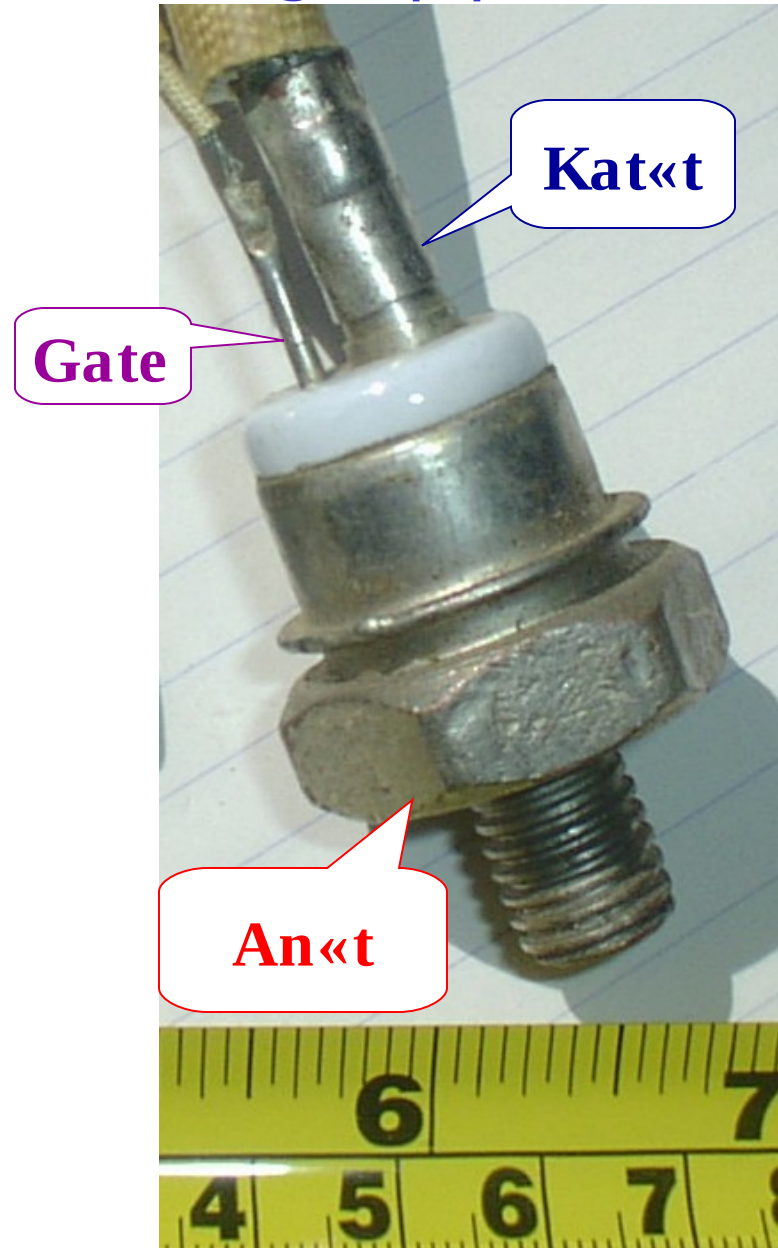
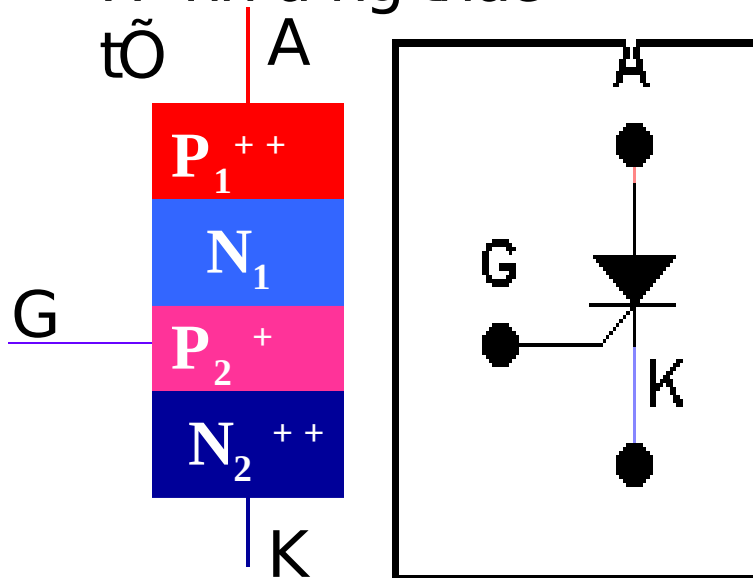
- ðu ®iÓm: Cã kh¶ nãng æän ùp d¶i réng vµ tão ra nhiÒu mÛc ®iÓn ùp æän ®¶nh kh, c nhau, cùc tÝnh kh, c nhau.
- NhiÖm vô c, c khèi:



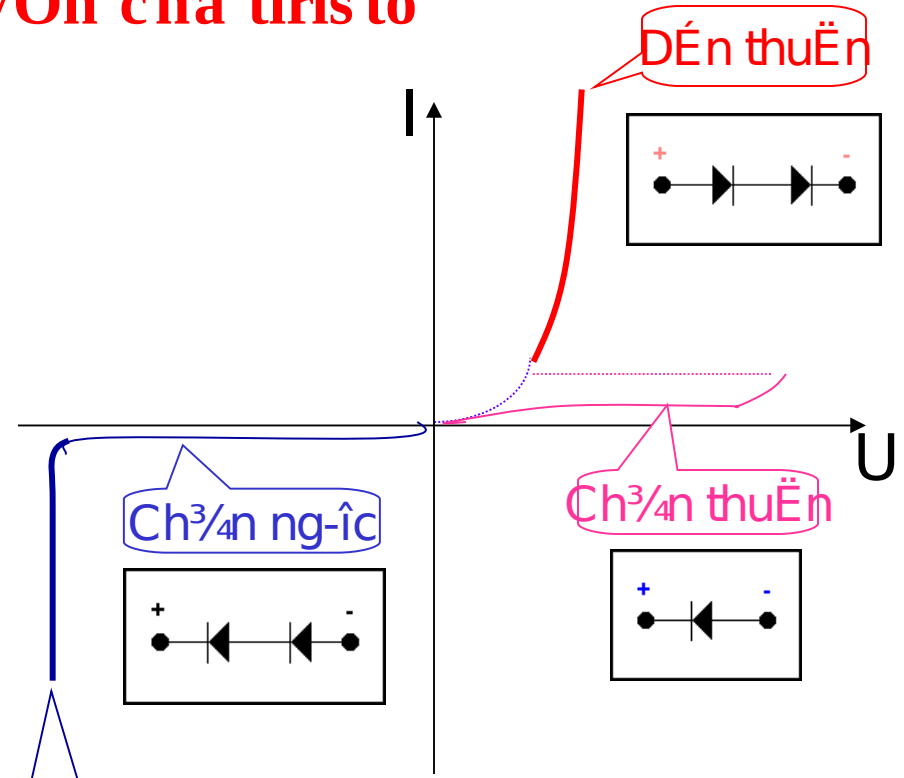
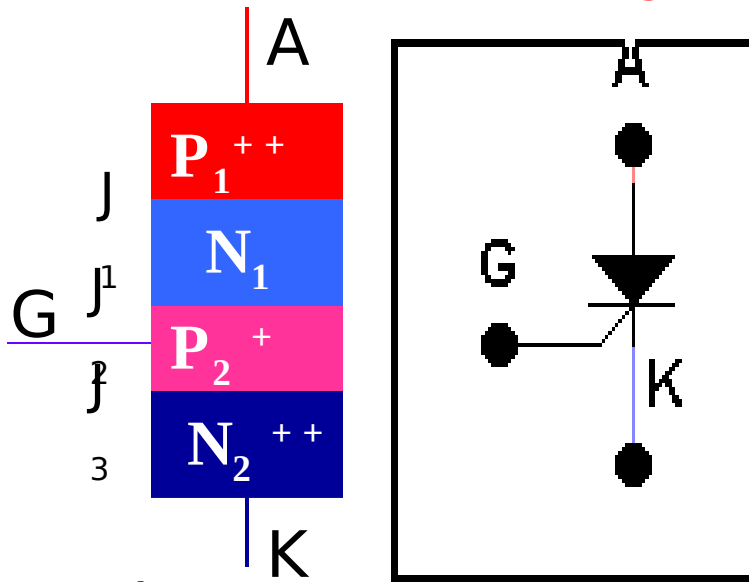
## 2.7. PhÇn tã nhiÒu mÆt ghÐp p-n

### 2.7.1a. CÊu t¹o tiristo

- Bền líp b, n dÉN P-N ®Æt xen kĩ (dÈu + thÓ hiÖn năng ®é t¹p chÊt cao h-n). Nèi ra ngoµi ba ®iÖn cùc
- Ký hiÖu trong WorkBench
- Hxnh d¹ng thùc tã



## 2.7.1b. §Æc tuyÕn cña tristo



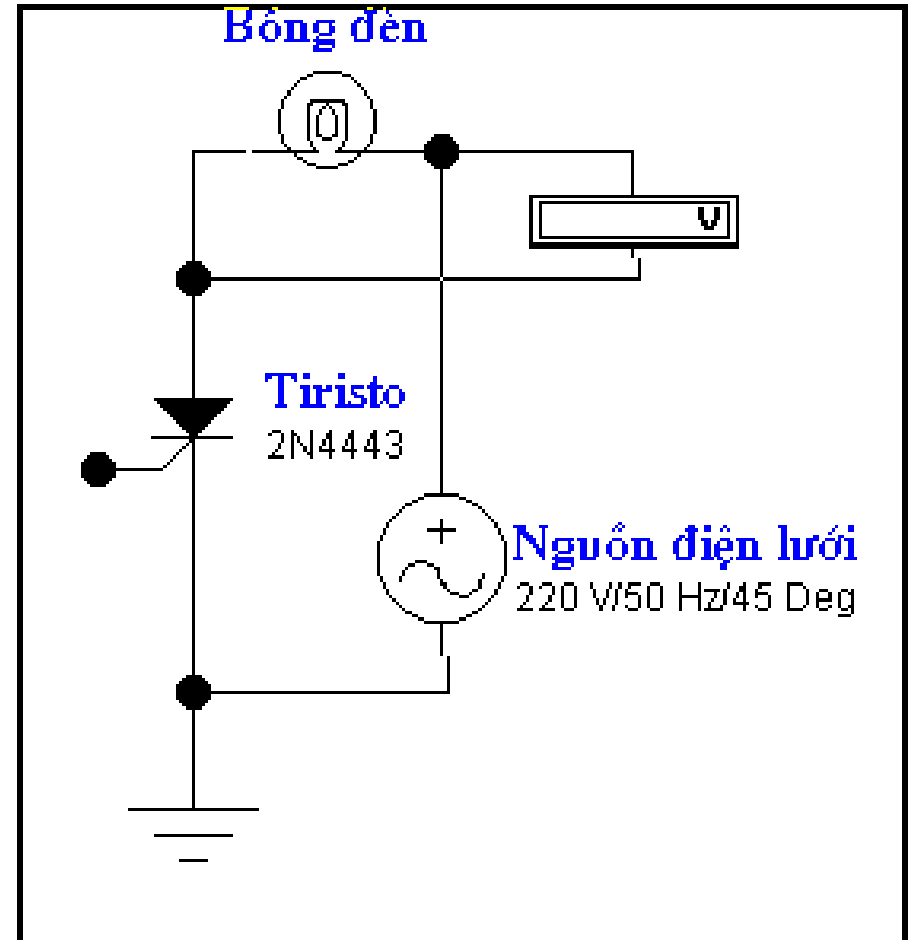
- ë miÒn ch³/4n ng-íc tristo t-  
ng ®-ng nh- 2 ®i èt m³/4c
- t-  
ng ®iÒn ,p ng-íc ®Õn mét  
gi, trÞ nµo ®ã tristo bP ®,nh
- t-  
ng ch³/4n thuËn tiÕp gi,p  
J<sub>2</sub> ph©n cùc ng-íc ch-a bP  
®,nh thñng, tristo t-  
ng ®-ng nh- ®i èt m³/4c ng-íc.

§,nh thñng

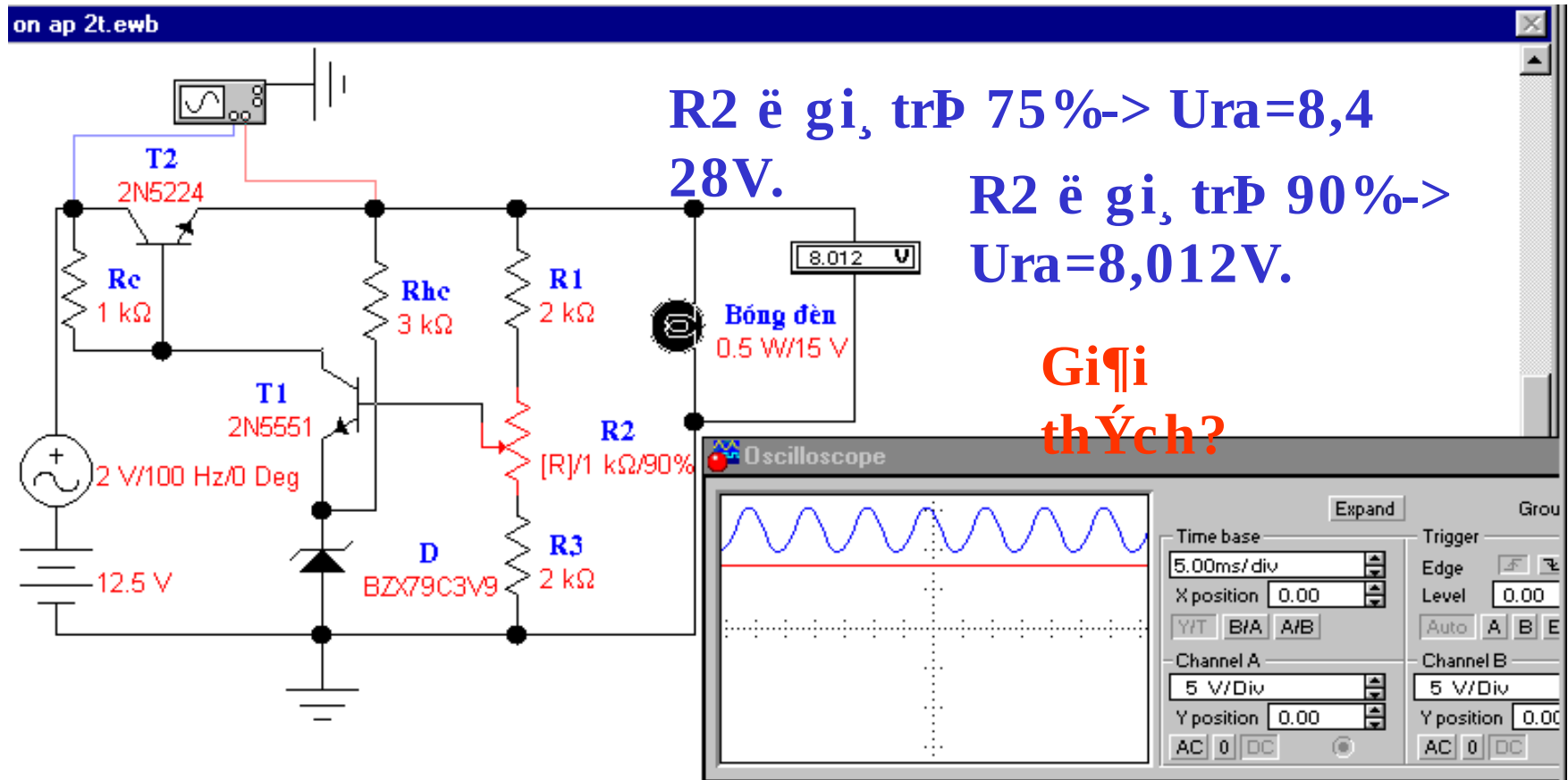
- Khi  $U_{AK}$  ®ñ lín hay cã xung  
®iÒn ,p d-  
ng t,c ®éng vµo  
G lµm ®,nh thñng th,c lò J<sub>2</sub>,  
tristo t-  
ng ®-ng nh- hai  
®i èt m³/4c thuËn.

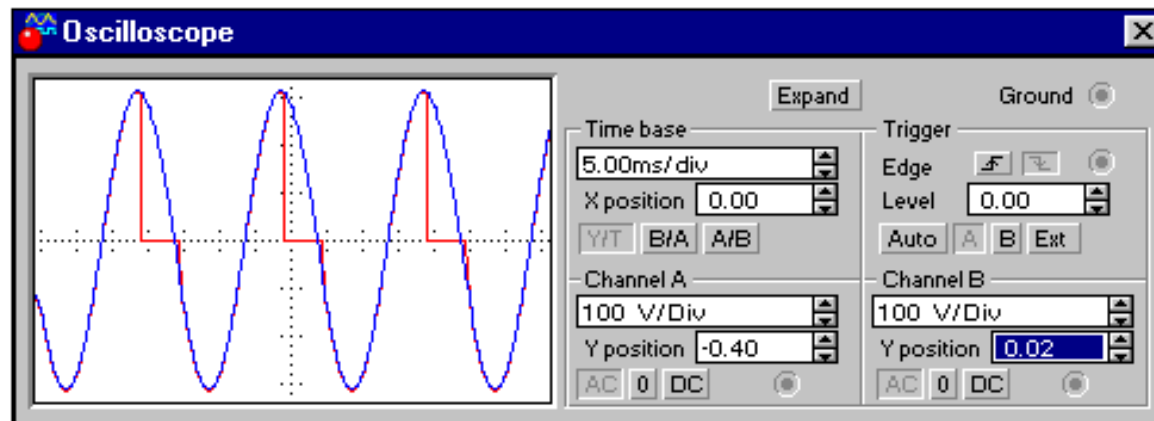
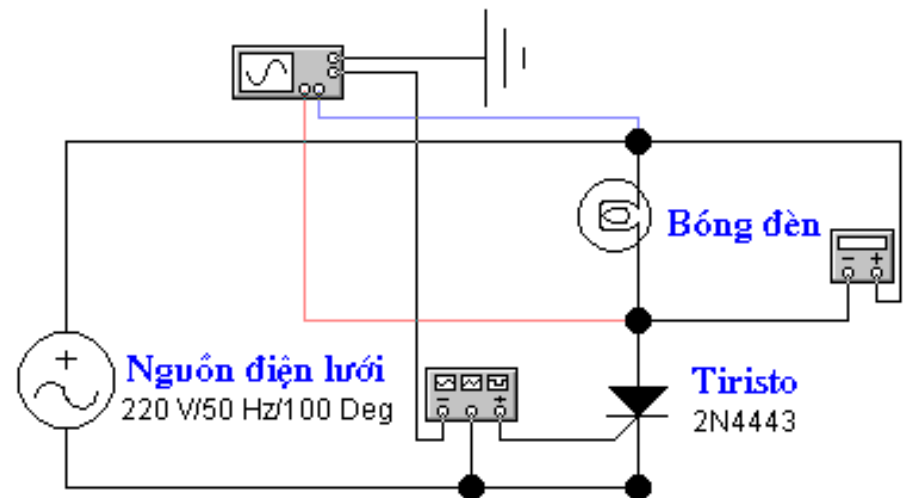
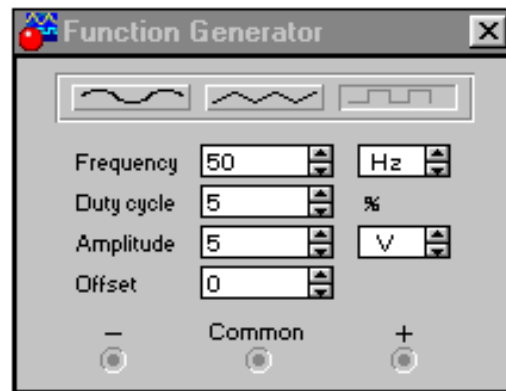
## 2.7.2. Mạch chỉnh lưu kiểu pha xung dùng tiristo

- Phải đảm bảo tiristo luôn cđm khi ch-a cả xung d-  
-ng kích thích vào cực G
- Chọn p ng-ic cực Rđi của  
tiristo lớn hơn Rđon p  
nguồn.
- Công suất Rđon khión Rđ-  
ic trên tđi phải nhỏ hơn gi, trđ  
đđng Rđon đến thuận cho  
phđp của tiristo.
- Xem tham sè tiristo và  
thử nghiệm mạch Rđon  
này trong Work Bench với  
File:  
Điều khiển dùng tiristo.



# Muèn Thay $R_{\text{e}}$ i $R_{\text{i}}$ Òn ,p ra th $\times$ ðiÒu chØnh R2





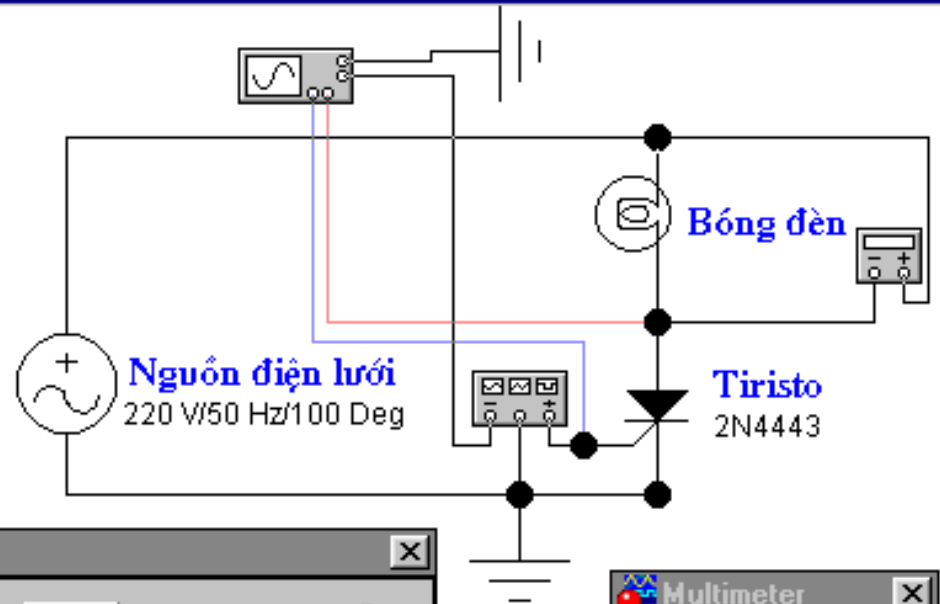


dieu kien dung tiristo.ewb

**Function Generator**

Frequency: 50 Hz  
Duty cycle: 5 %  
Amplitude: 5 V  
Offset: 0

Common



**Oscilloscope**

Time base: 5.00ms/div  
X position: 0.00  
Y position: -1.60  
Channel A: 10 V/Div  
AC 0 DC

Trigger: Edge, Level: 0.00  
Auto A B Ext

Channel B: 100 V/Div  
Y position: -0.38  
AC 0 DC

**Multimeter**

88.77 V

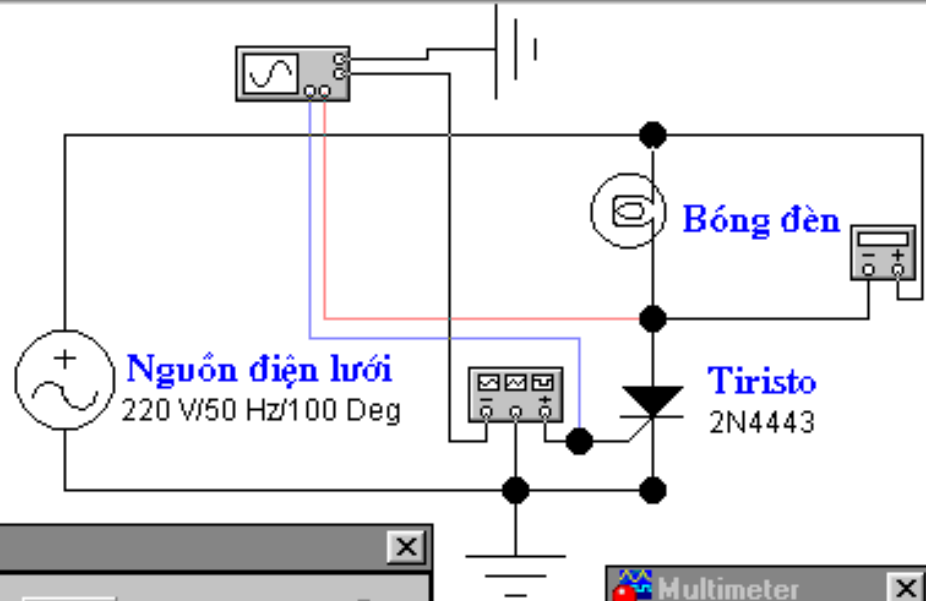
A V Ω dB

Settings

**Function Generator**

Frequency: 50 Hz  
Duty cycle: 5 %  
Amplitude: 10 V  
Offset: 0

Common



**Oscilloscope**

Time base: 5.00ms/div  
X position: 0.00  
Y position: -1.60

Channel A: 10 V/Div  
AC 0 DC

Trigger: Edge Level 0.00  
Auto A B Ext

Channel B: 100 V/Div  
Y position: -0.38  
AC 0 DC

**Multimeter**

88.77 V

A V Ω dB

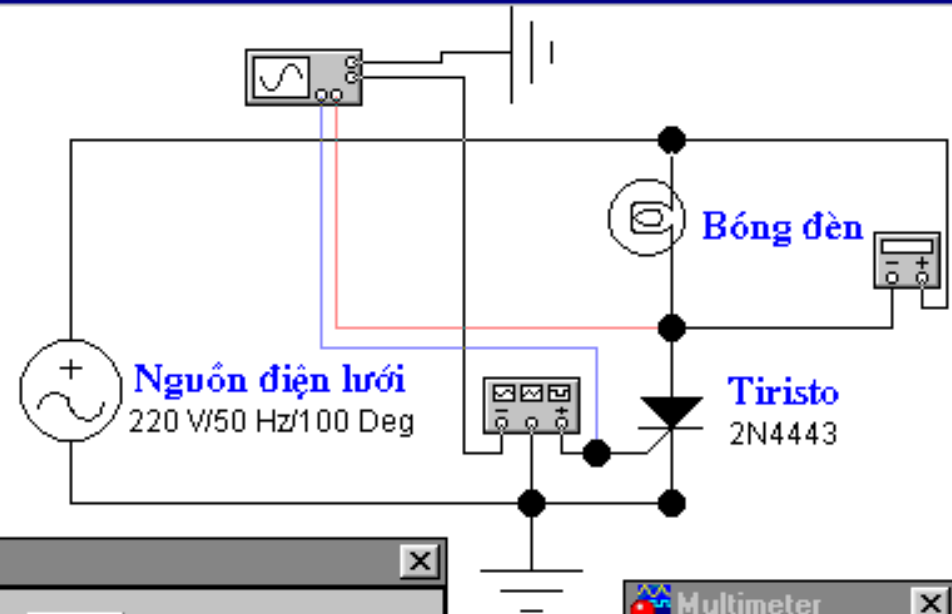
Settings

dieu kien dung tiristo.ewb

**Function Generator**

Frequency: 50 Hz  
Duty cycle: 15 %  
Amplitude: 5 V  
Offset: 0

Common



**Oscilloscope**

Time base: 5.00ms/div  
X position: 0.00  
Y position: -1.60  
Channel A: 10 V/Div  
Channel B: 100 V/Div

Trigger: Edge, Level: 0.00  
Auto: A B Ext

AC 0 DC

**Multimeter**

93.20 V

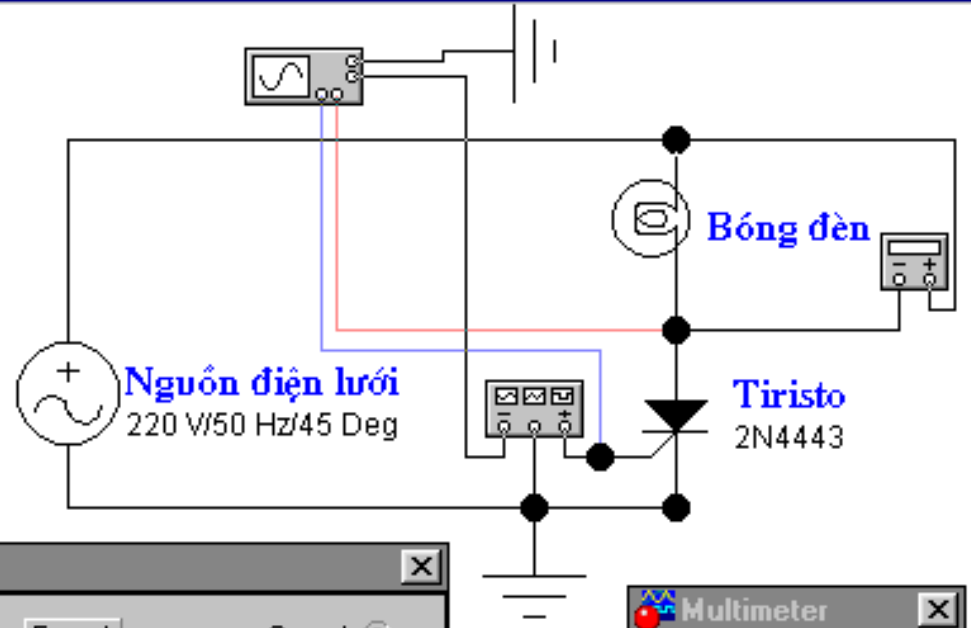
A V Ω dB

Settings

**Function Generator**

Frequency: 50 Hz  
Duty cycle: 5 %  
Amplitude: 5 V  
Offset: 0

Common



**Oscilloscope**

Time base: 5.00ms/div  
X position: 0.00  
Y position: -1.60  
Channel A: 10 V/Div  
Channel B: 100 V/Div  
Y position: -0.78

Trigger: Edge, Level: 0.00, Auto, A, B, Ext

AC 0 DC

**Multimeter**

122.6 V

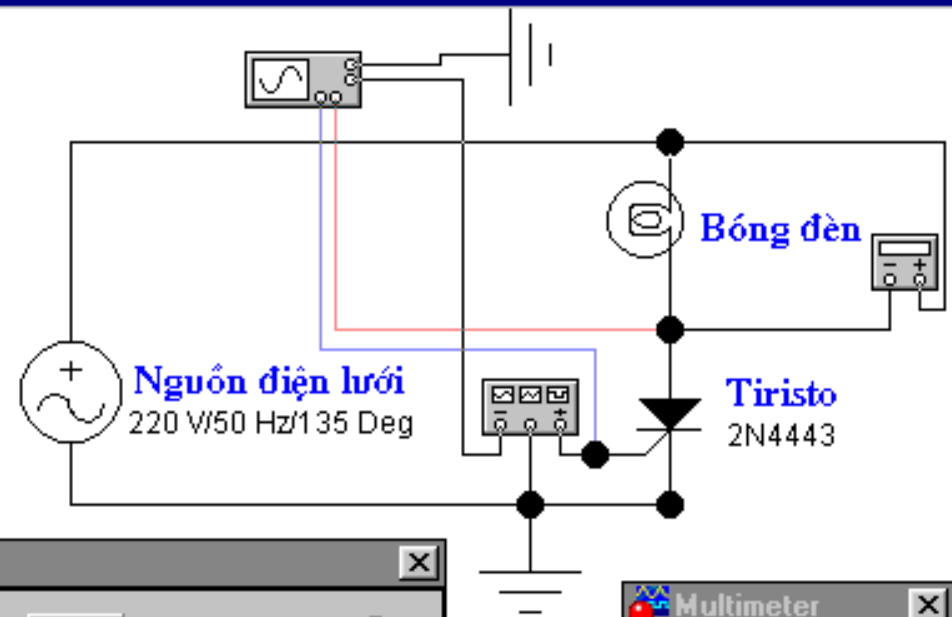
A V Ω dB

Settings

**Function Generator**

Frequency: 50 Hz  
Duty cycle: 5 %  
Amplitude: 5 V  
Offset: 0

Common



**Oscilloscope**

Time base: 5.00ms/div  
X position: 0.00  
Y position: -1.60

Channel A: 10 V/Div  
AC 0 DC

Trigger: Edge, Level: 0.00  
Auto A B Ext

Channel B: 100 V/Div  
Y position: -0.18  
AC 0 DC

The oscilloscope screen displays two waveforms: a red sine wave representing the AC supply voltage and a blue square wave representing the thyristor's conduction pulses. The pulses occur at the positive half-cycles of the sine wave.

**Multimeter**

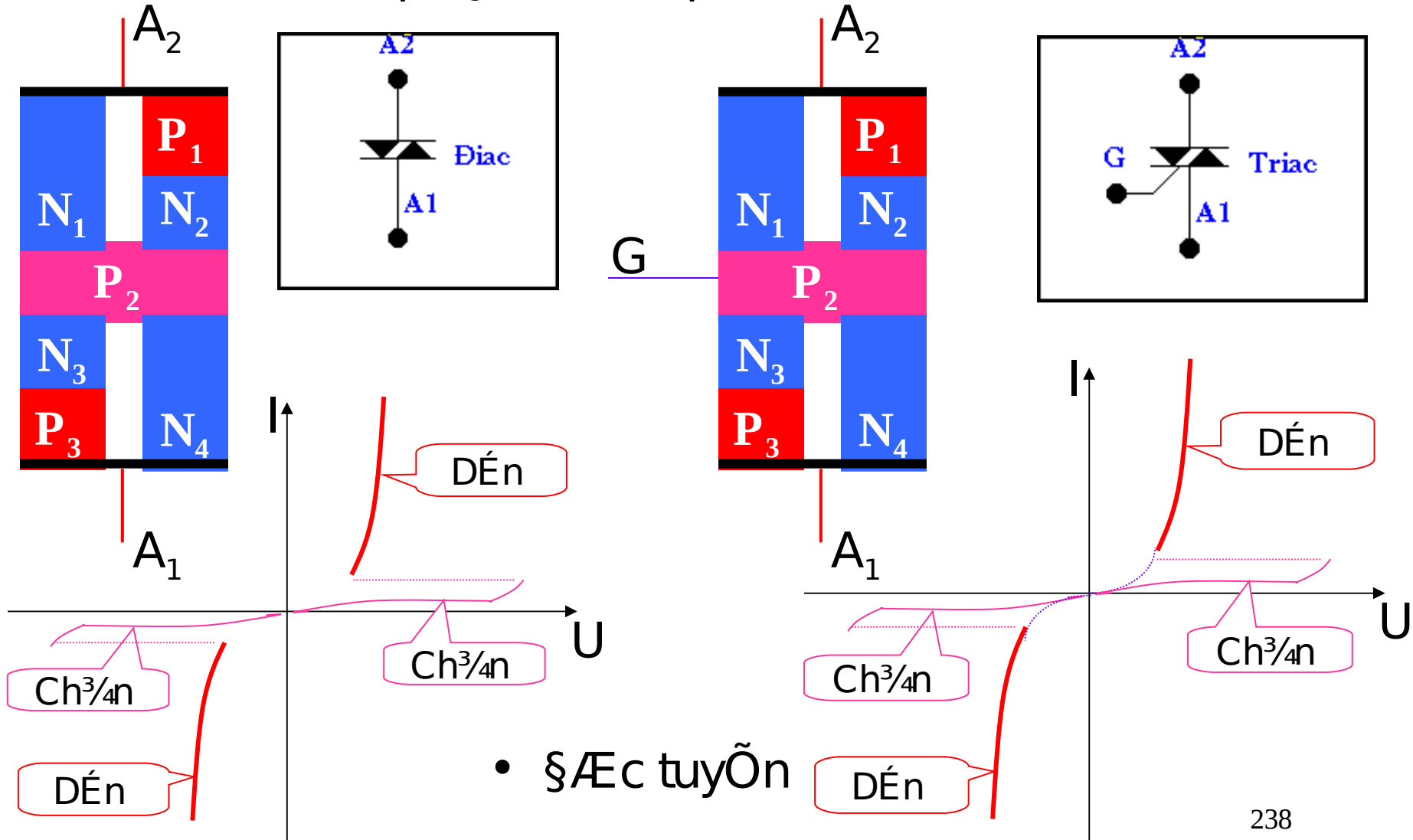
46.68 V

A V Ω dB

Settings

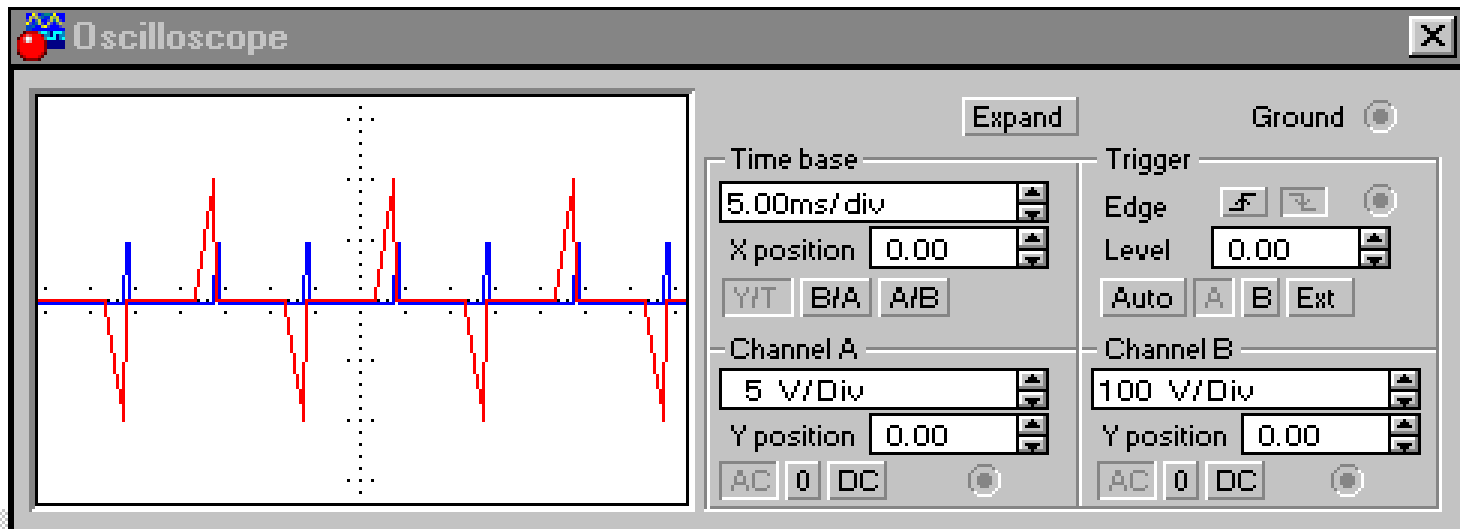
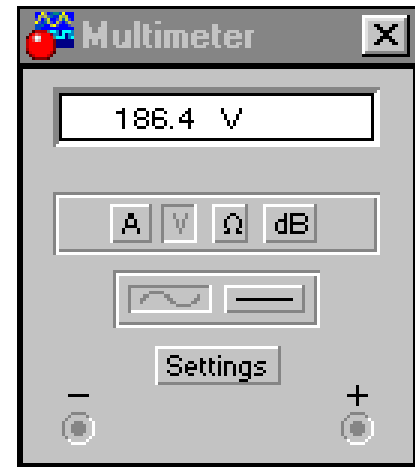
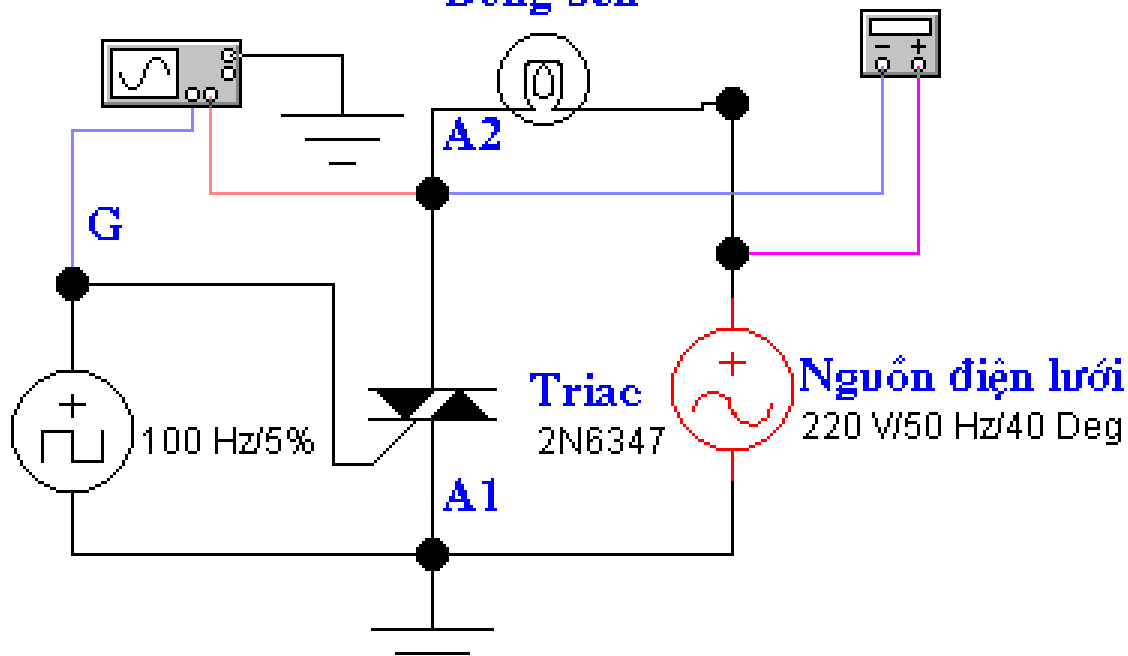
## 2.7.3. §iac vµ Triac

- CÊu t¹o: Bèn líp b, n dÉn xÕp xen kĭ nhau nh- h xnh vĭ.

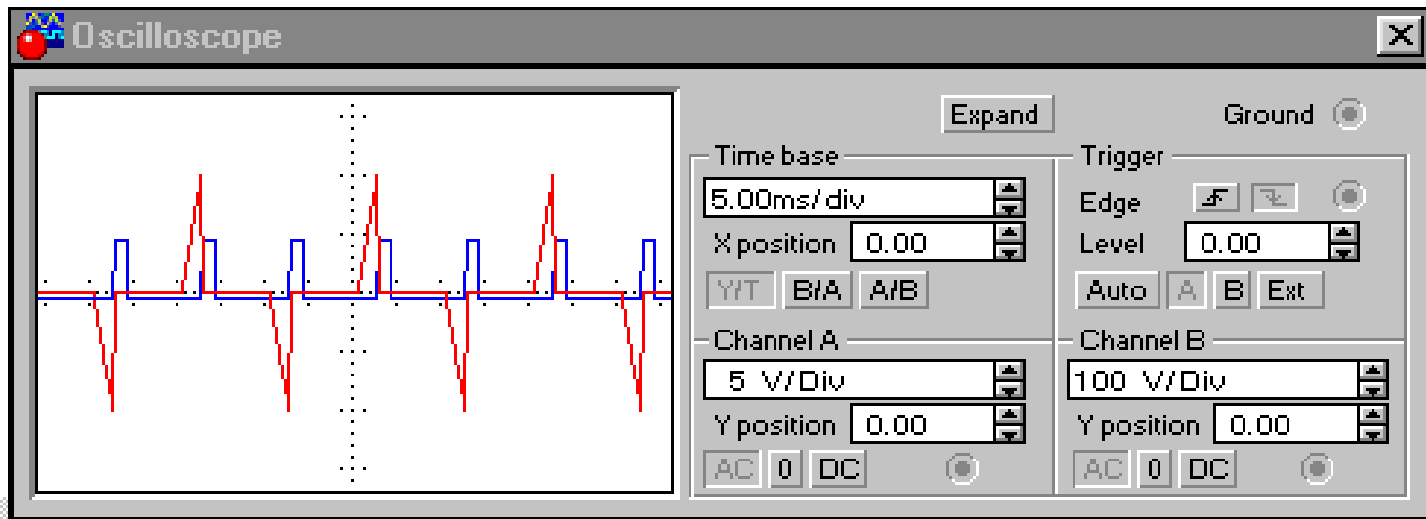
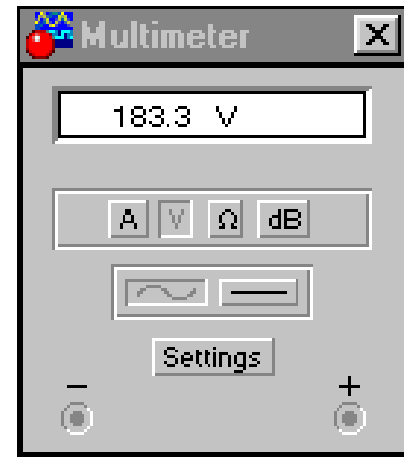
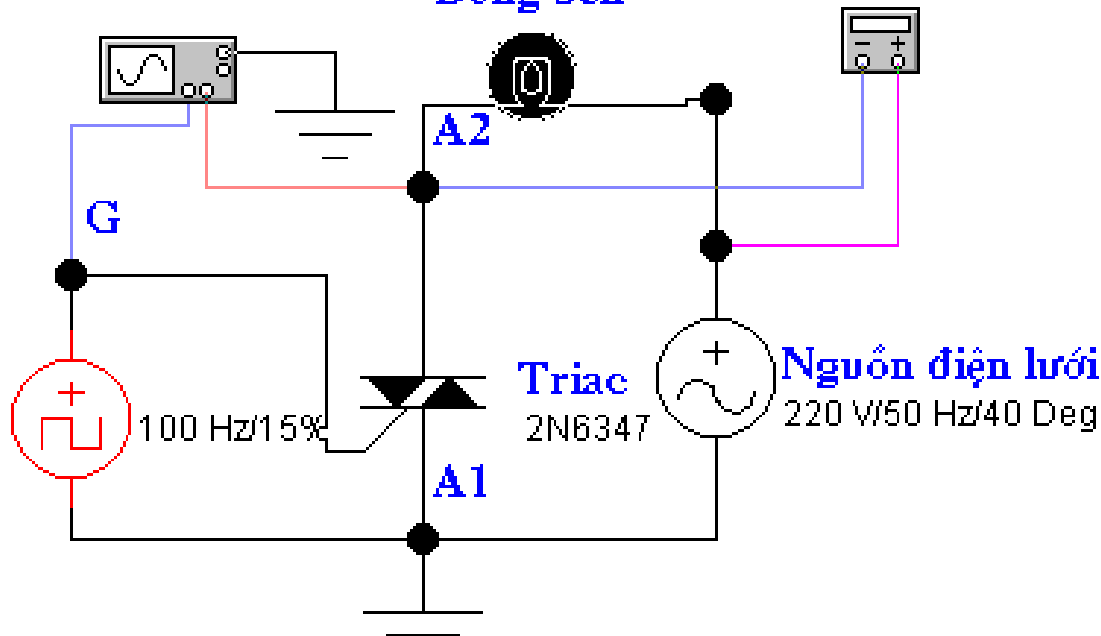


- §Æc tuyÕn

# Bóng đèn

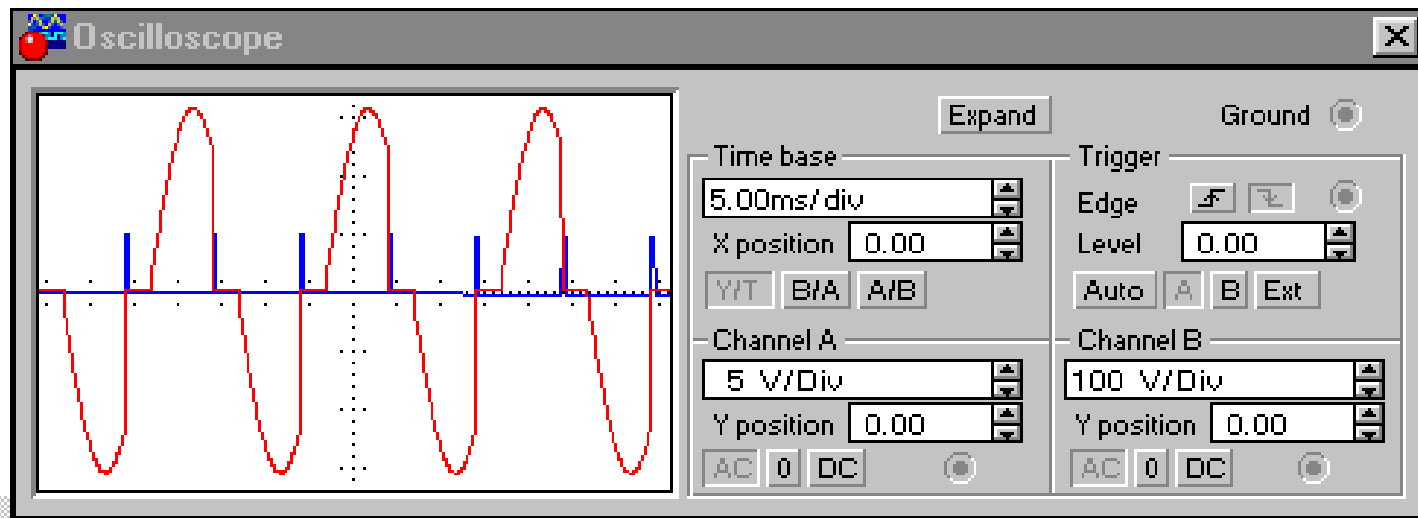
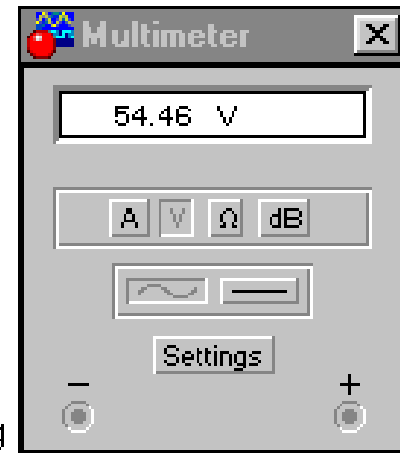
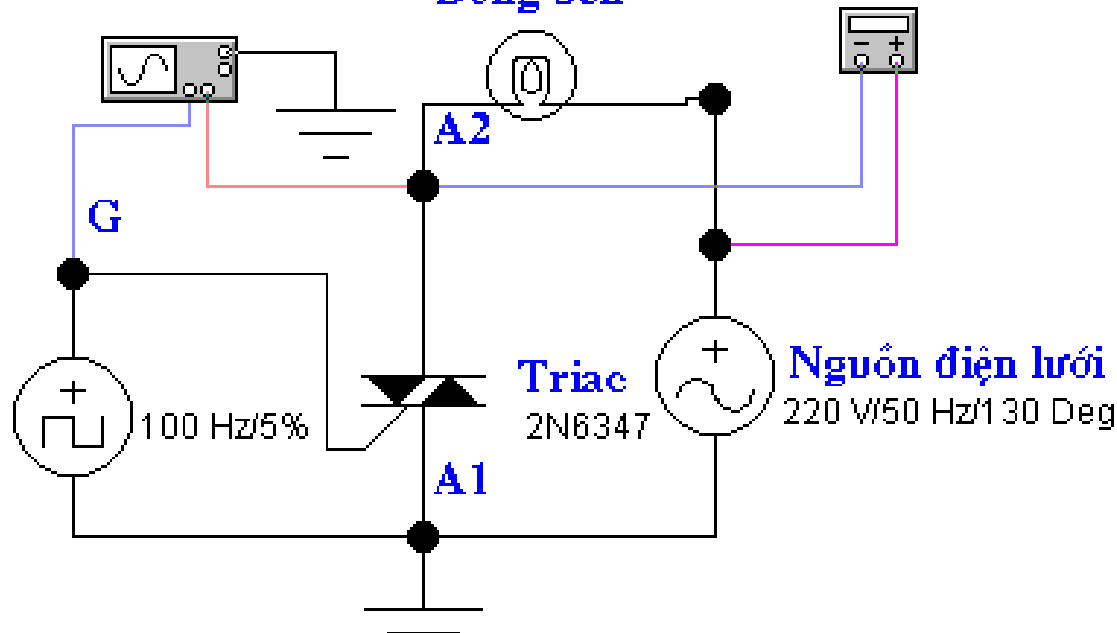


# Bóng đèn





# Bóng đèn



**Xin cảm ơn thầy cô giáo và chú ý học tập chăm chỉ. Hy vọng các em sẽ đạt kết quả tốt nhất trong bài thi!**

