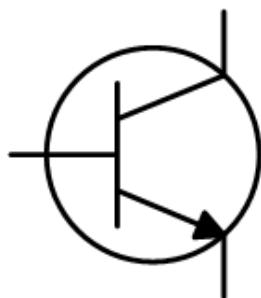
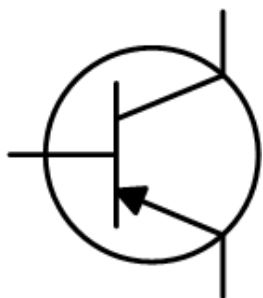
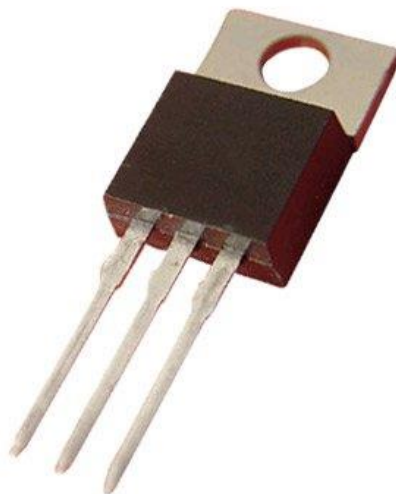
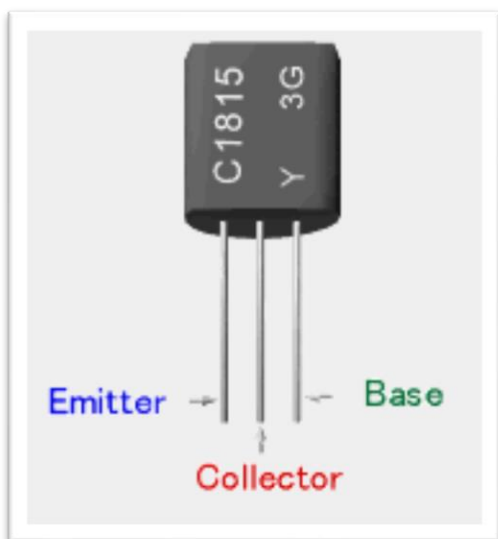


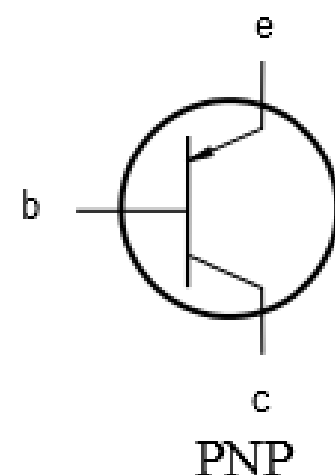
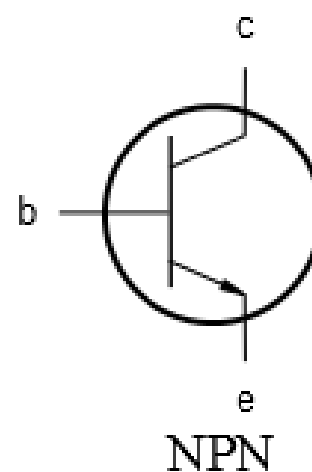
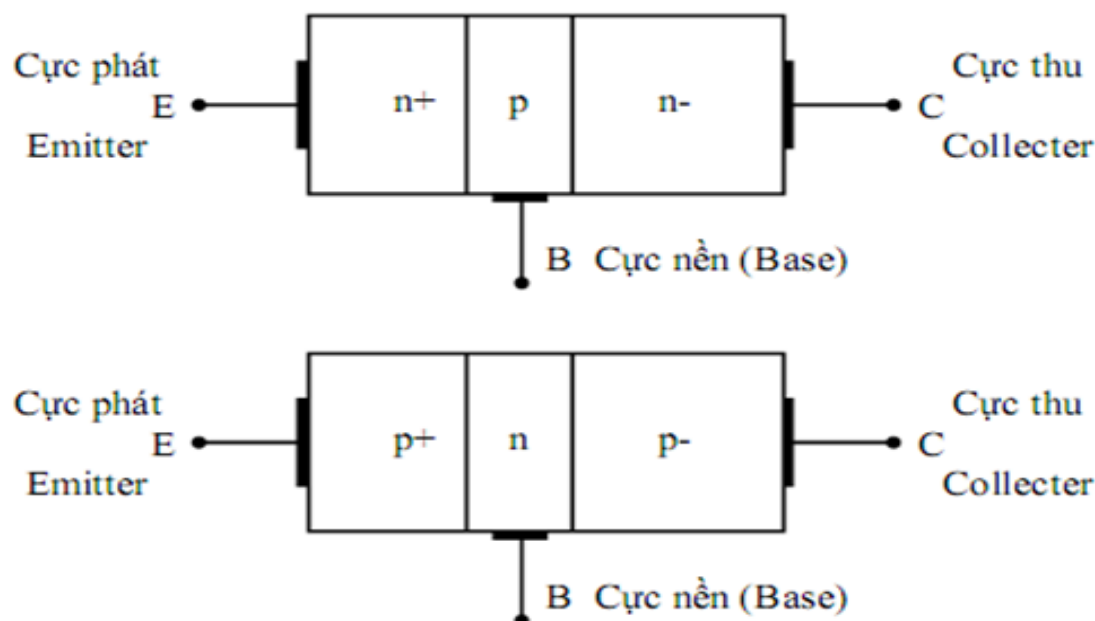
# Chương 3: TRANSISTOR LƯỠNG CỰC (*Bipolar Junction Transistor – BJT*)



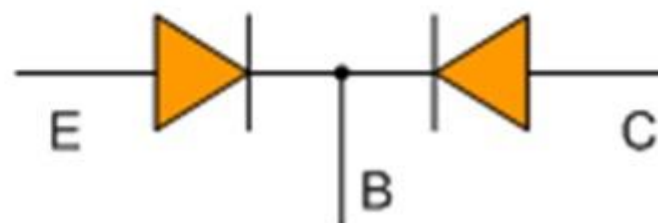
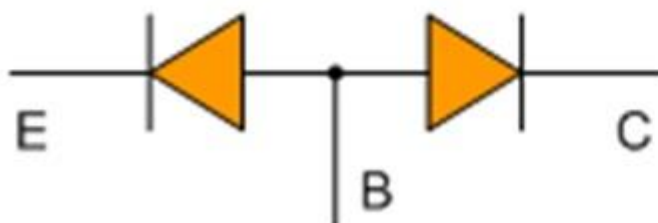
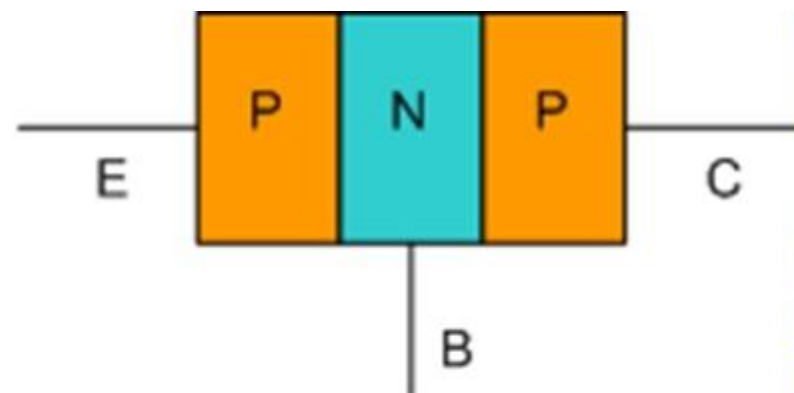
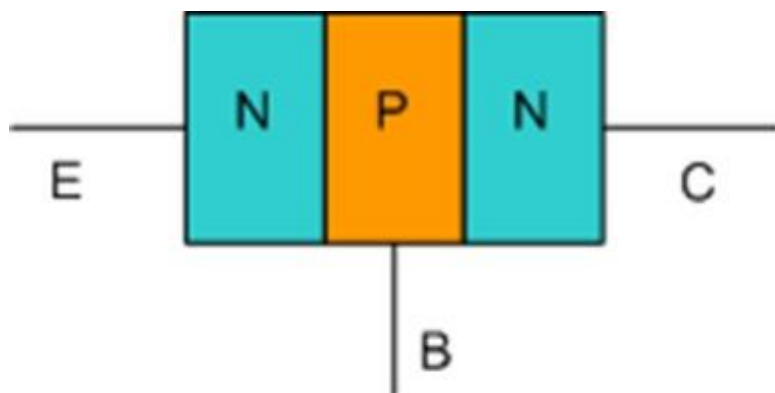
- BJT được phát minh năm 1947 W.H.Britain và J.Braden, chế tạo trên cùng một mẫu bán dẫn Germanium hay Silicium.
- Là linh kiện thiết yếu dùng để khuếch đại điện áp, dòng điện hoặc công suất. Với một tín hiệu nhỏ đặt vào ngõ vào của transistor, nó sẽ khuếch đại tín hiệu đó để tín hiệu ngõ ra có thể lên đến hàng trăm, hoặc hàng ngàn lần.
- Trong dòng điện toán, nó có thể được dùng làm cổng tắc điện tử.

# I. CẤU TẠO CỦA TRANSISTOR

- gồm ba lớp bán dẫn ghép tiếp giáp nhau tạo thành hai mối nối P-N.
- Tùy theo cách sắp xếp mà người ta tạo ra hai loại transistor *npn* và *pnp*.



# CẤU TRÚC TƯƠNG ĐƯƠNG CỦA BJT



- Ở ba vùng bán dẫn làm các nhiệm vụ khác nhau nên có độ dày, mỏng khác nhau.

Vùng **E** – ***Emitter***: vùng (cực) phát.

Vùng **B** – ***Base***: vùng (cực) nền.

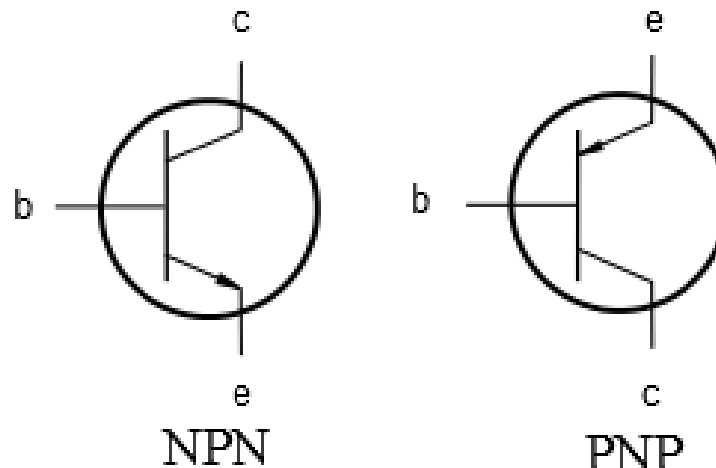
Vùng **C** – ***Collector***: vùng (cực) thu.

Vùng phát E được pha tạp chất nhiều, vùng nền B được pha ít và vùng thu C lại được pha ít hơn.

Vùng nền có kích thước rất hẹp, kể đến là vùng phát và vùng thu là vùng rộng nhất.

Transistor NPN có đáp ứng tần số cao tốt hơn PNP.

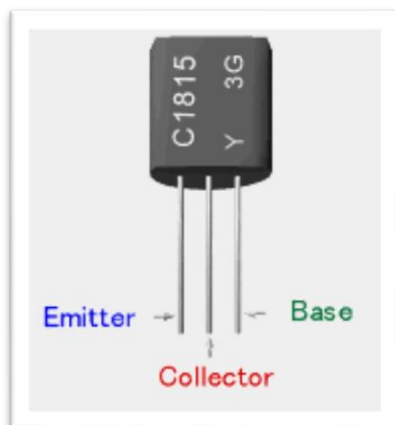
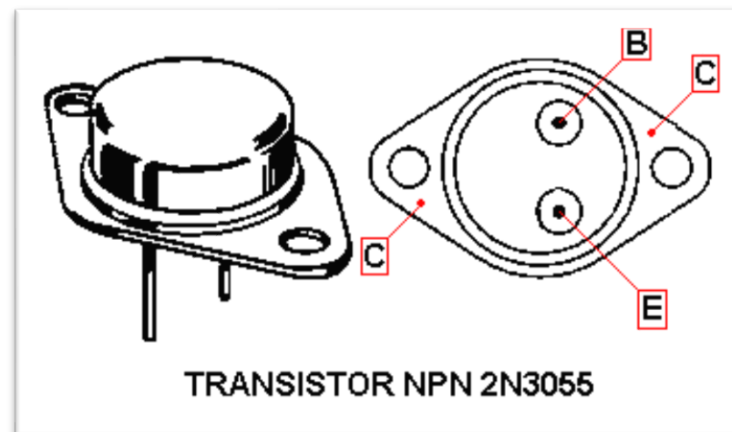
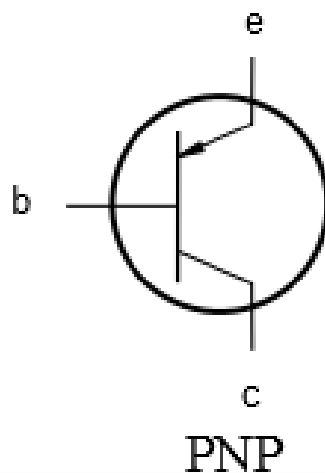
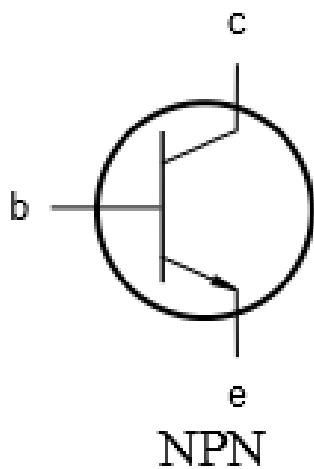
- Trong BJT *nnp*, phần lớn dòng mang là các electron tự do trong vùng E và vùng C, trong khi dòng mang các lỗ trống trong vùng B.
- Trong loại *pnp* thì ngược lại, phần lớn dòng mang các lỗ trống trong vùng E và vùng C, còn phần lớn dòng mang các electron tự do trong vùng B.



- Chú ý:

Vùng B là rất mỏng, thành phần tạp chất rất nhẹ kẹp giữa vùng C và vùng E. Vùng C là vùng có nồng độ tạp chất vừa phải nên có điện trở thấp, và rộng nhất trong ba vùng, nó hút dòng điện mang trong vùng B. Vùng C là lớn nhất bởi vì nó tiêu tán nhiều nhiệt nhất so với hai vùng B và E.

# Kí hiệu - hình dạng BJT





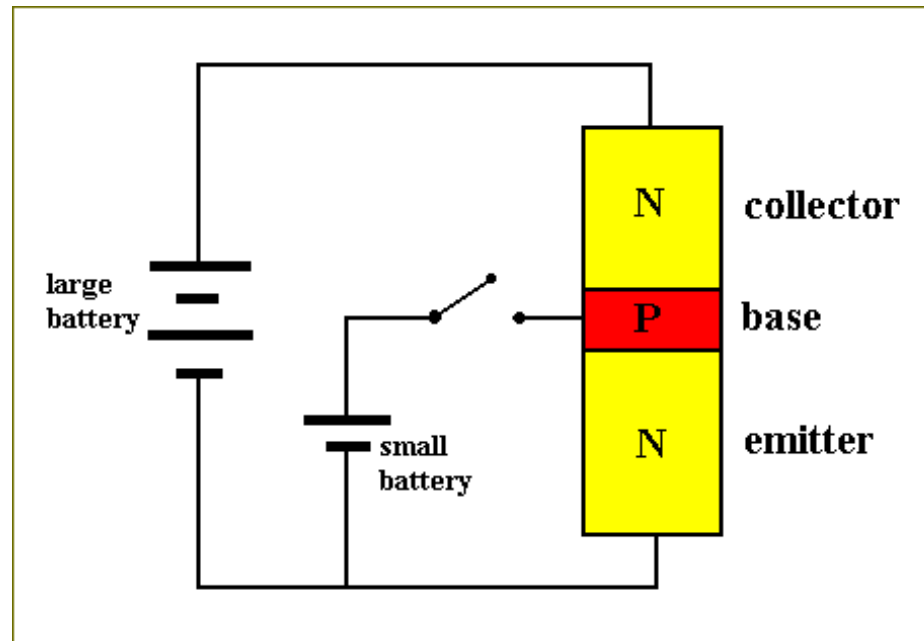
trên thị trường phổ biến 3 loại BJT với 3 hãng sản xuất: Nhật Bản, Trung Quốc, Mỹ.

- Nhật Bản thì trên trans chữ đầu tiên thường là chữ cái A, B, C, D, sau đó là các chữ số như: D846, A564, C1815, B7333... Trans có chữ cái đầu là A, B là trans PNP, còn C, D là trans NPN. A, C là trans công suất nhỏ, B, D là trans công suất lớn.
- Mỹ thì thường bắt đầu bằng 2N, ví dụ như: 2N2222, 2N3904... Trans nào có 2 số sau chữ 2N là cùng chặn hoặc cùng lẻ thì là NPN, còn chặn lẻ khác nhau là PNP.
- Trung Quốc thì kí hiệu bắt đầu bằng số 3 sau đó là các chữ cái. Trong đó A, B là PNP, còn C, D là loại NPN. Sau A, B, C, D là chữ X, P là công suất nhỏ, còn sau đó là A, G là công suất lớn. VD: 3CP25, 3AP20...

## II. NGUYÊN LÝ VẬN CHUYỂN CỦA BJT

### 1. Xét loại transistor NPN:

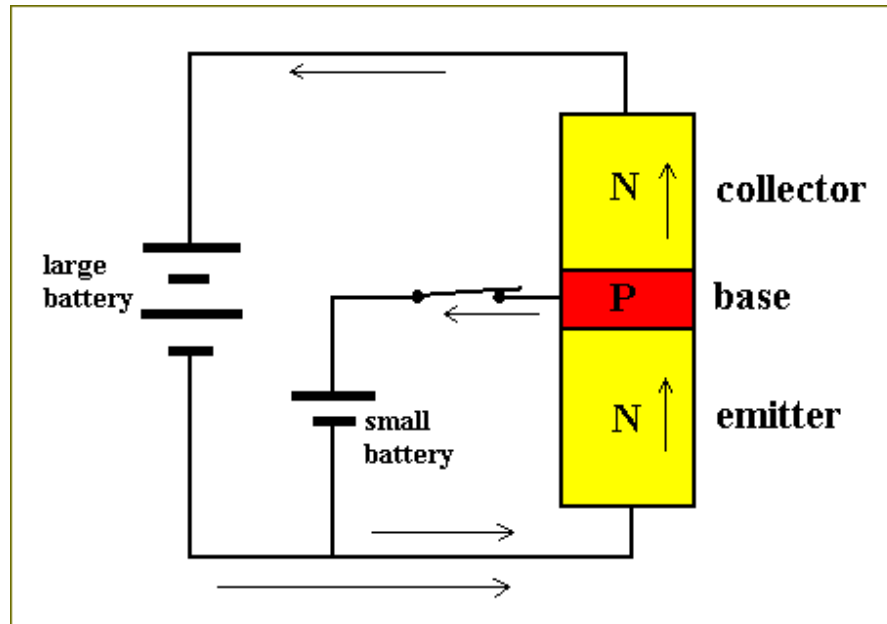
#### a. Thí nghiệm 1:

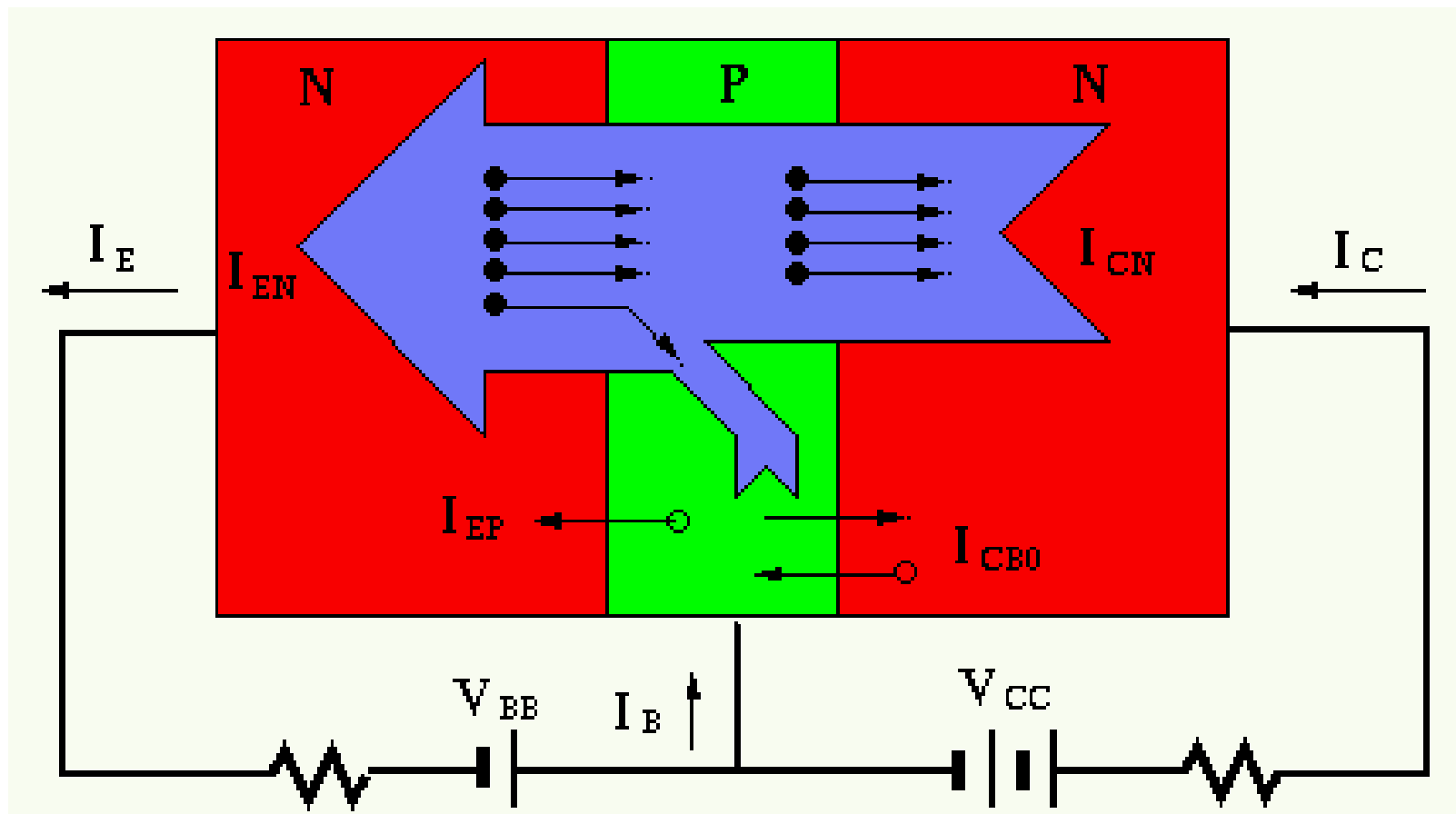


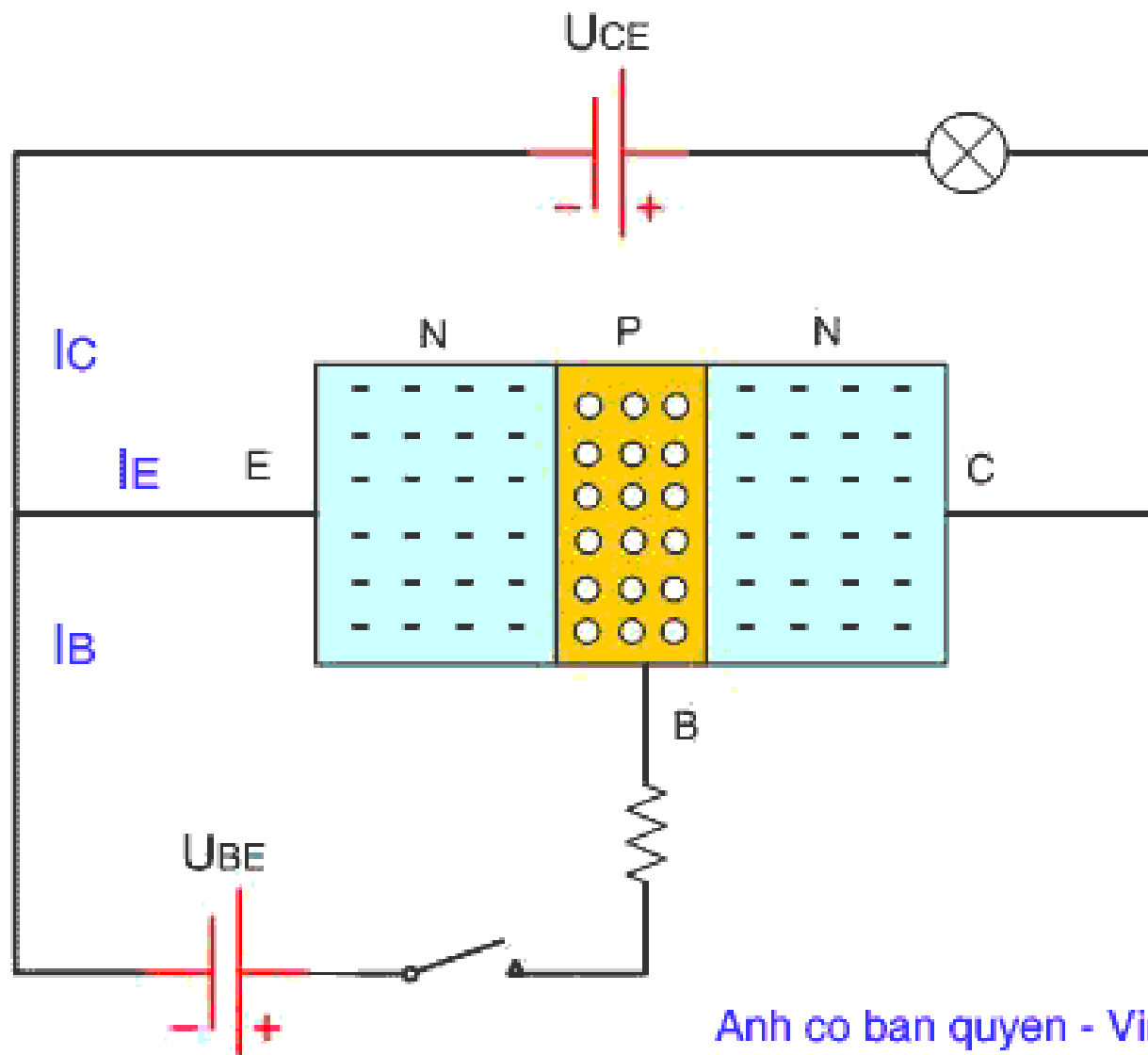
- Xét thí nghiệm như hình vẽ, cực B thả nổi.
- các electron tự do trong vùng N của cực C và cực E, do tác dụng của lực tĩnh điện từ cực dương của nguồn  $V_{CC}$  sẽ di chuyển theo hướng từ cực E về cực C.
- diode BE không được phân cực nên các electron tự do trong vùng N của cực E không thể vượt qua mối nối tái hợp với lỗ trống trong vùng P của cực B.
- Do đó, không có dòng điện qua BJT.

## b. Thí nghiệm 2:

Làm thí nghiệm giống như thí nghiệm 1, nhưng cực B được cấp một điện áp dương sao cho:  $V_B > V_E$  nhưng  $V_B < V_C$ .

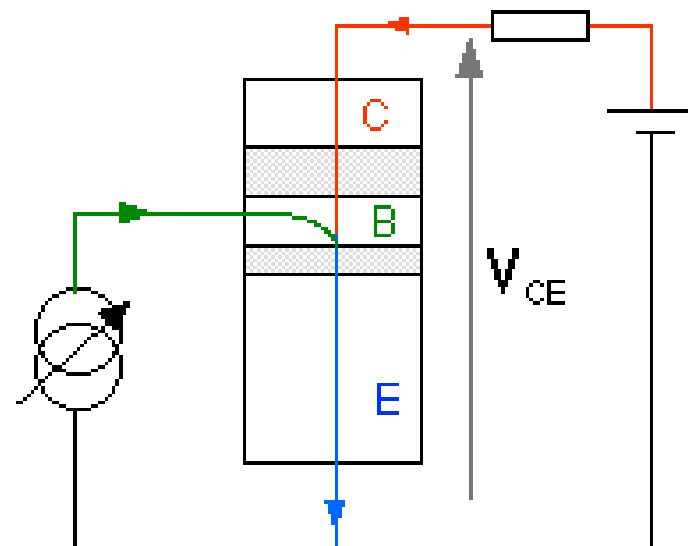
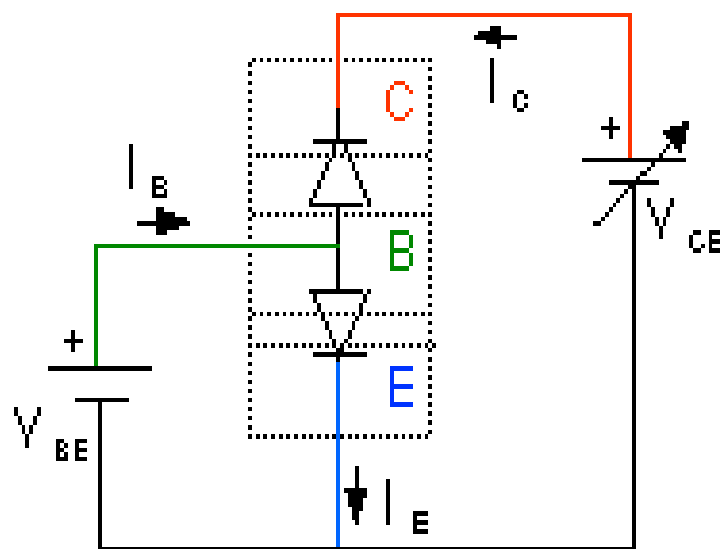






Anh co ban quyen - Vinh

- diode BE được phân cực thuận nên các electron tự do trong vùng E, do lực hút tĩnh điện sẽ sang vùng B tái hợp với lỗ trống.
- Khi đó , vùng B nhận thêm các electron nên có điện tích âm. Do cực B được nối vào cực dương của nguồn nên sẽ hút một số electron trong vùng B xuống tạo thành dòng điện  $I_B$ .
- Cực C nối vào điện áp dương cao hơn nên hút hầu hết electron trong vùng P sang vùng N của cực C, về dương của nguồn tạo thành dòng điện  $I_C$ .
- Cực E nối vào nguồn điện áp âm nên khi vùng E bị mất electron sẽ hút electron từ nguồn âm lên thế chỗ tạo thành dòng điện  $I_E$ .



Số lượng electron bị hút từ cực E chạy sang cực B và cực C nên dòng điện  $I_B$  và  $I_C$  đều chạy sang cực E nên:

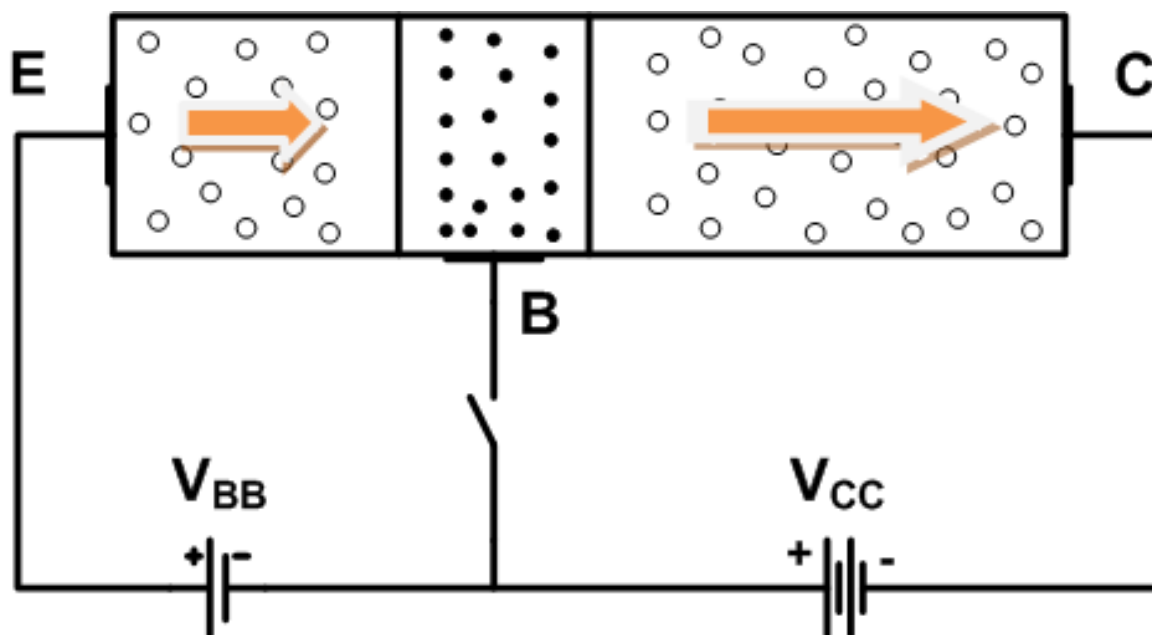
$$I_E = I_B + I_C$$



## 2. Xét transistor loại PNP:

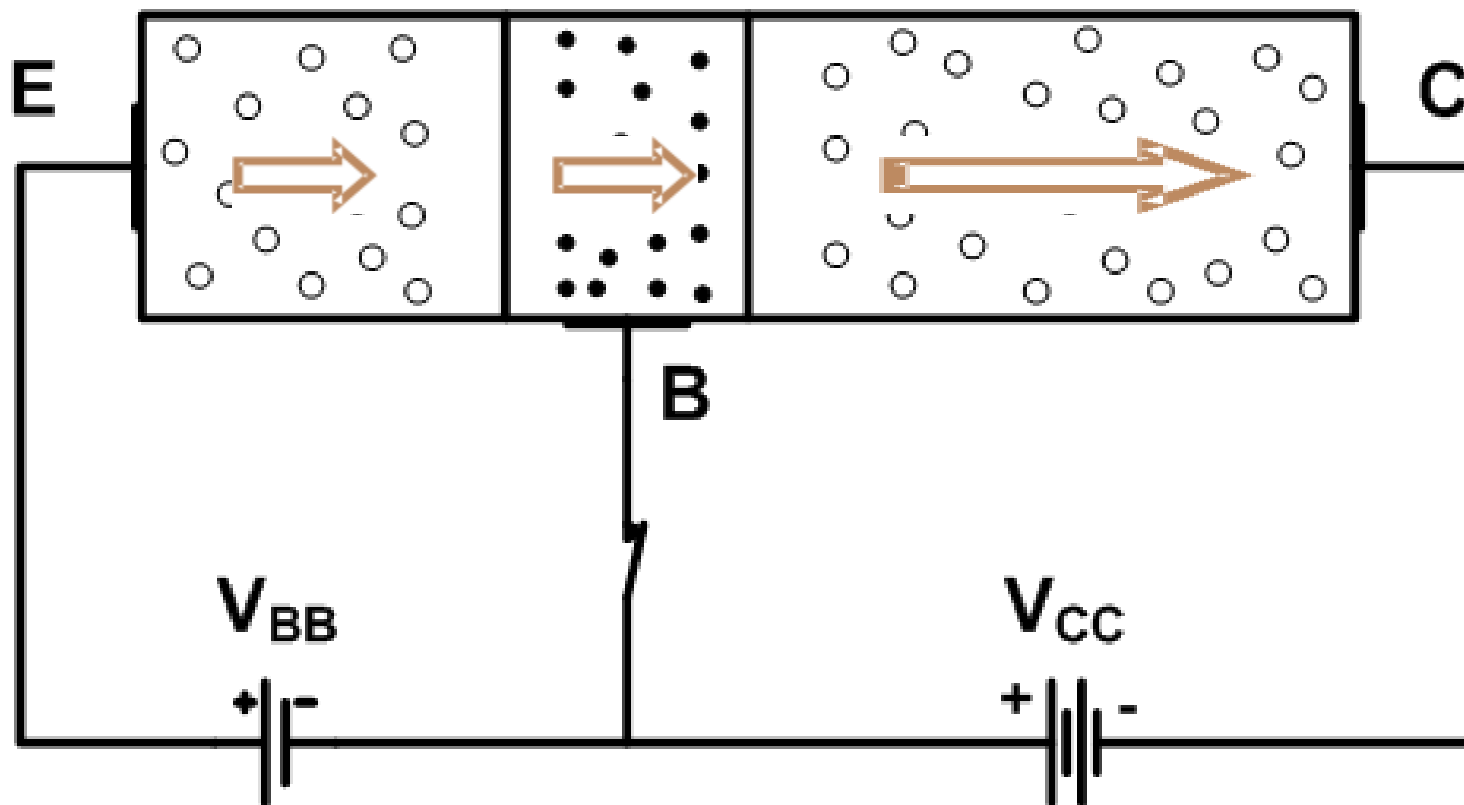
### • Thí nghiệm 3:

- Với transistor loại PNP thì điện áp cấp vào các chân ngược lại so với loại NPN, và ở thí nghiệm này thì ta cũng thả nổi chân B. Hạt tải trong transistor PNP là các lỗ trống xuất phát từ cực E.



- Lỗ trống trong vùng P của cực C và E do tác dụng của lực tĩnh điện sẽ bị điện tích âm của nguồn hút chúng di chuyển từ cực E về cực C.
- do cực B để hở nên diode EB không được phân cực thuận nên lỗ trống trong vùng E không thể sang tái hợp với các electron trong vùng N của cực B.
- Lúc này, BJT không dẫn điện.

# • Thí nghiệm 4:

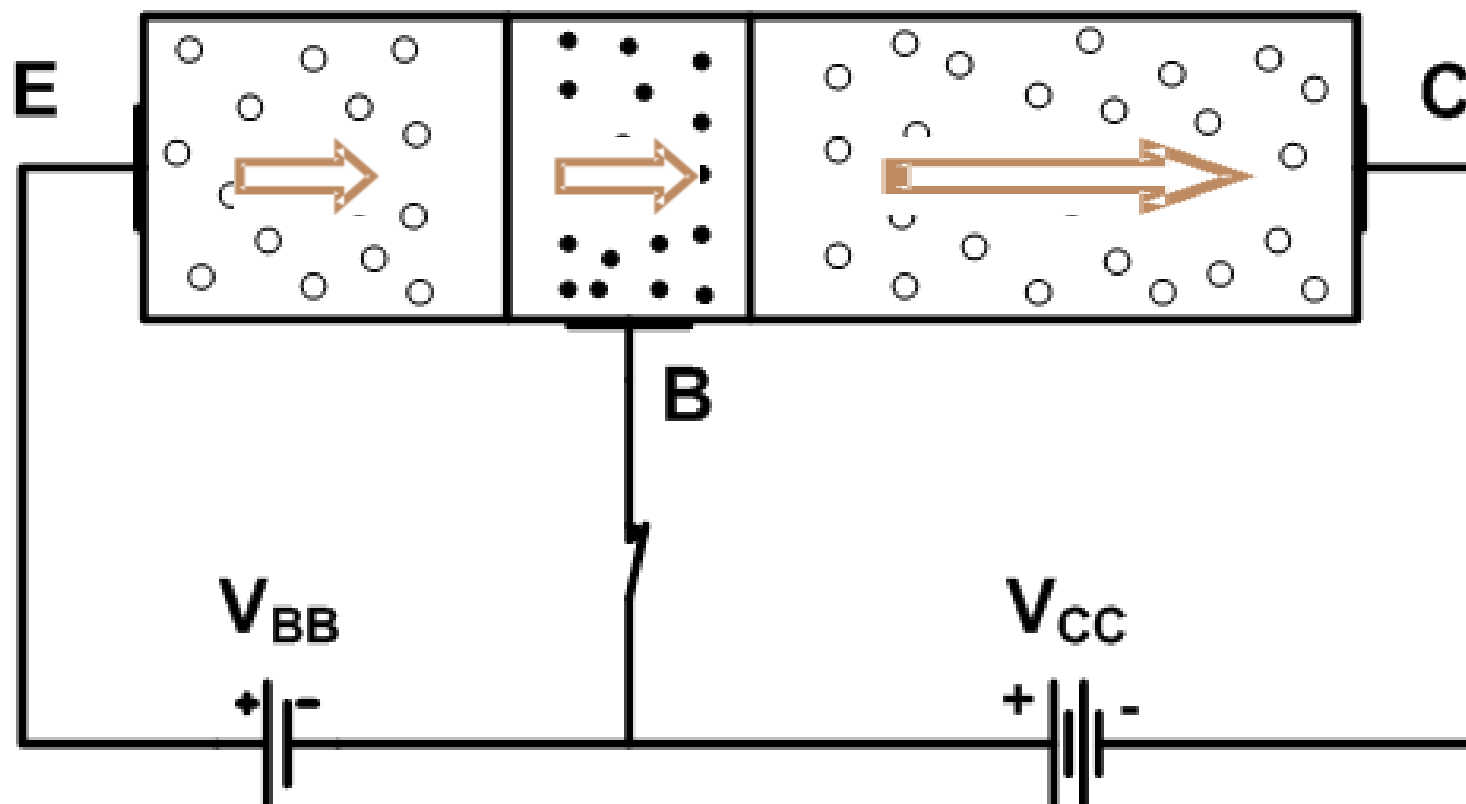


## • Thí nghiệm 4:

- Làm thí nghiệm giống như thí nghiệm 3, nhưng trong TN này ta nối cực B với một điện áp âm sao cho:

$$V_B < V_E \text{ nhưng } V_B > V_C.$$

- Trong trường hợp này, diode EB được phân cực thuận nên các lỗ trống trong vùng P của cực E sẽ di chuyển sang tái hợp với các electron trong vùng N của cực B. Khi vùng B nhận thêm lỗ trống sẽ trở thành mang điện tích dương. Do cực B được nối với điện áp âm nên sẽ hút một phần lỗ trống trong vùng B về tạo thành dòng điện  $I_B$ . Cực C được nối vào điện áp âm hơn so với cực B nên sẽ hút phần lớn lỗ trống trong vùng B về phía nó tạo thành dòng điện  $I_C$ .

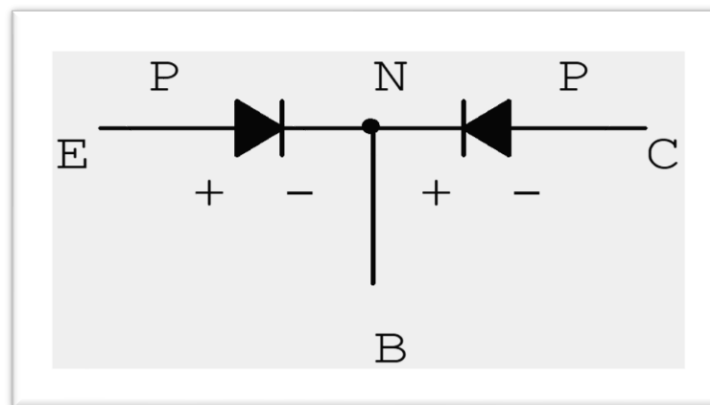
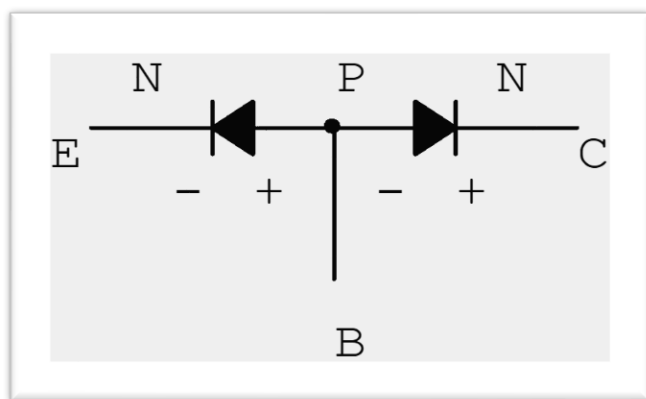


- Các lỗ trống bị hút từ cực E rồi đổ qua cực B và C nên dòng điện  $I_C$  và  $I_B$  đều từ cực E chạy qua, nên:

$$I_E = I_B + I_C$$

**c) Trạng thái phân cực cho hai mối nối:**

Về cấu tạo, transistor PNP được xem như hai diode mắc ngược nhau nên mối nối BE được phân cực thuận, còn BC phân cực nghịch.



| Cặp chân | Transistor Si   |                 | Transistor Ge     |                   |
|----------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|          | Thuận           | Ngược           | Thuận             | Ngược             |
| BE       | Vài $k\Omega$   | Vô cực $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ |
| BC       | Vài $k\Omega$   | Vô cực $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ |
| CE       | Vô cực $\Omega$ | Vô cực $\Omega$ | Vài chục $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ |

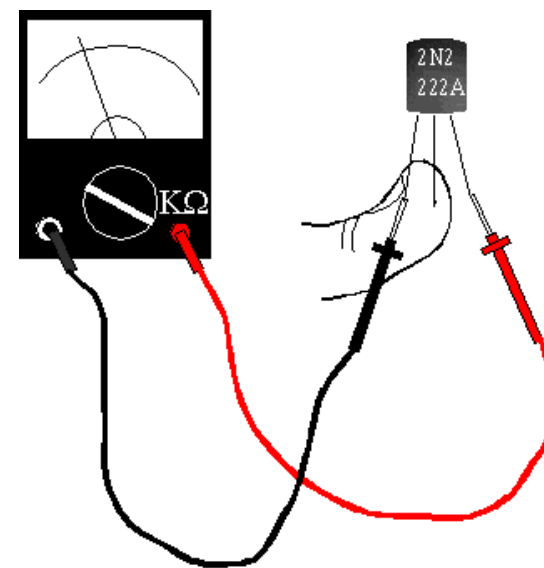
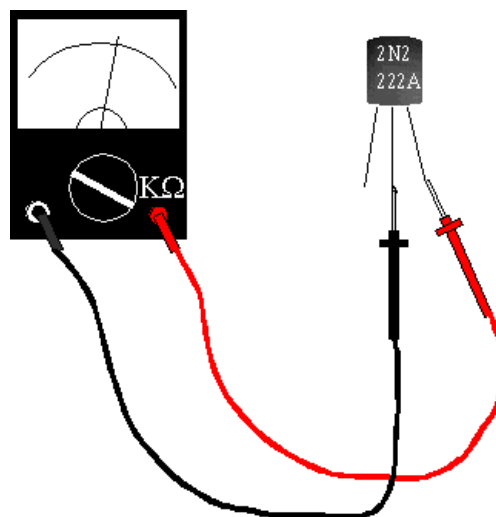
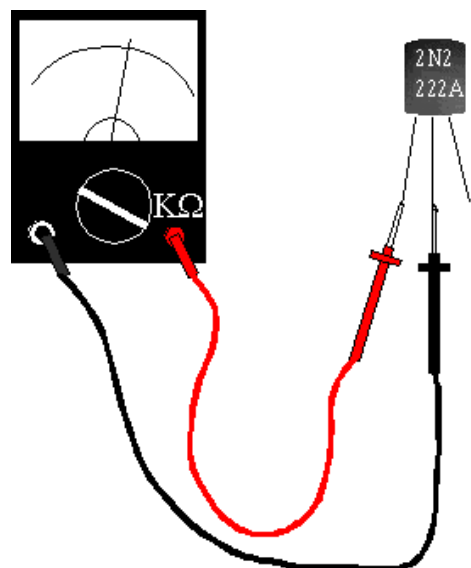
Để xác định trạng thái tốt hay hư của transistor có thể dùng ohm kế thang đo Rx100 lần lượt đo các cặp chân BE, BC và CE, mỗi cặp chân đo hai lần bằng cách đổi hai que đo của ohm kế (giống như đo điện trở của diode).

Hình 3.8 là trường hợp đo điện trở thuận của các cặp chân của transistor đối với loại NPN và PNP. Muốn đo điện trở ngược thì đổi đầu hai que đo.

Lưu ý trong ohm kế có nguồn điện một chiều thường là pin tiểu 1,5V , đầu dương của pin lại nối ra dây âm và đầu âm của dây pin lại nối ra dây dương.



| Cặp chân | Transistor Si   |                 | Transistor Ge     |                   |
|----------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|          | Thuận           | Ngược           | Thuận             | Ngược             |
| BE       | Vài k $\Omega$  | Vô cực $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ |
| BC       | Vài k $\Omega$  | Vô cực $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ |
| CE       | Vô cực $\Omega$ | Vô cực $\Omega$ | Vài chục $\Omega$ | Vài trăm $\Omega$ |



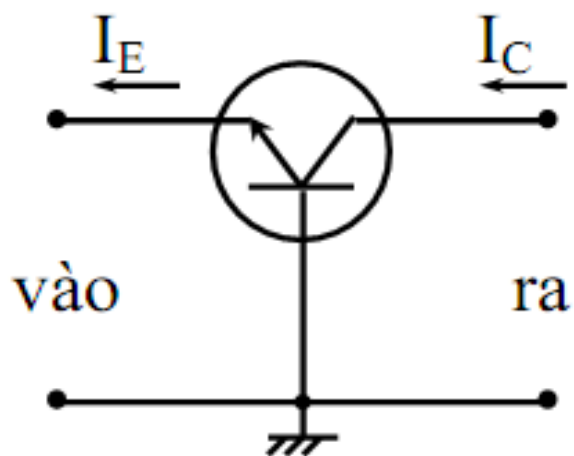
- XĐ chân B: đo thuận nghịch một cặp chân bất kỳ, kim ohm kế không lên thì chân còn lại là chân B
- XĐ loại: đặt que đen vào chân B, đỏ vào 2 chân còn lại, kim ohm kế tăng lên thì là loại NPN
- XĐ C-E: với NPN, đặt 2 que đo vào 2 chân chưa biết, dùng ngón tay nối tắt chân đặt que đen vào với chân B, kim ohm kế tăng lên thì chân đặt que đen vào là chân C

## **IV. CÁC CÁCH RÁP TRANSISTOR VÀ ĐỘ LỢI DÒNG ĐIỆN:**

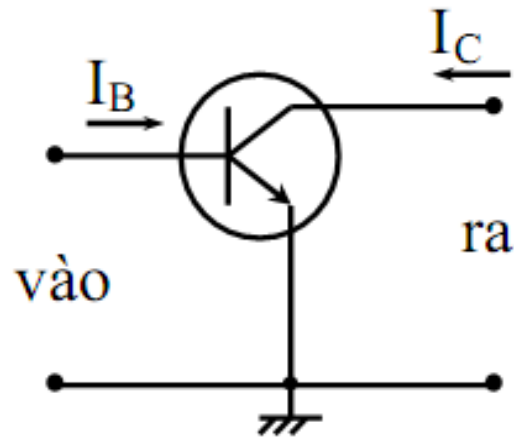
Khi sử dụng, transistor được ráp theo một trong 3 cách căn bản sau:

- Ráp theo kiểu cực nền chung (1)
- Ráp theo kiểu cực phát chung (2)
- Ráp theo kiểu cực thu chung (3)

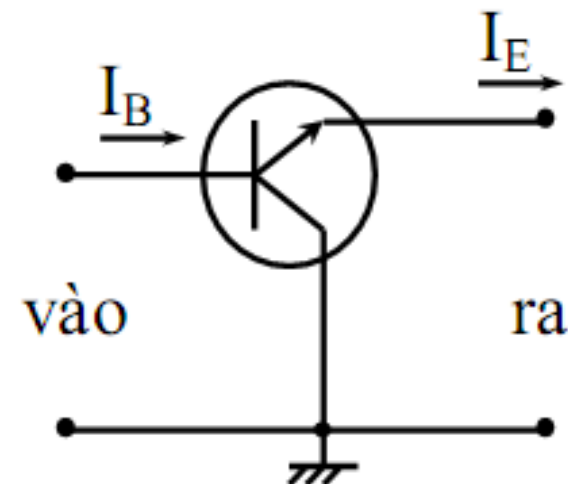
# CÁC CÁCH RÁP TRANSISTOR VÀ ĐỘ LỢI DÒNG ĐIỆN



Kiểu cực nền chung



Kiểu cực phát chung



Kiểu cực thu chung

Trong mỗi cách ráp, người ta định nghĩa độ lợi dòng điện một chiều như sau:

Độ lợi dòng = dòng ngõ ra : dòng ngõ vào

Thường dùng độ lợi dòng trong cách ráp B chung và E chung. Độ lợi trong cách phát chung được cho bởi:

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} \approx \beta_{DC}$$

Như vậy:  $I_C = \beta_{DC} I_B$

nhưng:  $I_E = I_C + I_B = \beta_{DC} I_B + I_B$

Suy ra:  $I_E = (\beta_{DC} + 1) I_B$

suy ra:  $I_E \approx \beta_{DC} I_B$

suy ra:  $I_E \approx I_C$

Độ lợi dòng trong cách ráp nền chung:

$$h_{FB} = \frac{I_C}{I_E} \approx \alpha_{dc}$$

$\alpha_{dc}$ : hệ số truyền đạt dòng điện (DC)

$\beta_{DC}$  có trị số từ vài chục đến vài trăm, có thể lên đến hàng ngàn lần.  $\alpha_{DC}$  có trị số từ 0,95 đến 0,99, tùy theo loại transistor.

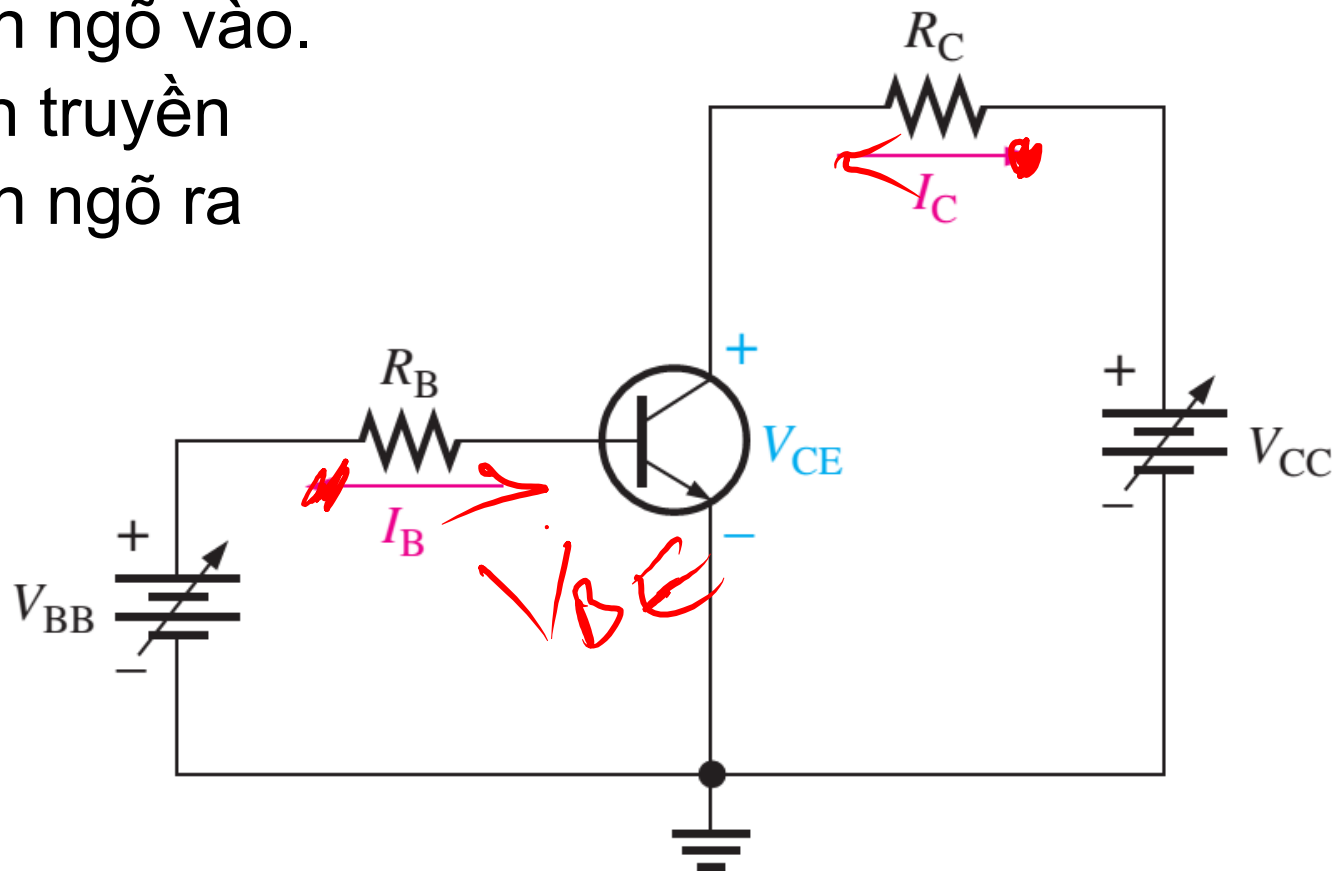
Ngoài ra ta còn có:

$$\beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1 - \alpha_{dc}} \text{ \& } \alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1 + \beta_{dc}}$$

## VI. ĐẶC TUYẾN V-I CỦA TRANSISTOR.

Người ta thường chú ý đến 3 loại đặc tuyến của transistor:

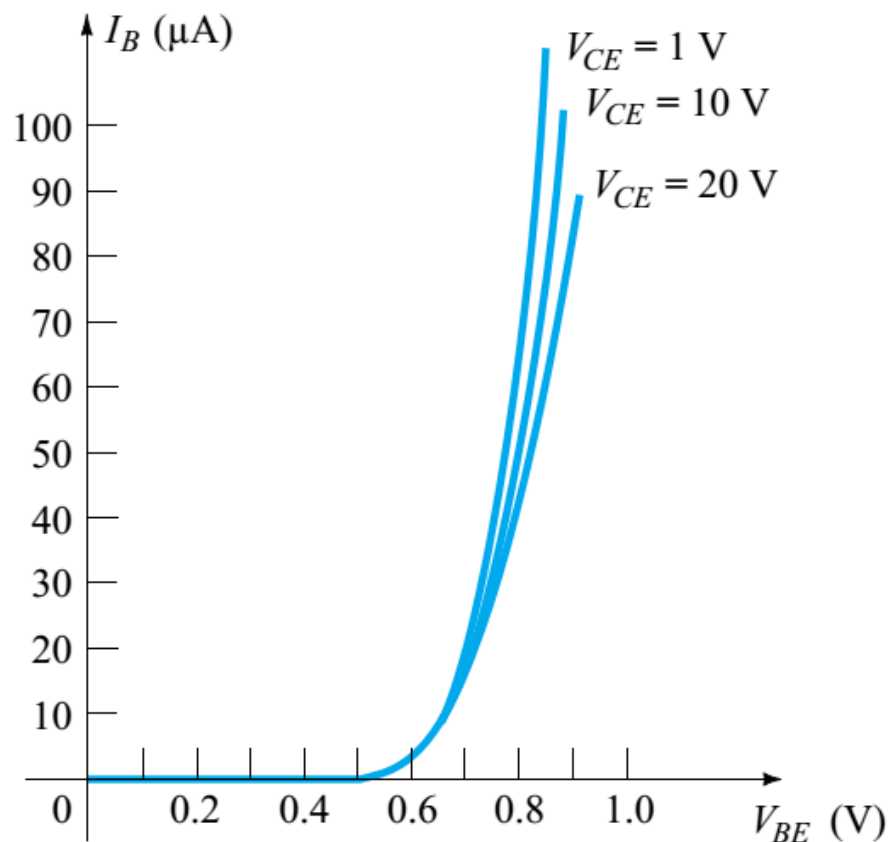
- Đặc tuyến ngõ vào.
- Đặc tuyến truyền
- Đặc tuyến ngõ ra





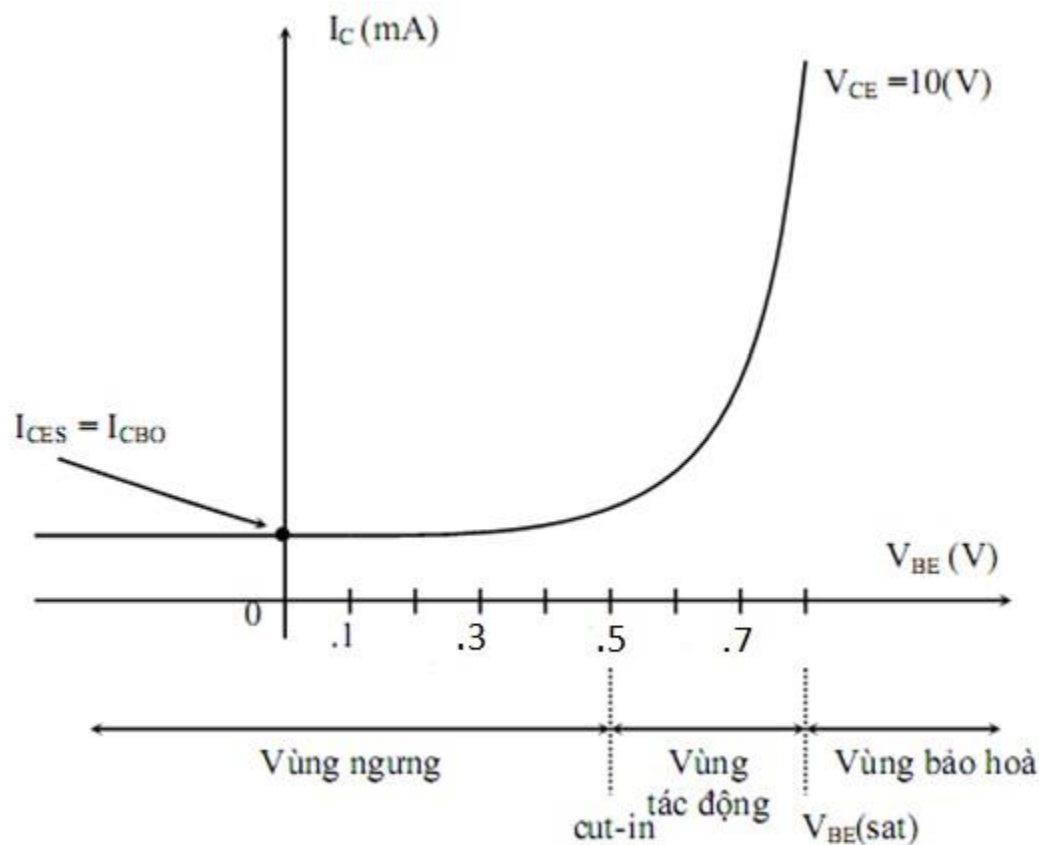
# 1. Đặc tuyến ngõ vào

Biểu diễn sự thay đổi của dòng điện  $I_B$  theo điện thế ngõ vào  $V_{BE}$ . Trong đó hiệu thế thu phát  $V_{CE}$  chọn làm thông số.

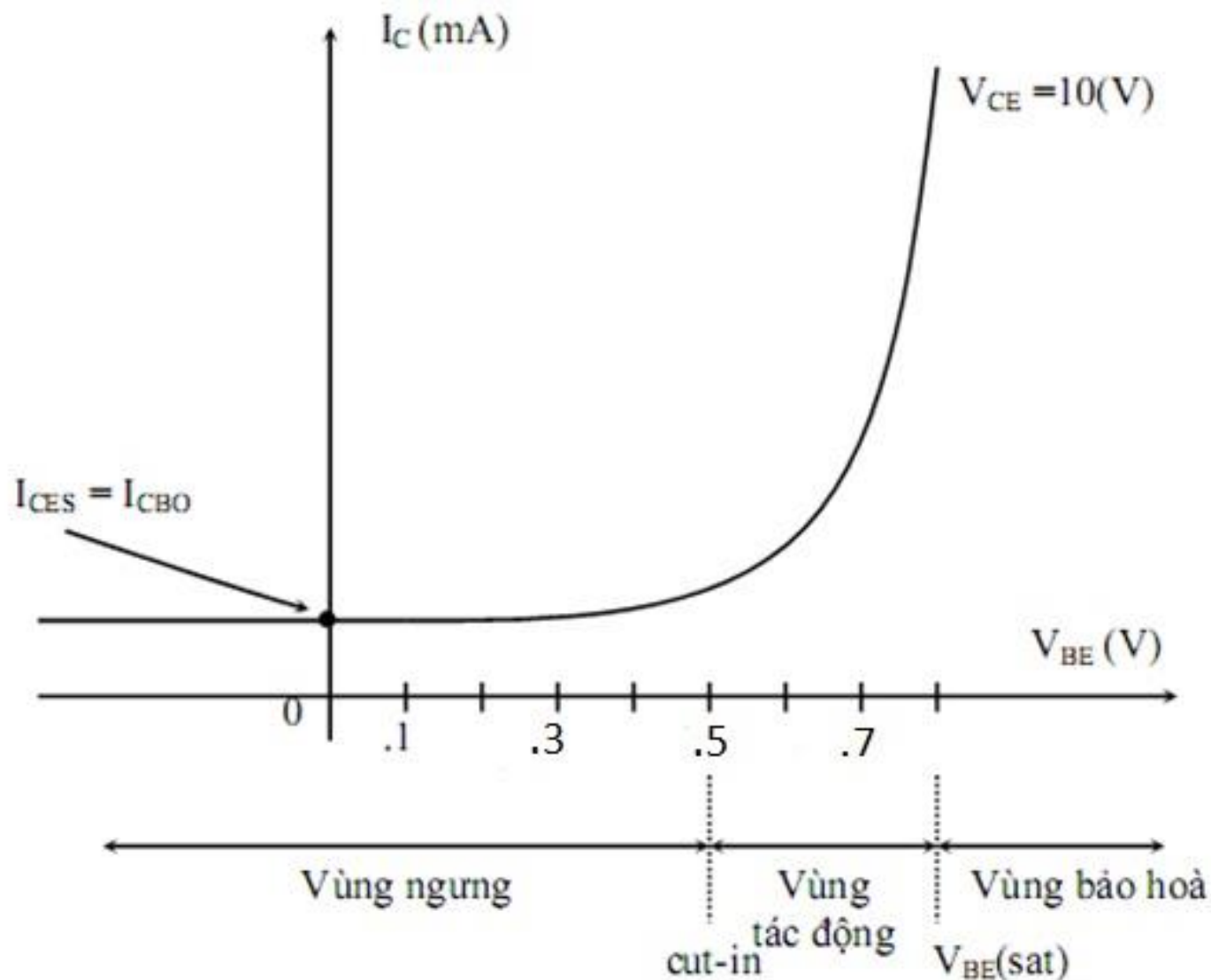


## 2. Đặc tuyến truyền: (Transfer characteristic curve)

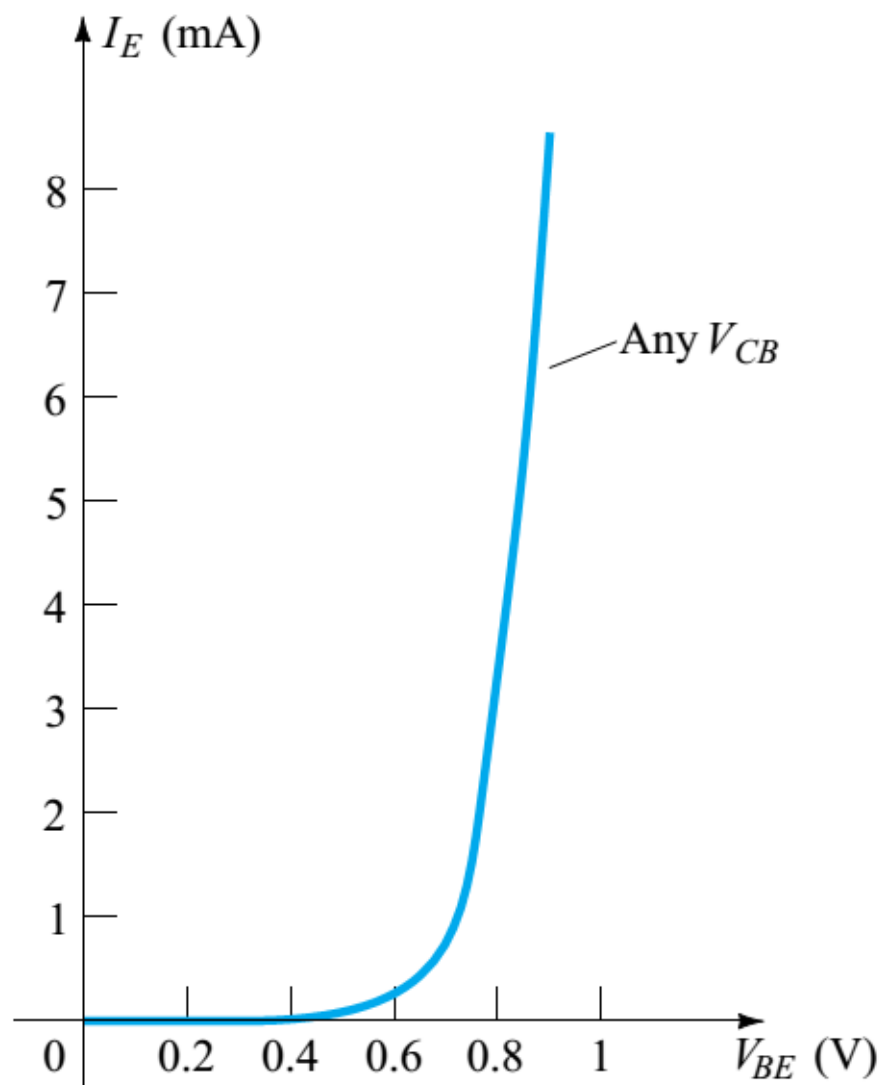
Đặc tuyến truyền biểu diễn sự thay đổi của dòng điện ngõ ra  $I_C$  theo điện thế với điện thế ngõ ra  $V_{CE}$  làm thông số.



## 2. Đặc tuyến truyền đạt:



## 2. Đặc tuyến truyền đạt:



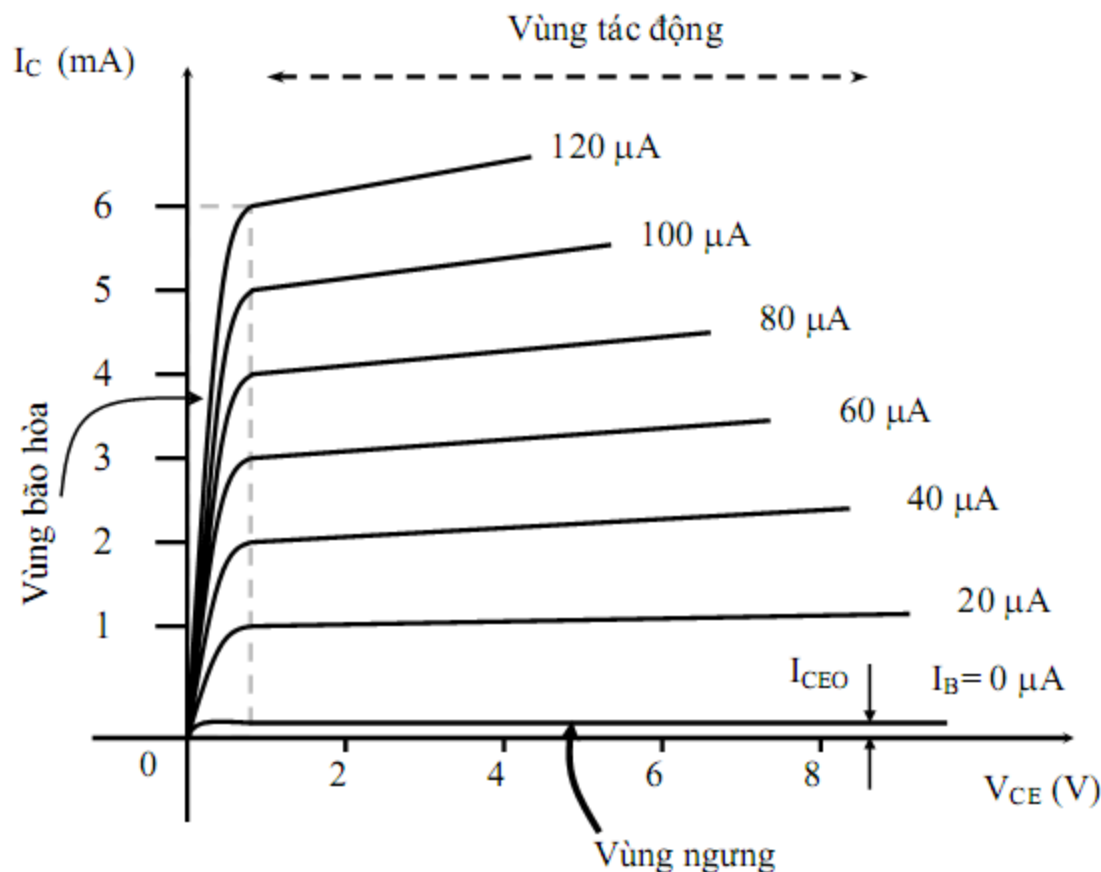
Đối với transistor Si, vùng hoạt động có  $V_{BE}$  nằm trong khoảng 0,5-0,8V. Trong vùng này, đặc tuyến truyền có dạng hàm mũ. Ở vùng vùng bão hoà, dòng  $I_C$  tăng nhanh khi  $V_{BE}$  thay đổi. Ở vùng ngưng dẫn, khi  $V_{BE}$  còn nhỏ, dòng rỉ qua transistor  $I_{CES}$  rất nhỏ, thường xấp xỉ  $I_{CBO}$ .

Ngay cả trong vùng hoạt động, khi  $V_{BE}$  thay đổi một lượng nhỏ (từ dòng  $I_B$  thay đổi) thì dòng  $I_C$  thay đổi một lượng khá lớn. Vì thế, trong các ứng dụng, người ta dùng điện thế cực nền  $V_B$  làm điện thế điều khiển và cực B còn gọi là cực khiển.

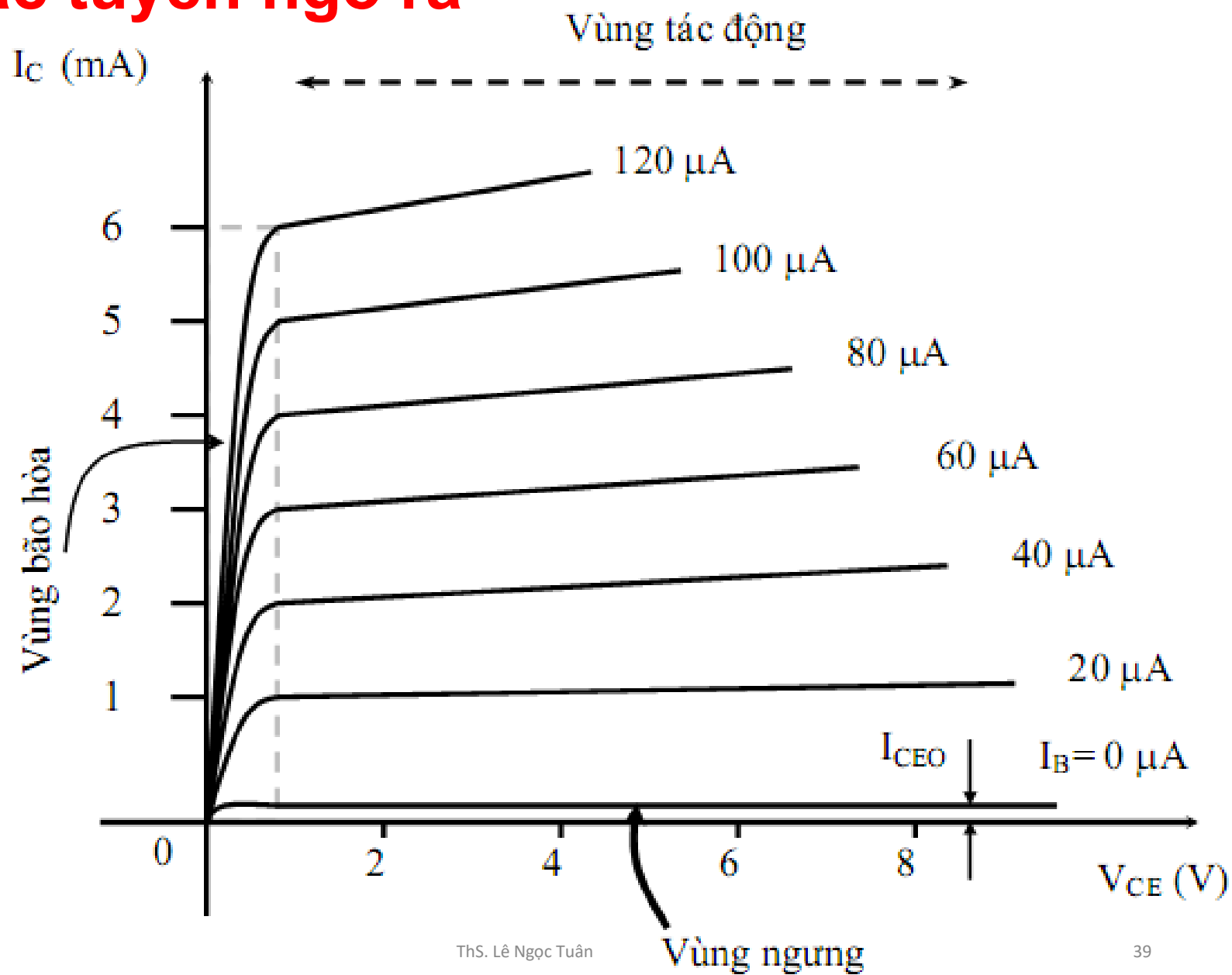
### 3. Đặc tuyến ngõ ra:

Biểu diễn dòng điện cực thu  $I_C$  theo điện thế ngõ ra  $V_{CE}$  với dòng điện ngõ vào  $I_B$  được chọn làm thông số.

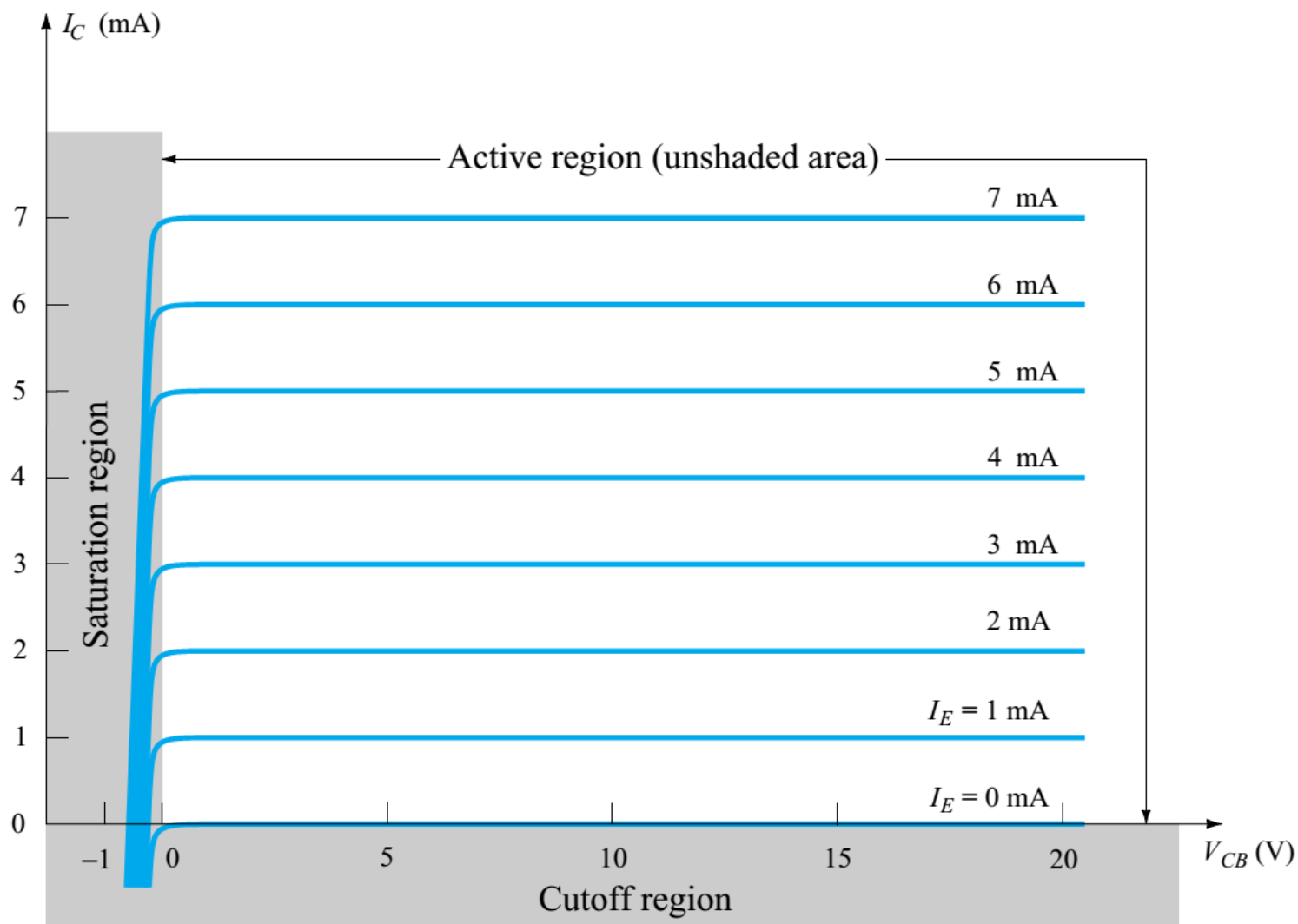
Khi nối tắt  $V_{BE}$   
(tức  $I_B=0$ )  
dòng điện cực  
thu xấp xỉ  
dòng điện rì  
 $I_{CEO}$ .



### 3. Đặc tuyến ngõ ra

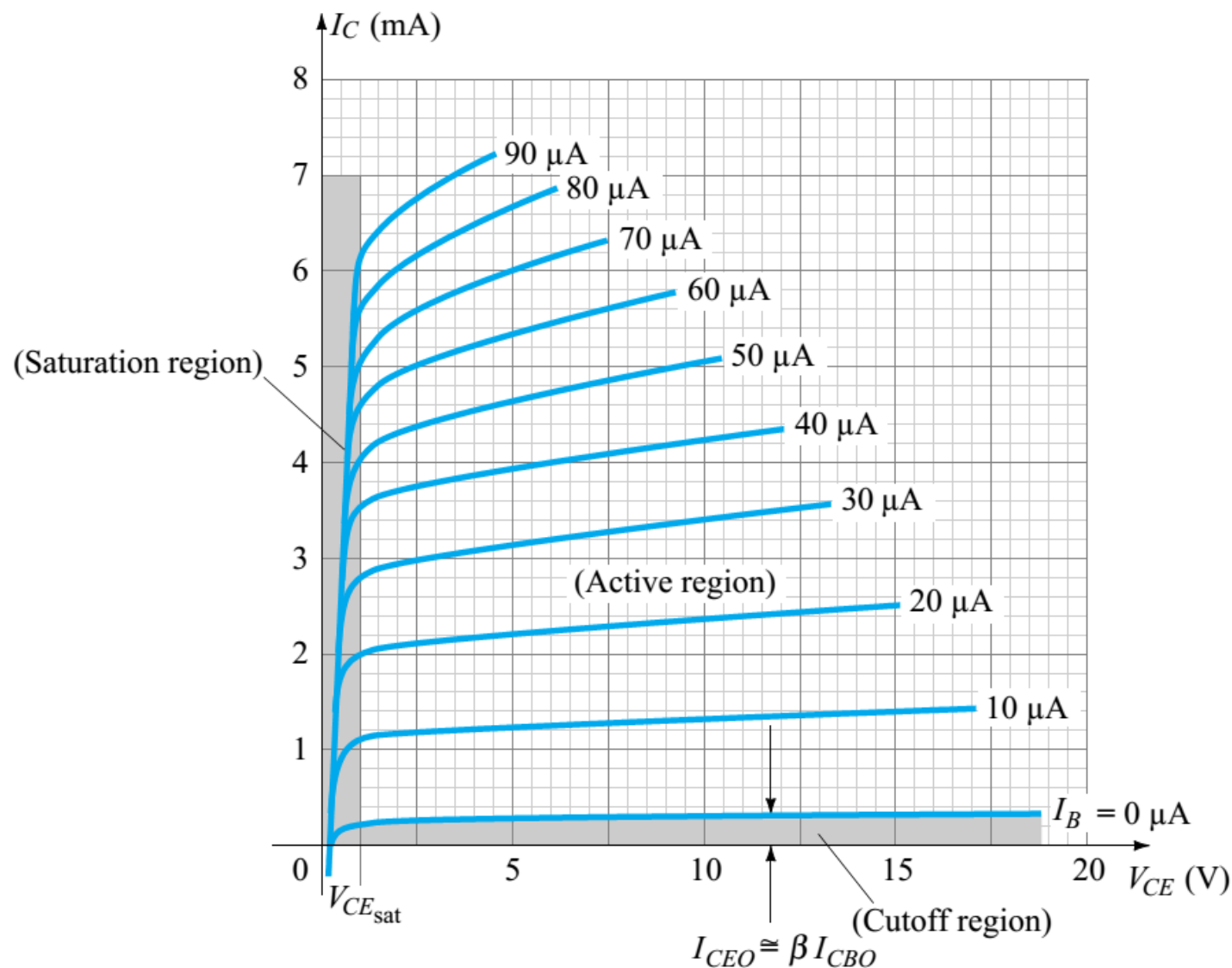


# 3. Đặc tuyến ngõ ra

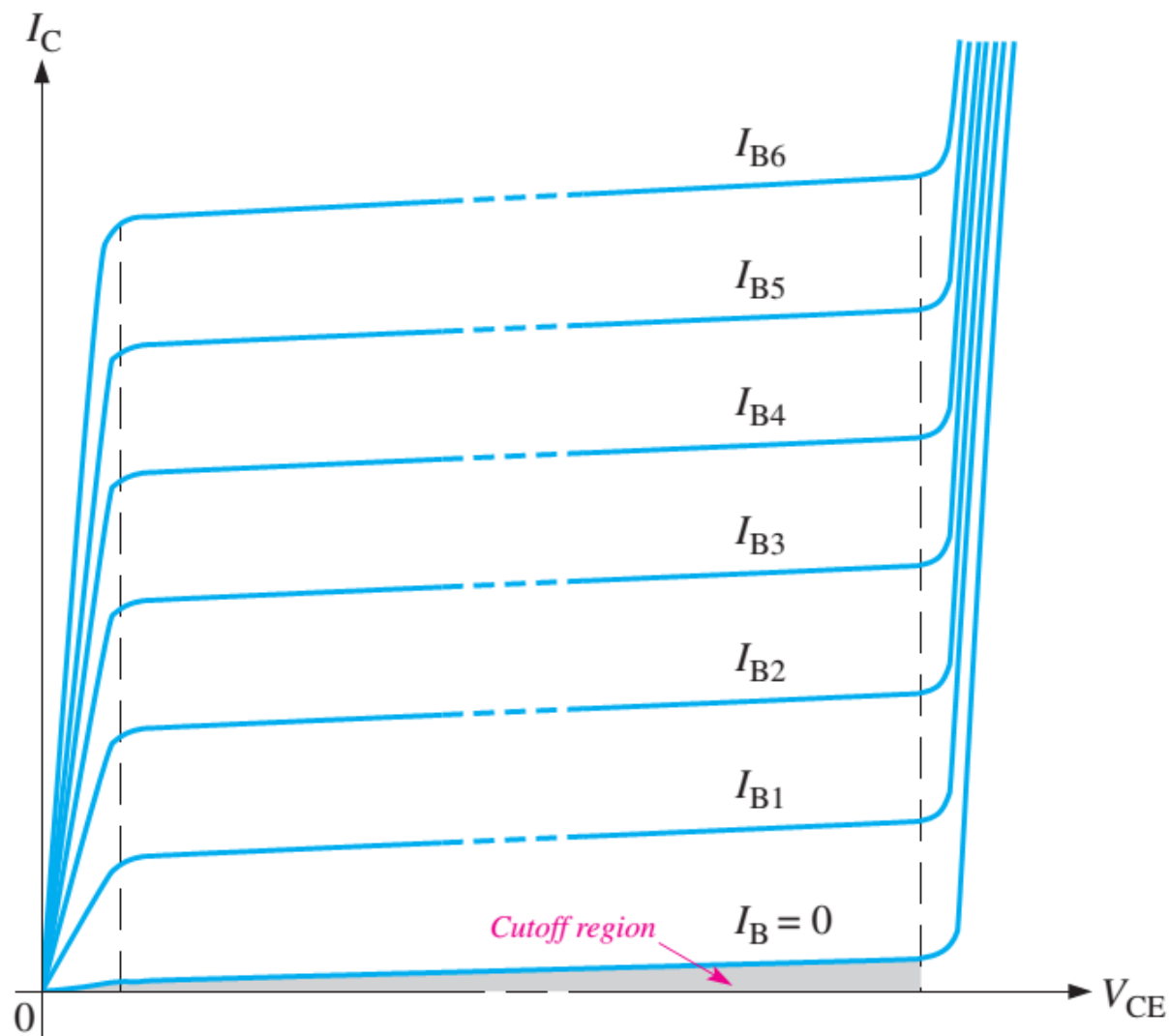




# 3. Đặc tuyến ngõ ra



# 3. Đặc tuyến ngõ ra



- Vùng có  $I_B = 0$  gọi là chế độ **cắt dòng**, lúc đó  $I_C \approx 0$ .
- Vùng có  $I_B$  vừa phải,  $I_C$  chịu sự điều khiển của  $I_B$  : chế độ **khuếch đại tích cực**.
- Vùng có  $I_B$  tương đối lớn, do đó  $I_C$  cũng lớn,  $I_B$  mất tác dụng điều khiển  $I_C$  : chế độ **bão hòa**.
- Vùng có  $V_{CE}$  quá lớn,  $I_C$  tăng mạnh: chế độ **đánh thủng**.

## 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên các đặc tuyến của BJT.

Khi nhiệt độ làm việc của BJT tăng cao sẽ làm hệ số KĐ của BJT giảm xuống bằng 1.

Ổn định nhiệt cho BJT bằng cách mắc 1 điện trở (hoặc nhiệt trở) nhỏ ở cực E

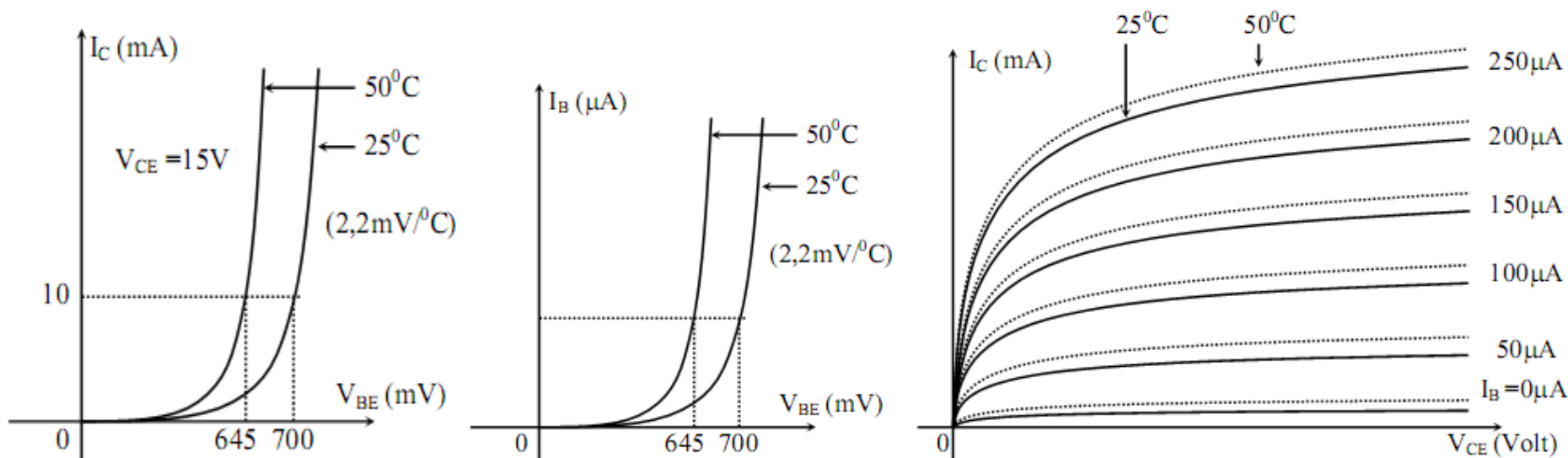
### 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên các đặc tuyến của BJT.

Như ta đã thấy, các tính chất điện của chất bán dẫn đều thay đổi theo nhiệt độ. Do đó, các đặc tuyến của BJT đều thay đổi khi nhiệt độ thay đổi.

- Khi nhiệt độ tăng, các dòng của cực thu ( $I_{CBO}$ ,  $I_{CEO}$ ,  $I_{CES}$ ) đều tăng.
- Khi nhiệt độ tăng, các độ lợi điện thế  $\alpha_{DC}$ ,  $\beta_{DC}$  cũng tăng.
- Khi nhiệt độ tăng, điện thế phân cực thuận (điện thế ngưỡng) nối nền phát  $V_{BE}$  giảm. Thông thường,  $V_{BE}$  giảm 2,2mV khi nhiệt độ tăng  $1^{\circ}\text{C}$ .
- Dòng điện rỉ  $I_{CBO}$  tăng gấp đôi khi nhiệt độ tăng  $8^{\circ}\text{C}$  trong transistor Si.

$$I_{CBO}(t^{\circ}\text{C}) = I_{CBO}(25^{\circ}\text{C}) \cdot \left[ 2^{\frac{t-25}{8}} \right]$$

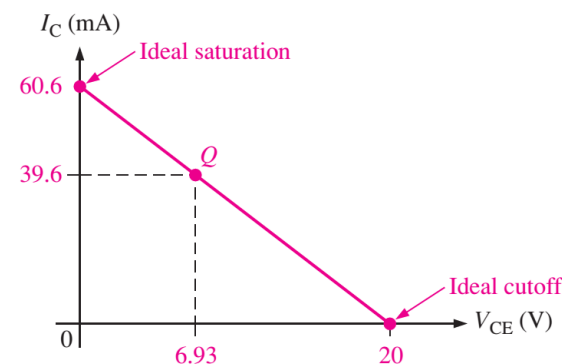
Tác động của nhiệt độ ảnh hưởng quan trọng đến điểm điều hành của transistor. Nó là nguyên nhân làm cho thông số của transistor thay đổi và kết quả là tín hiệu có thể bị biến dạng.



## V. PHÂN CỰC CHO BJT

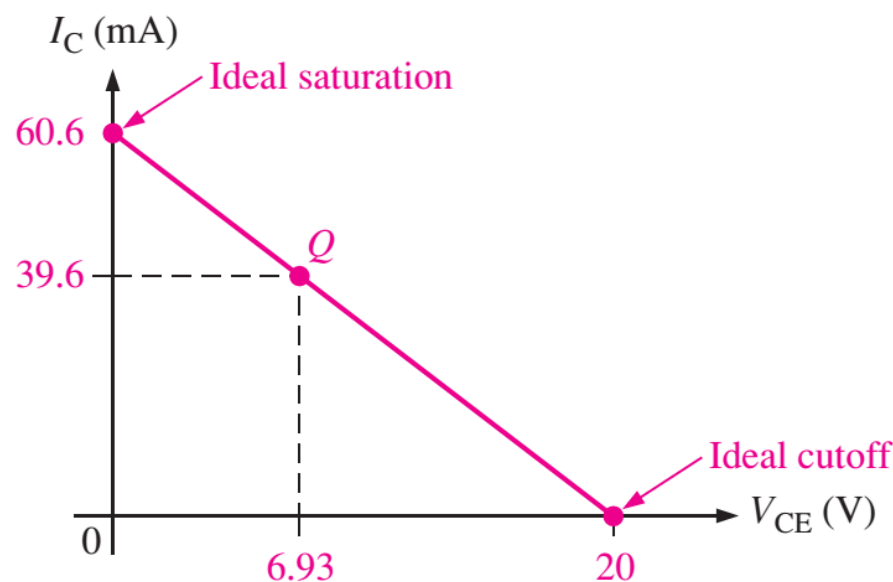
Để sẵn sàng cho BJT làm việc với điện áp AC (ở chế độ KĐ), cần cấp điện áp và dòng điện DC vào các cực cho BJT.

Nếu biết trước nguồn nuôi, các điện trở hạn dòng,  $\beta_{DC}$ ,  $V_{BE(Si)} = 0,7V$ , ta có thể xác định đường tải DC và điểm làm việc Q ( $I_C$ ,  $V_{CE}$ ).

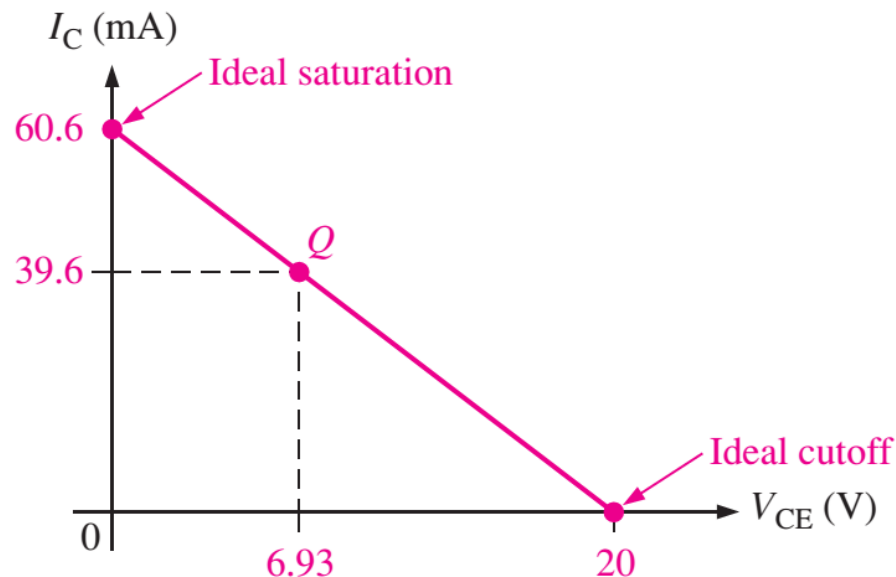
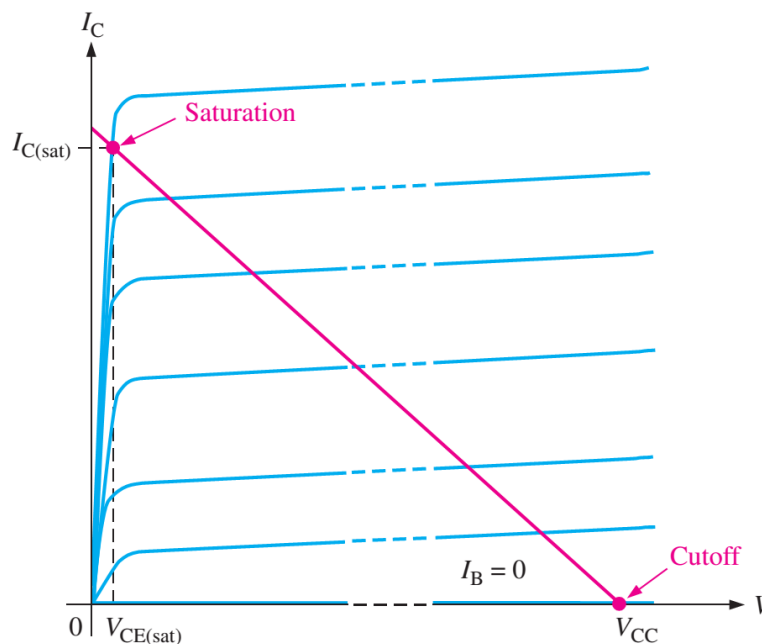


## V. PHÂN CỰC CHO BJT

Nếu biết trước nguồn nuôi, các điện trở hạn dòng,  $\beta_{DC}$ ,  $V_{BE(Si)} = 0,7V$ , ta có thể xác định đường tải DC và điểm làm việc Q ( $I_C$ ,  $V_{CE}$ ).

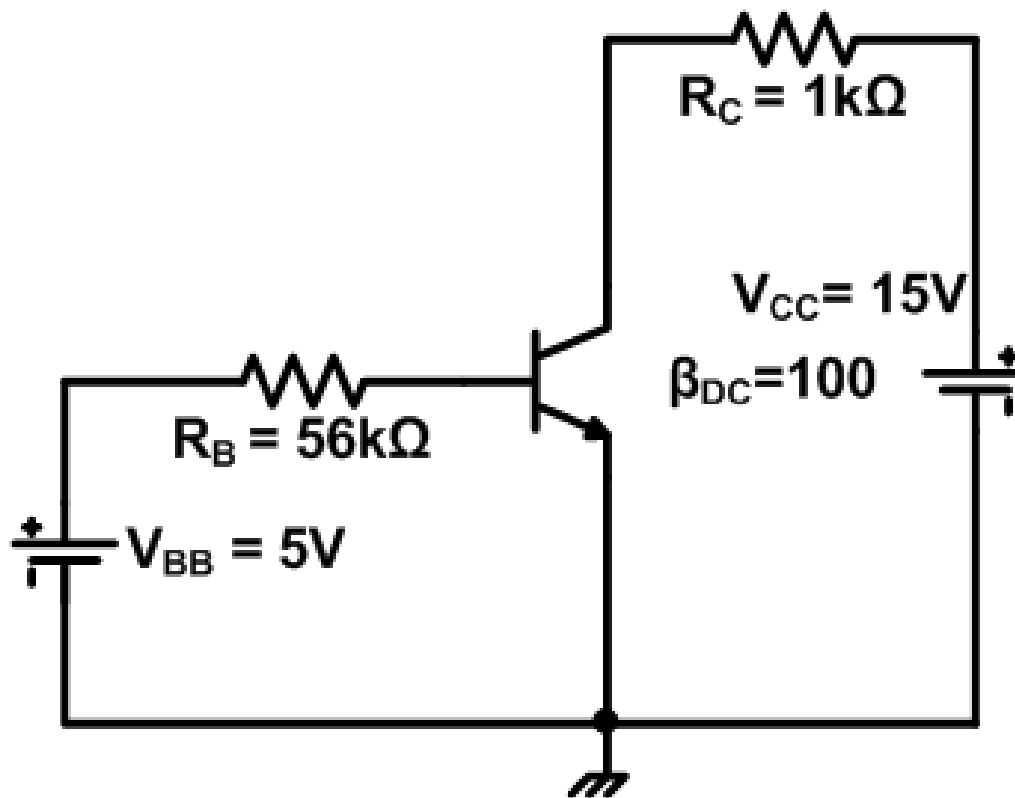


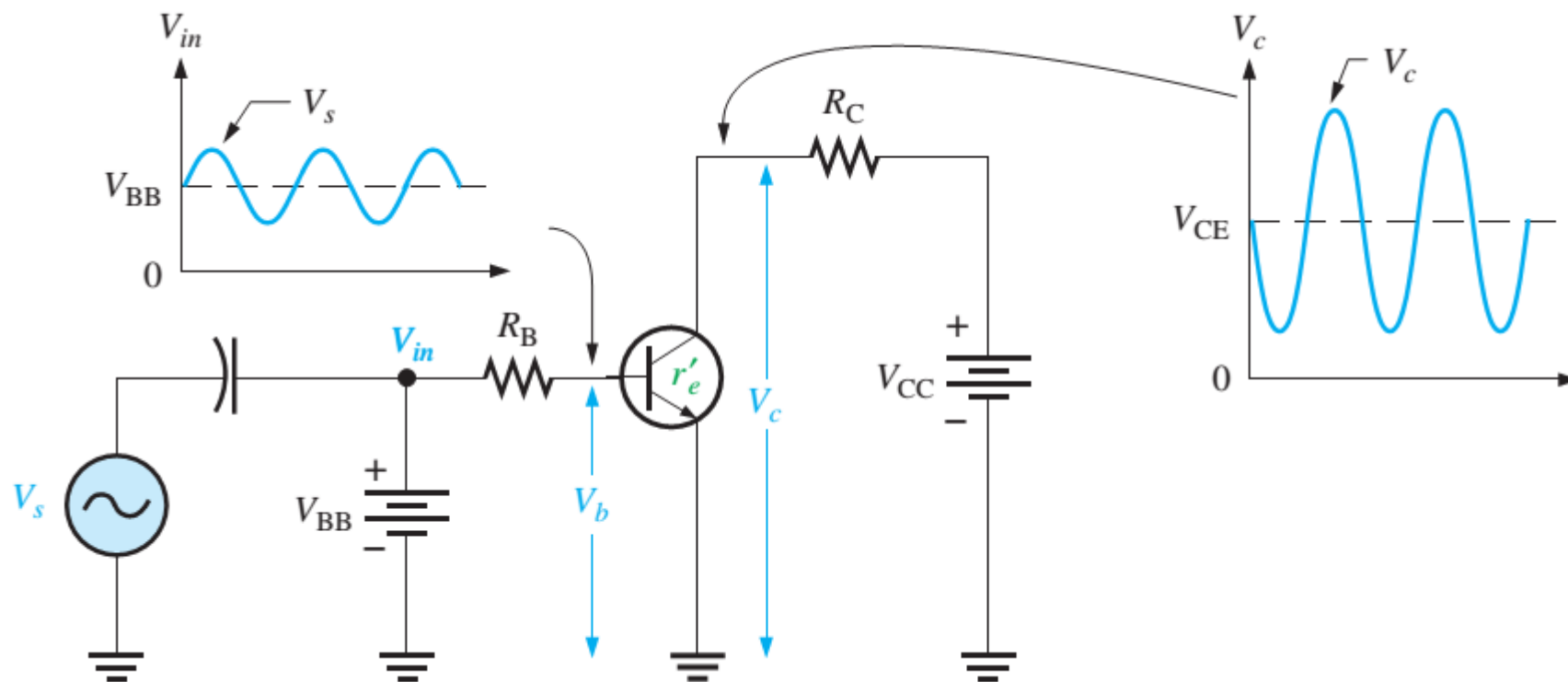




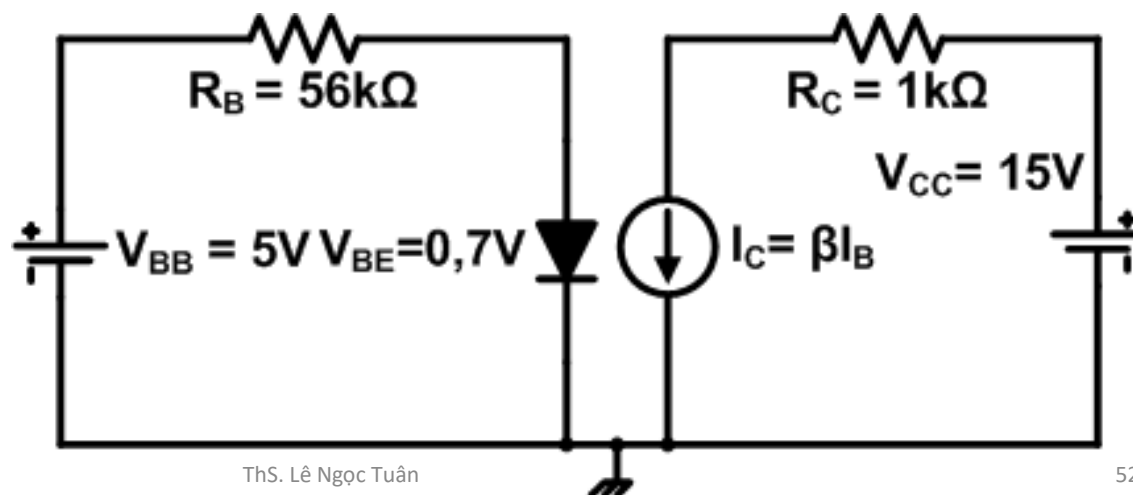
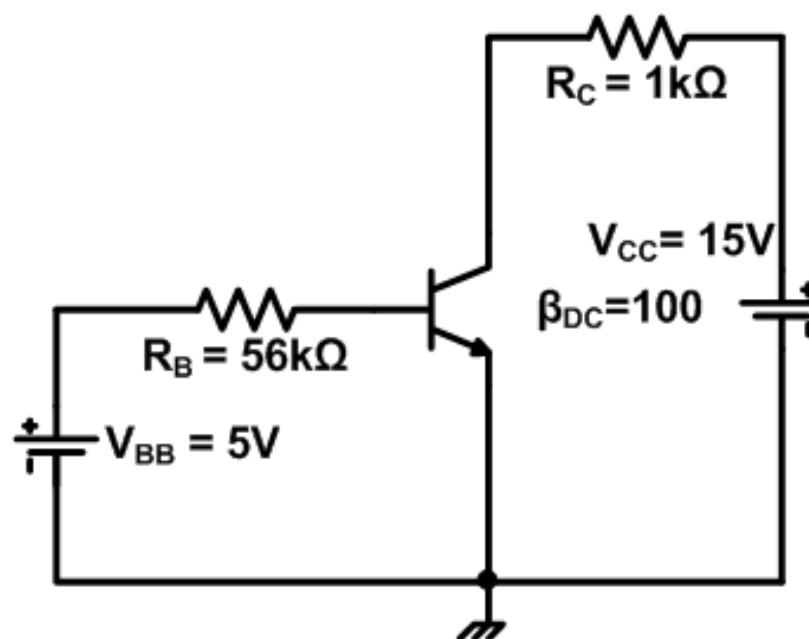
Đường tải tĩnh là quỹ tích điểm phân cực  $Q$ . Khi phân cực mạnh hơn thì điểm  $Q$  chạy lên phía trên. Khi phân cực yếu hơn thì điểm  $Q$  chạy xuống phía dưới. Khi BJT làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu biên độ nhỏ thì phân cực sao cho điểm  $Q$  nằm khoảng giữa đường tải tĩnh là thích hợp.

# 1. Mạch phân cực cơ bản





# 1. Mạch phân cực cơ bản



Also, by Ohm's law,

$$V_{R_B} = I_B R_B$$

Substituting for  $V_{R_B}$  yields

$$I_B R_B = V_{BB} - V_{BE}$$

Solving for  $I_B$ ,

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

The voltage at the collector with respect to the grounded emitter is

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{R_C}$$

Since the drop across  $R_C$  is

$$V_{R_C} = I_C R_C$$

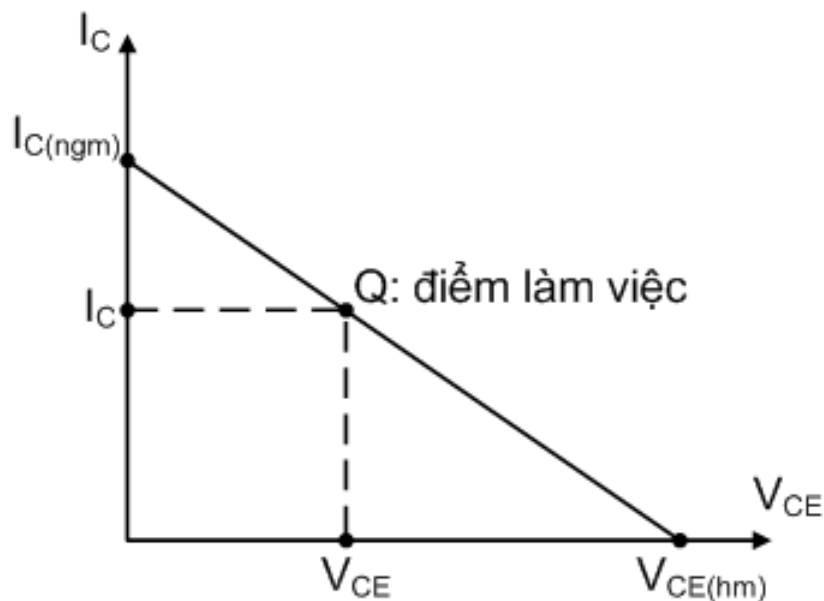
the voltage at the collector with respect to the emitter can be written as

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

where  $I_C = \beta_{DC} I_B$ .

The voltage across the reverse-biased collector-base junction is

$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE}$$



$$PTĐT: I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E}$$

$$V_{CE} = 0: I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$I_C = 0: V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{5V - 0,7V}{56k\Omega} = 76,78\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta_{dc} \cdot I_B = 100 \cdot 76,78\mu A \approx 7,68mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 15 - (7,68mA \cdot 1k\Omega)$$

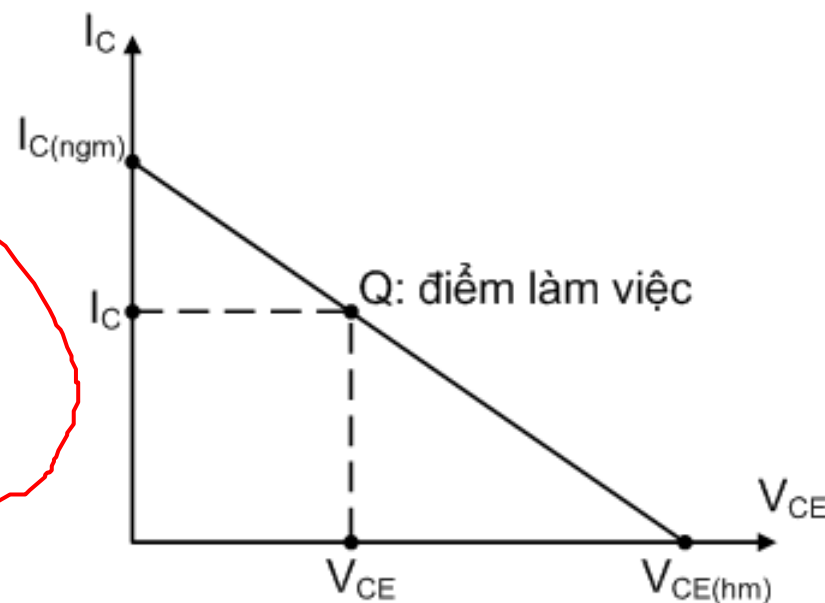
$$V_{CEQ} = 15V - 7,68V = 7,32V$$

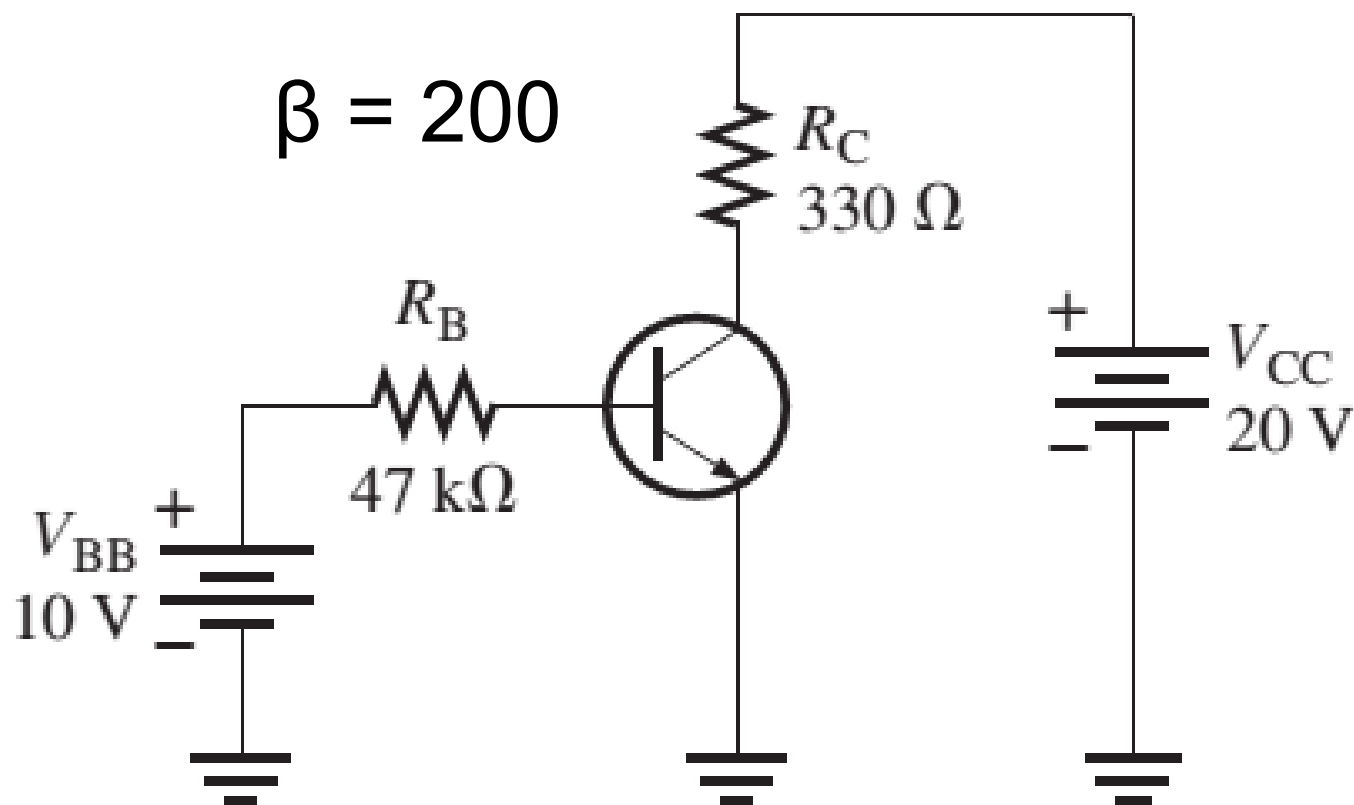
$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} = 7,32 - 0,7 = 6,62V$$

*PTĐT*:  $I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$

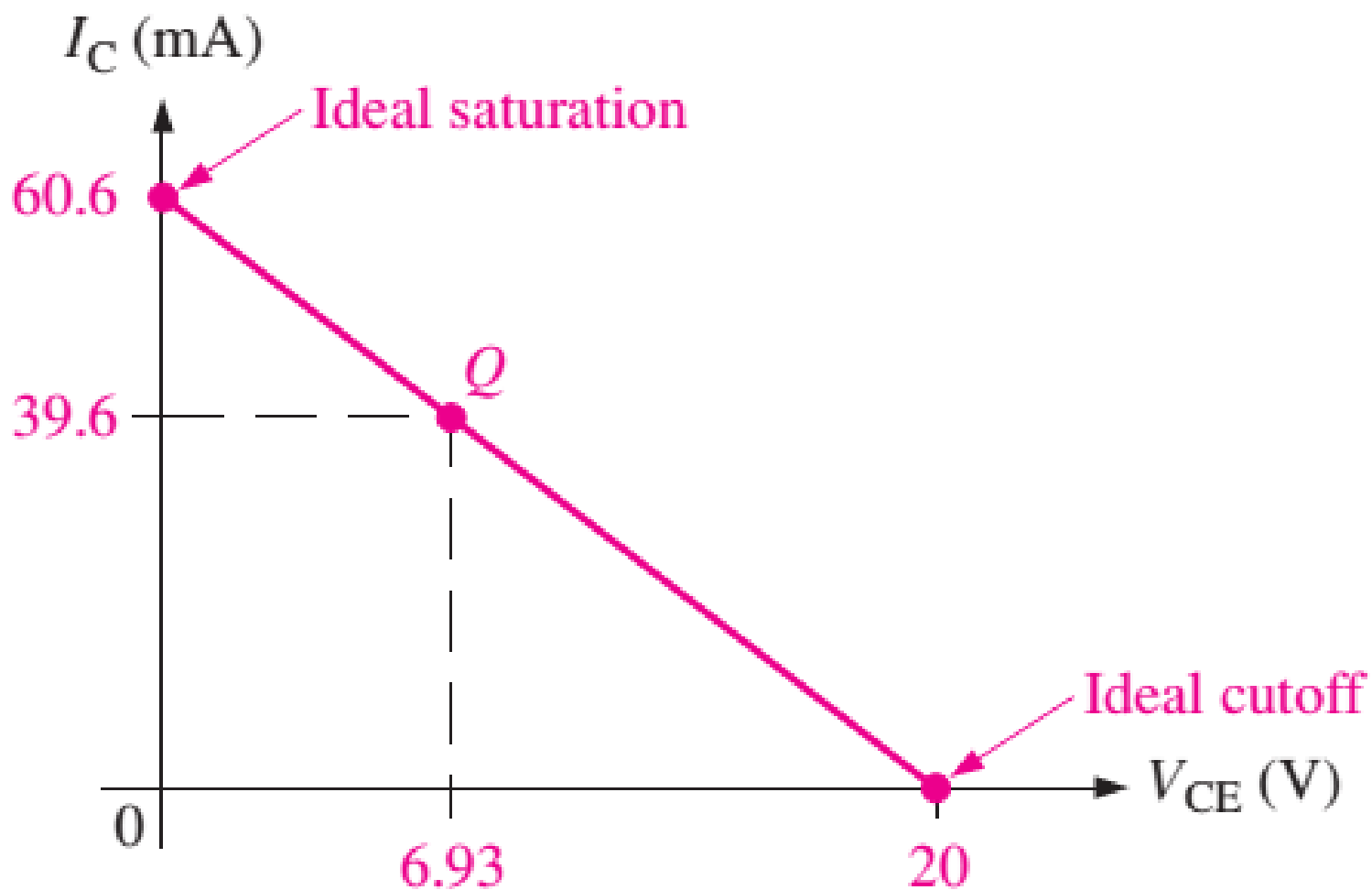
$V_{CE} = 0: I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$

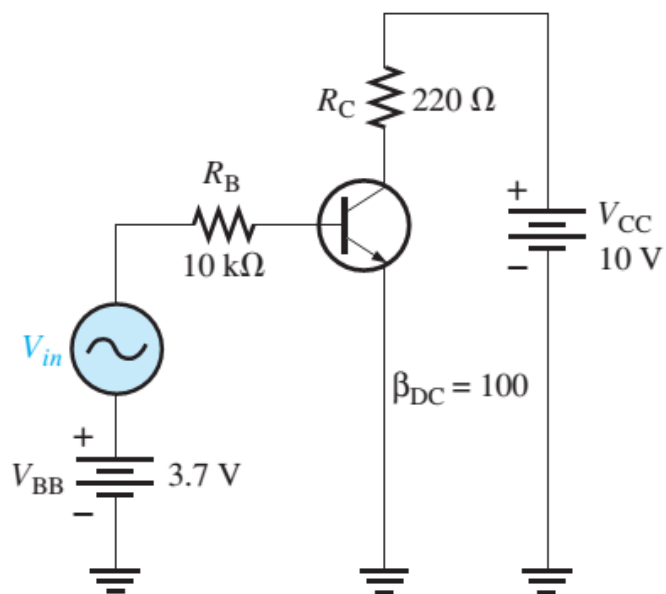
$I_C = 0: V_{CE(hm)} = V_{CC}$







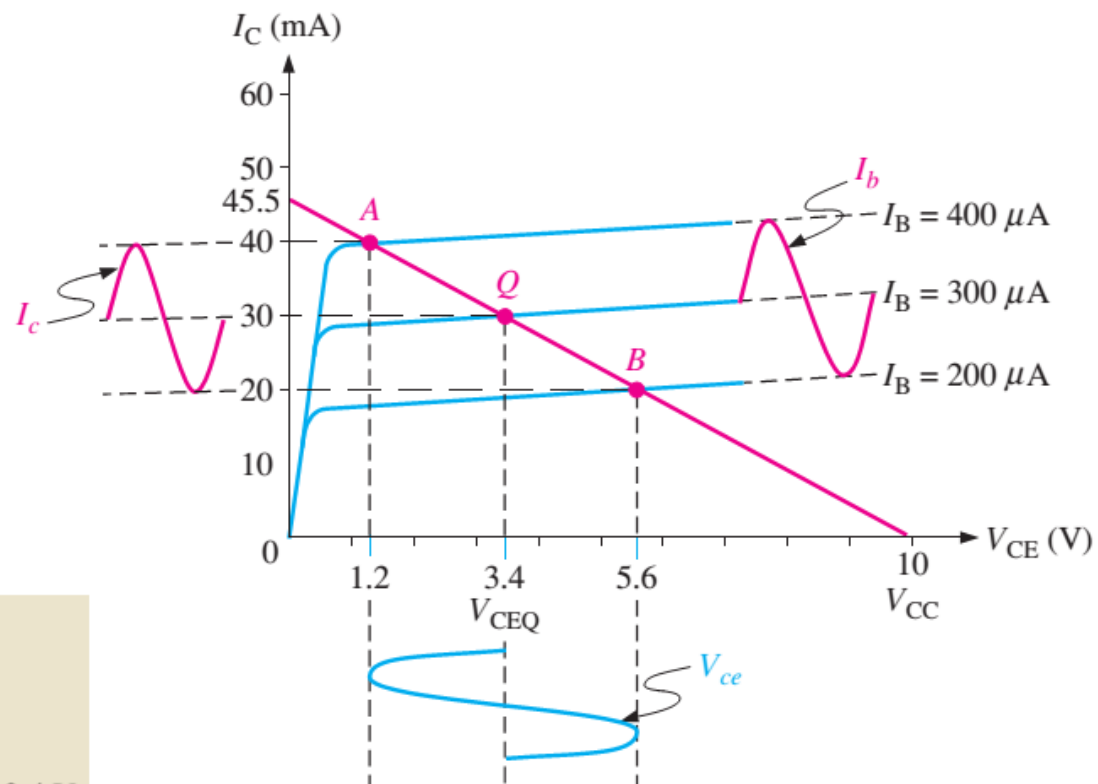




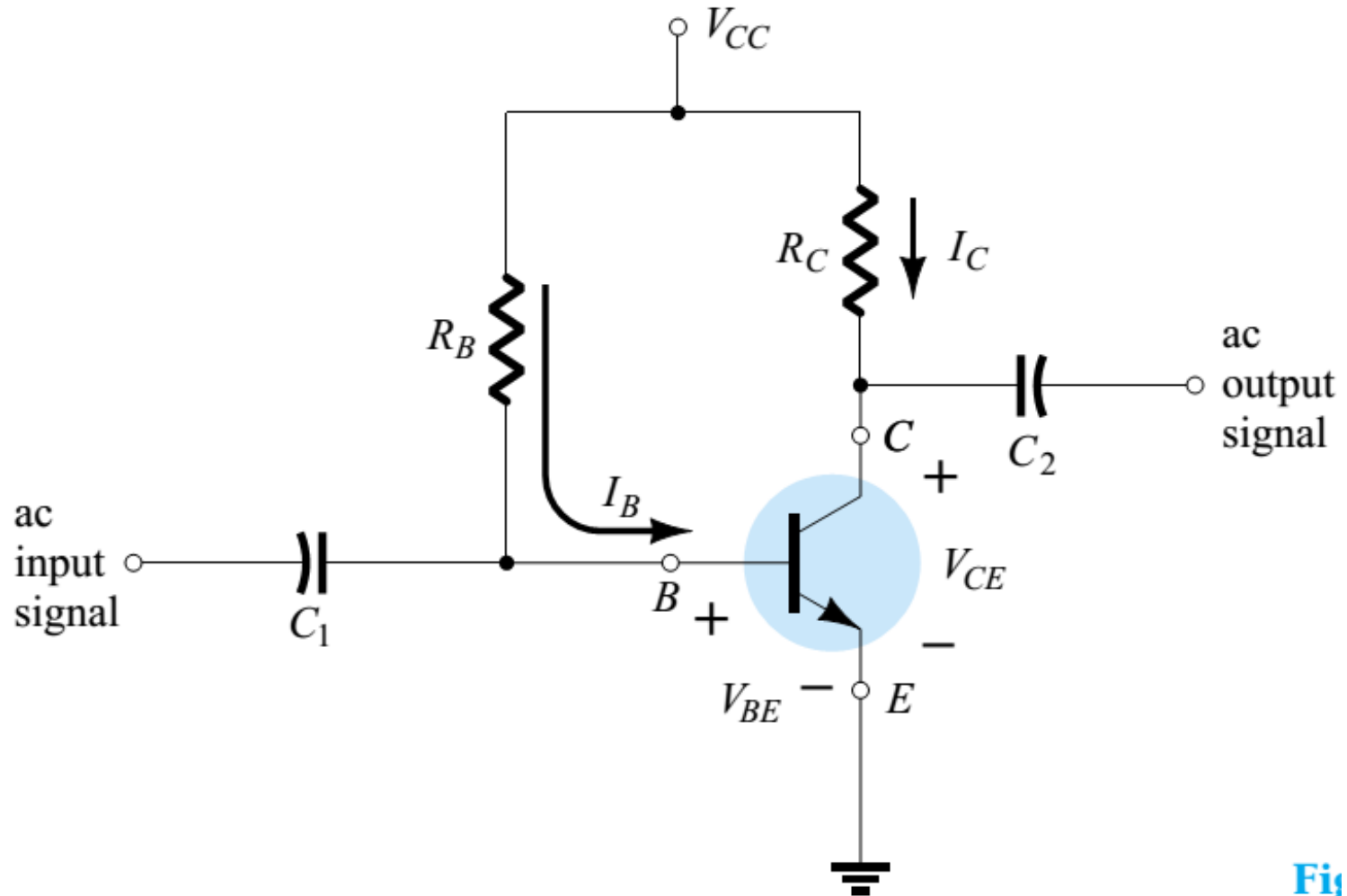
$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - 0.7 \text{ V}}{R_B} = \frac{3.7 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 300 \mu\text{A}$$

$$I_{CQ} = \beta_{DC} I_{BQ} = (100)(300 \mu\text{A}) = 30 \text{ mA}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C = 10 \text{ V} - (30 \text{ mA})(220 \Omega) = 3.4 \text{ V}$$

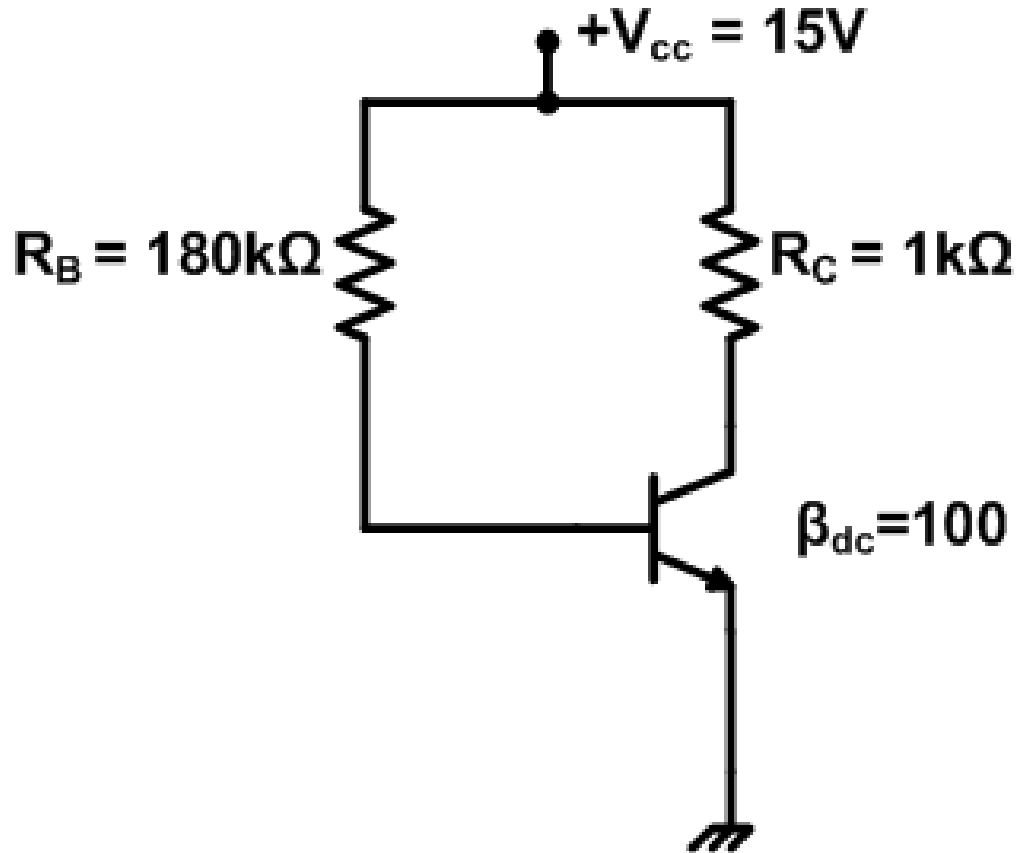


## 2. Phân cực bằng dòng $I_B$



Fig

## 2. Phân cực bằng dòng $I_B$



$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

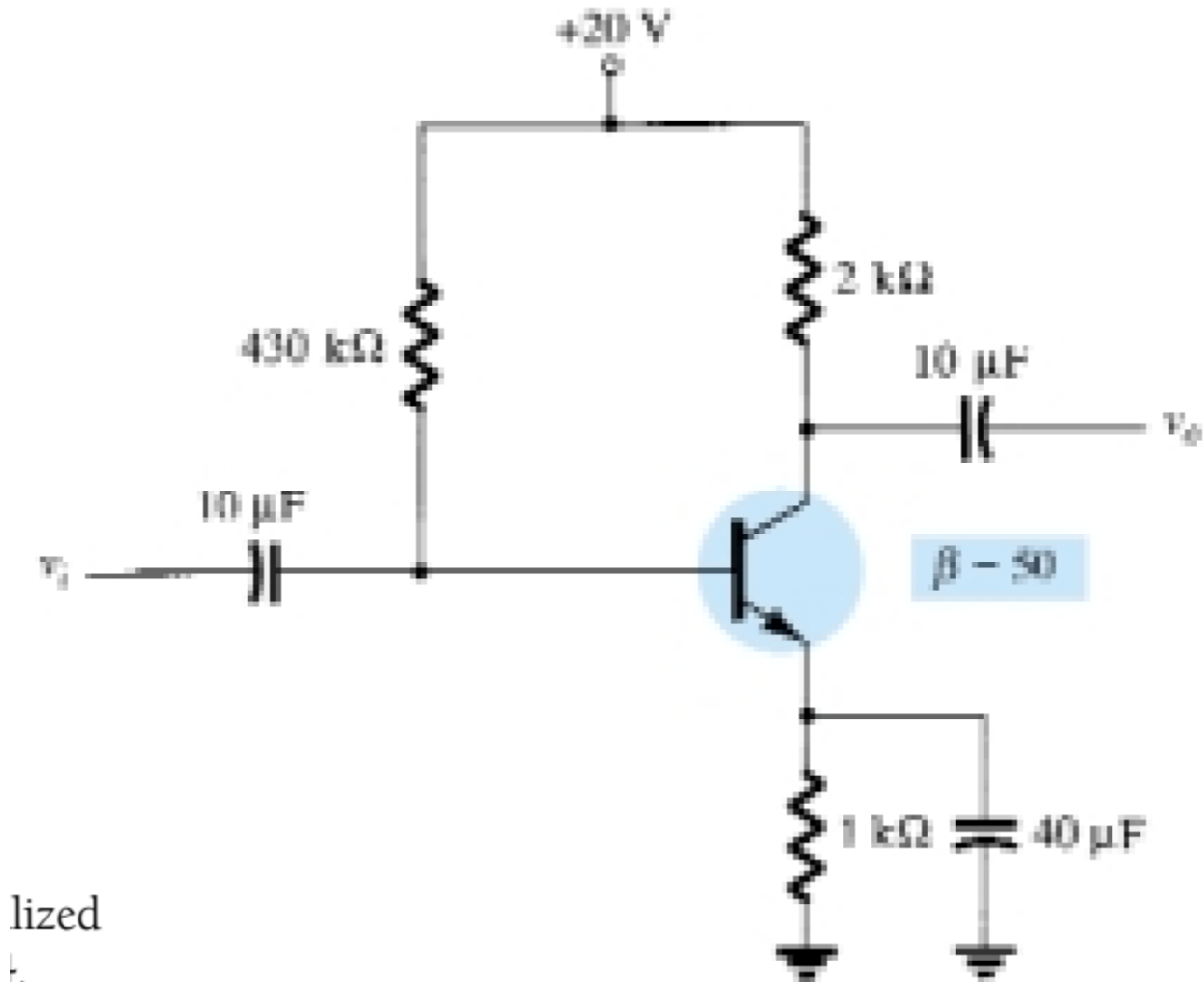
$$I_{CQ} = \beta_{dc} \cdot I_B$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$V_{CE\max} = V_{CC}$$

$$I_{C\max} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

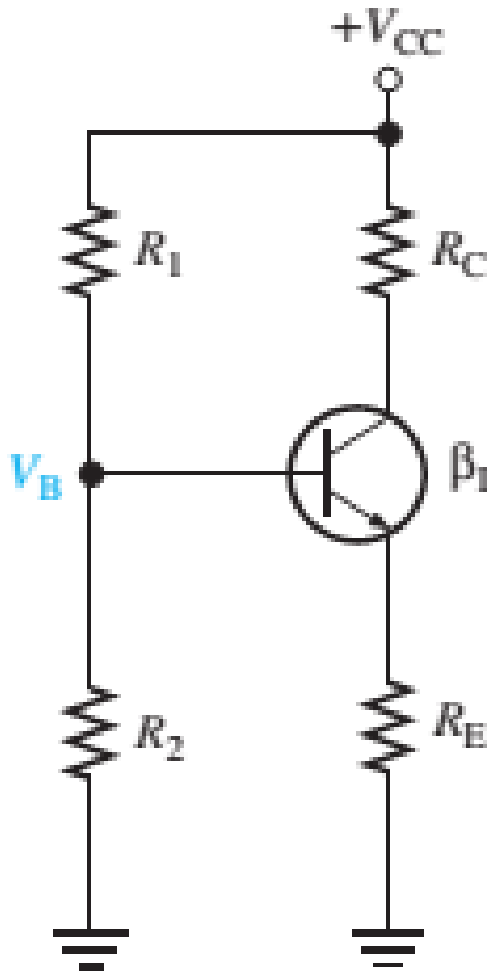
## 2. Phân cực bằng dòng $I_B$



lized  
t.

### 3. Phân cực bằng cầu phân áp

#### CÁCH 1



$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$I_{CQ} \approx I_E$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

#### CÁCH 2

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC};$$

$$R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{TH}}{\beta_{dc}}}$$

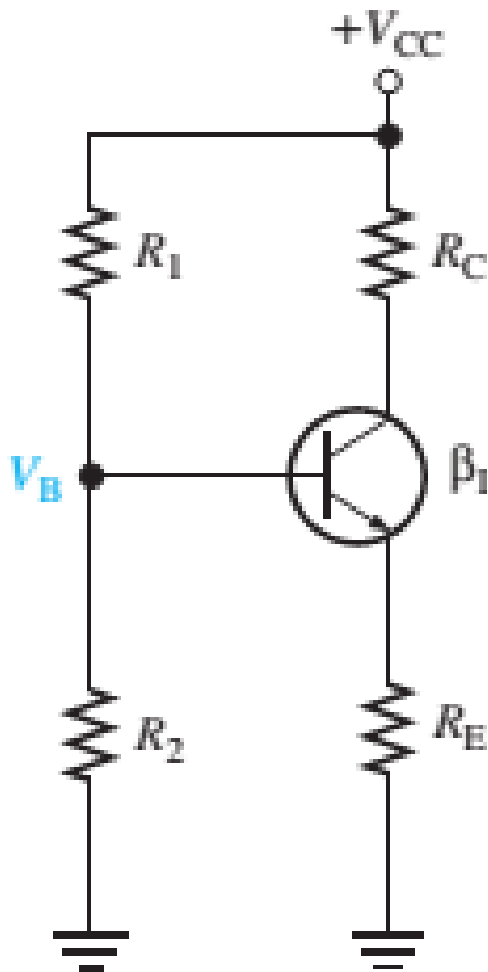
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{EE}}{R_C + R_E}$$

# 3. Phân cực bằng cầu phân áp

## CÁCH 1



$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

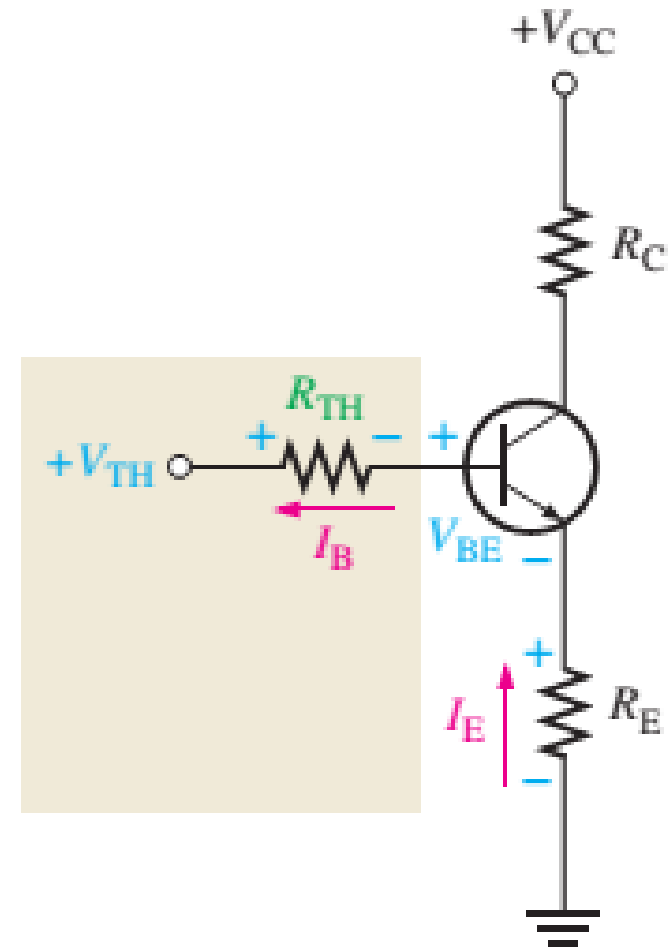
$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$I_{CQ} \approx I_E$$

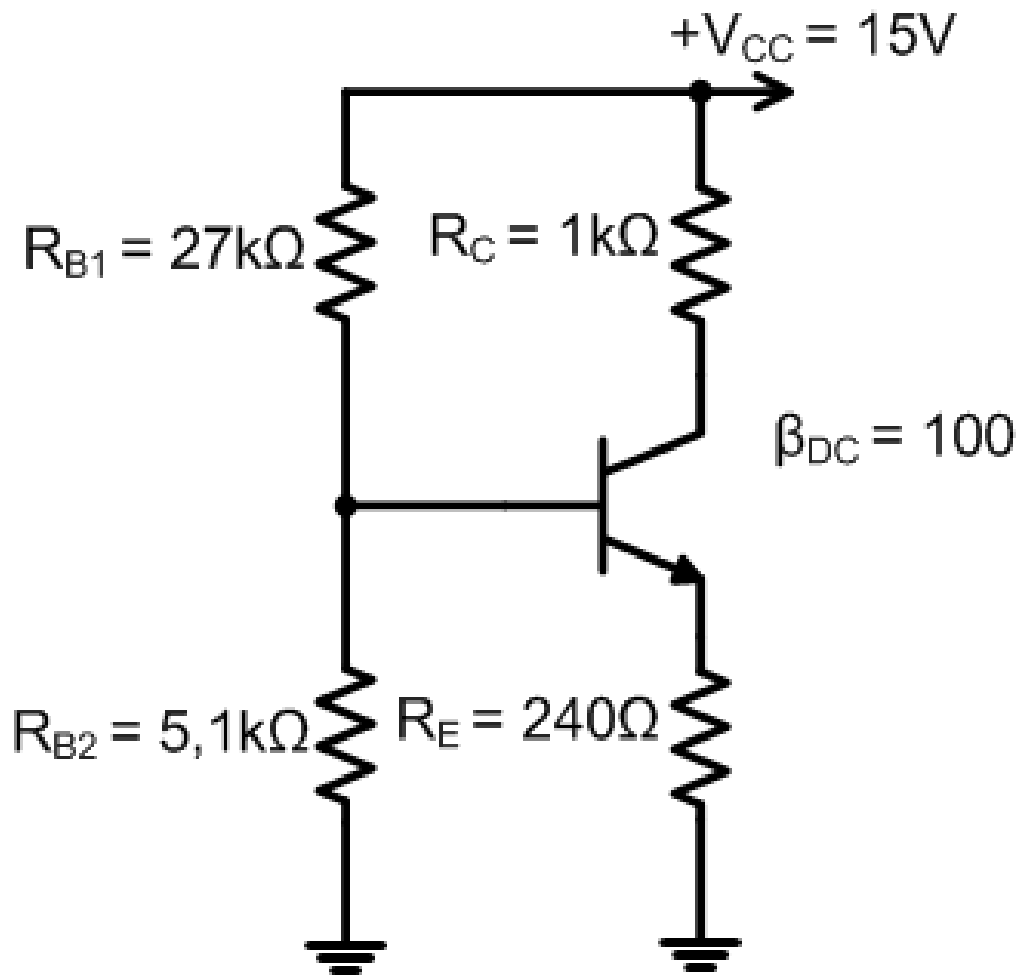
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$



### 3. Phân cực bằng cầu phân áp



$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$I_{CQ} \approx I_E$$

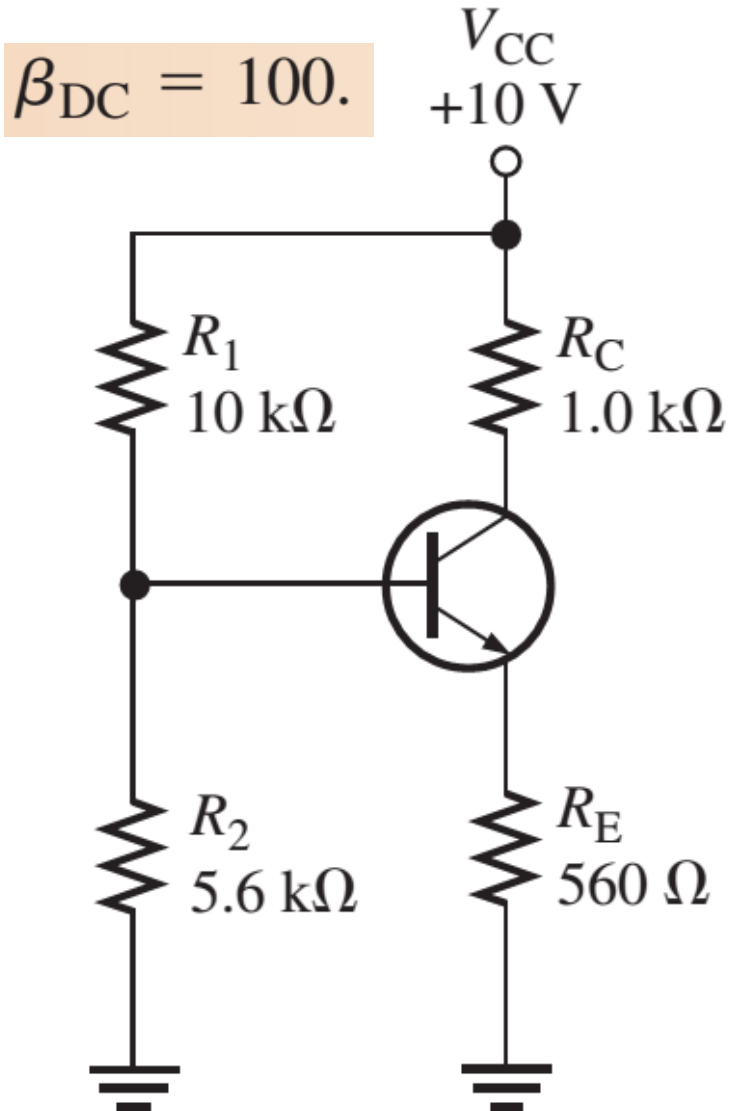
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$



### 3. Phân cực bằng cầu phân áp



CÁCH 2

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC};$$

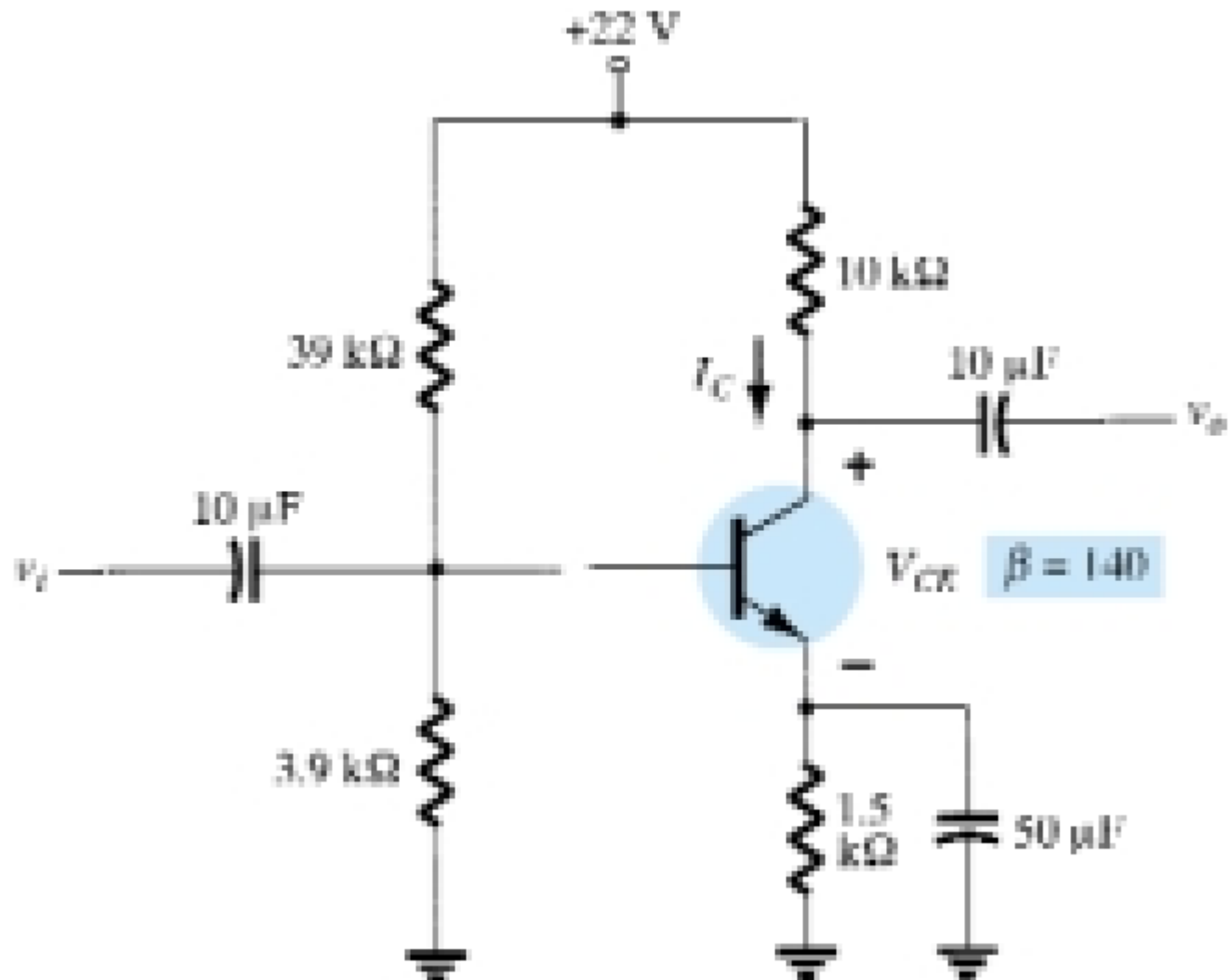
$$R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

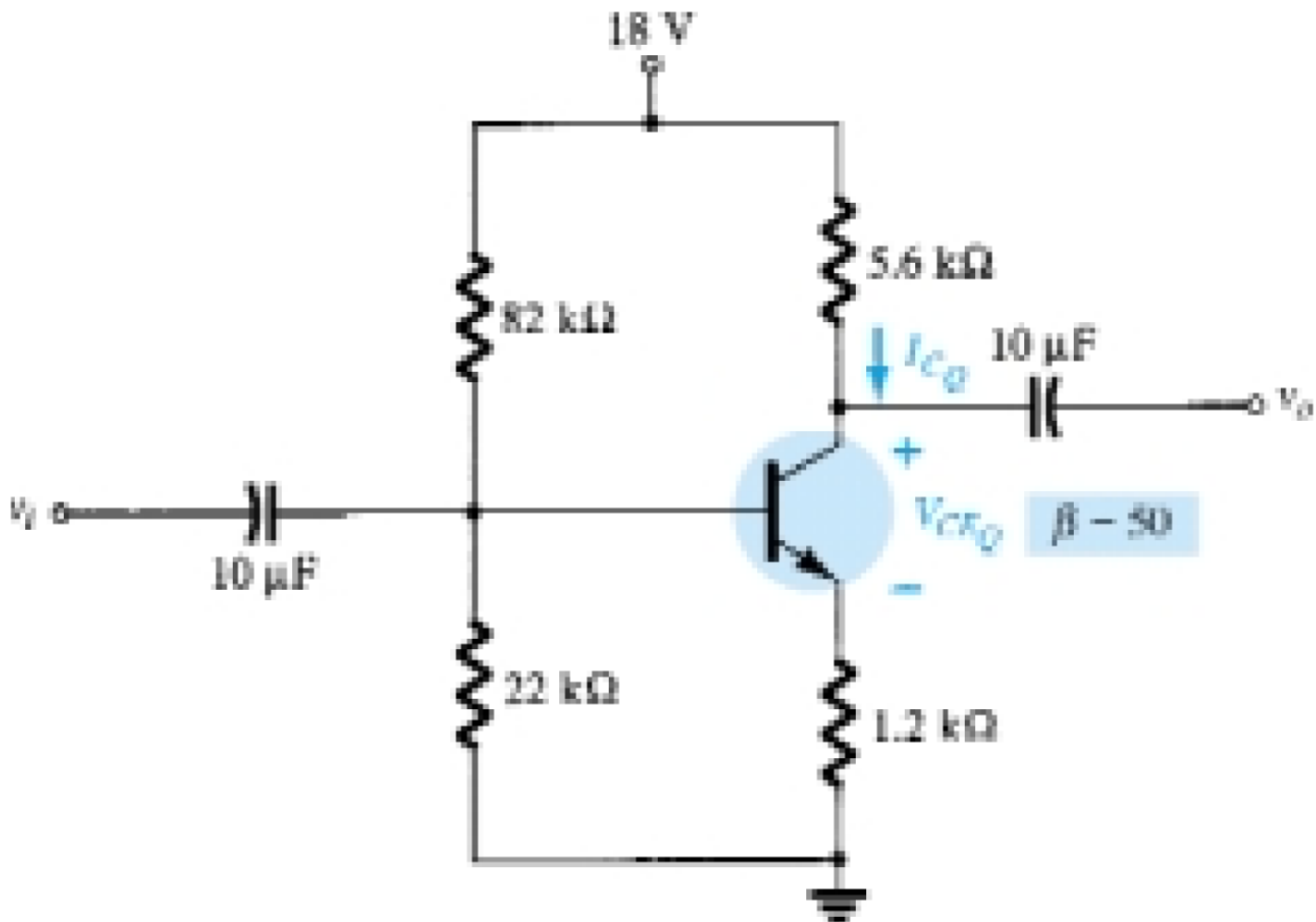
$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{TH}}{\beta_{dc}}}$$

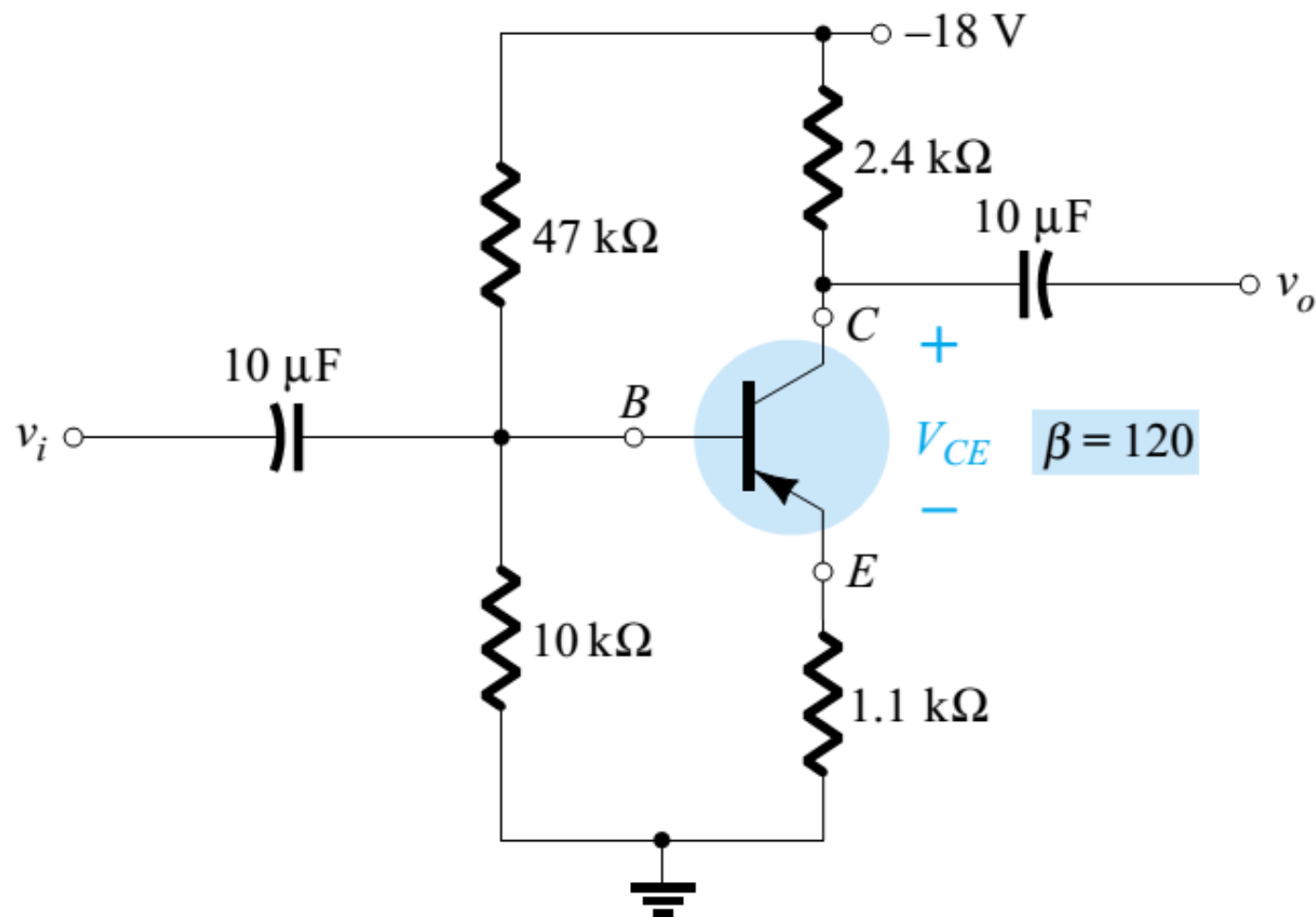
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{EE}}{R_C + R_E}$$







$$V_B = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} = \frac{(10 \text{ k}\Omega)(-18 \text{ V})}{47 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = -3.16 \text{ V}$$

$$+V_B - V_{BE} - V_E = 0$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$\begin{aligned} V_E &= -3.16 \text{ V} - (-0.7 \text{ V}) \\ &= -3.16 \text{ V} + 0.7 \text{ V} \\ &= -2.46 \text{ V} \end{aligned}$$

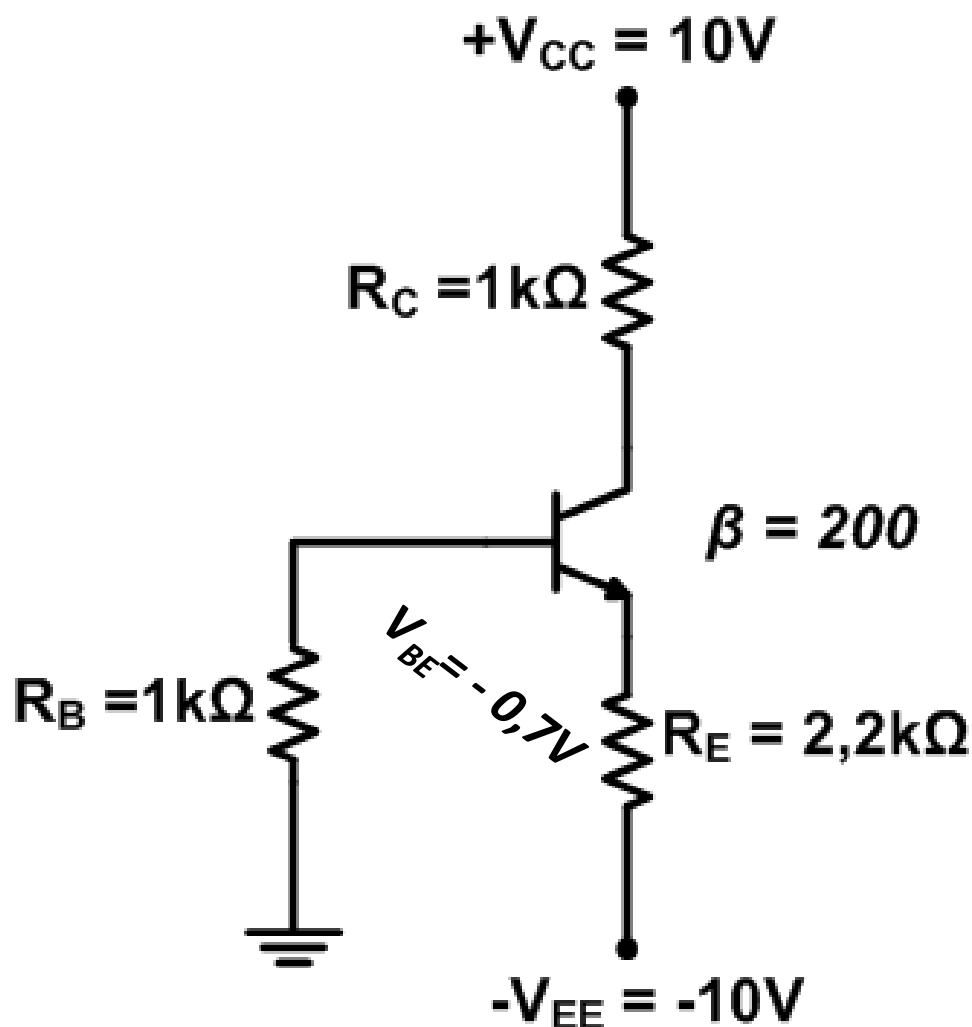
$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{2.46 \text{ V}}{1.1 \text{ k}\Omega} = 2.24 \text{ mA}$$

$$-I_E R_E + V_{CE} - I_C R_C + V_{CC} = 0$$

$$V_{CE} = -V_{CC} + I_C(R_C + R_E)$$

$$\begin{aligned} V_{CE} &= -18 \text{ V} + (2.24 \text{ mA})(2.4 \text{ k}\Omega + 1.1 \text{ k}\Omega) \\ &= -18 \text{ V} + 7.84 \text{ V} \\ &= \mathbf{-10.16 \text{ V}} \end{aligned}$$

## 4. Phân cực bằng dòng $I_E$



$$I_E = \frac{|V_{EE}| - V_{BE}}{R_E}$$

$$I_E \approx I_{C_Q}$$

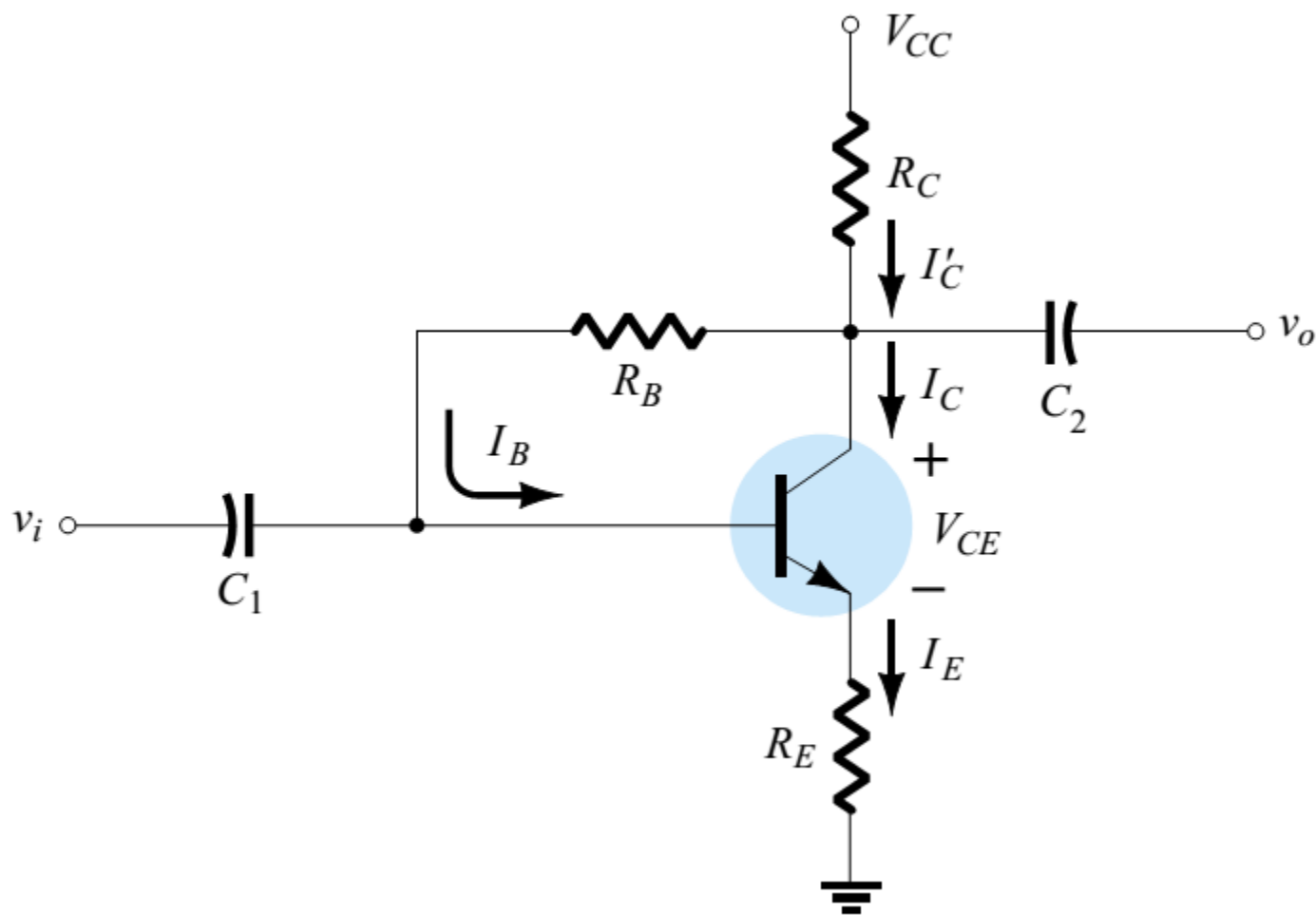
$$V_{C_Q} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$V_{CE_Q} = V_C - V_{BE}$$

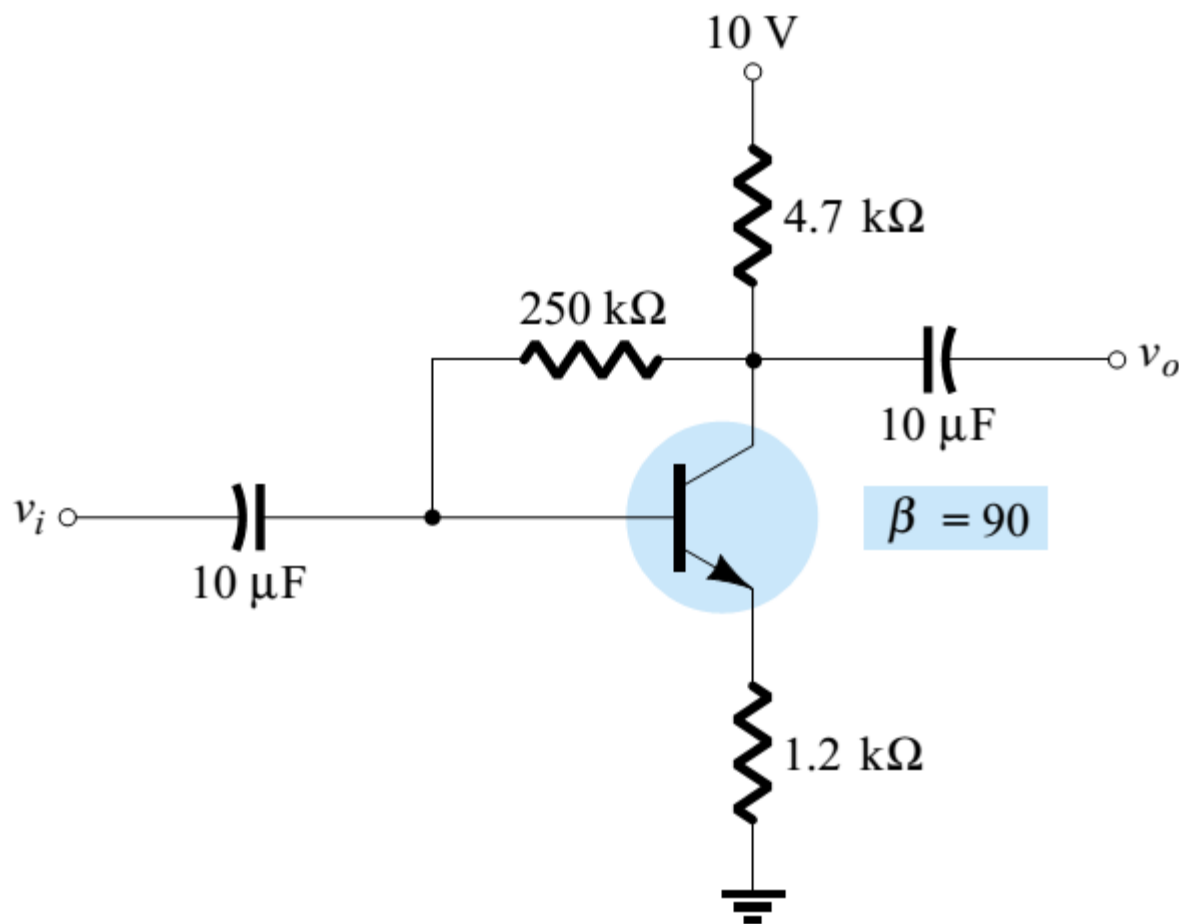
$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

## 5. Phân cực kiểu hồi tiếp điện áp



## 5. Phân cực kiểu hồi tiếp điện áp





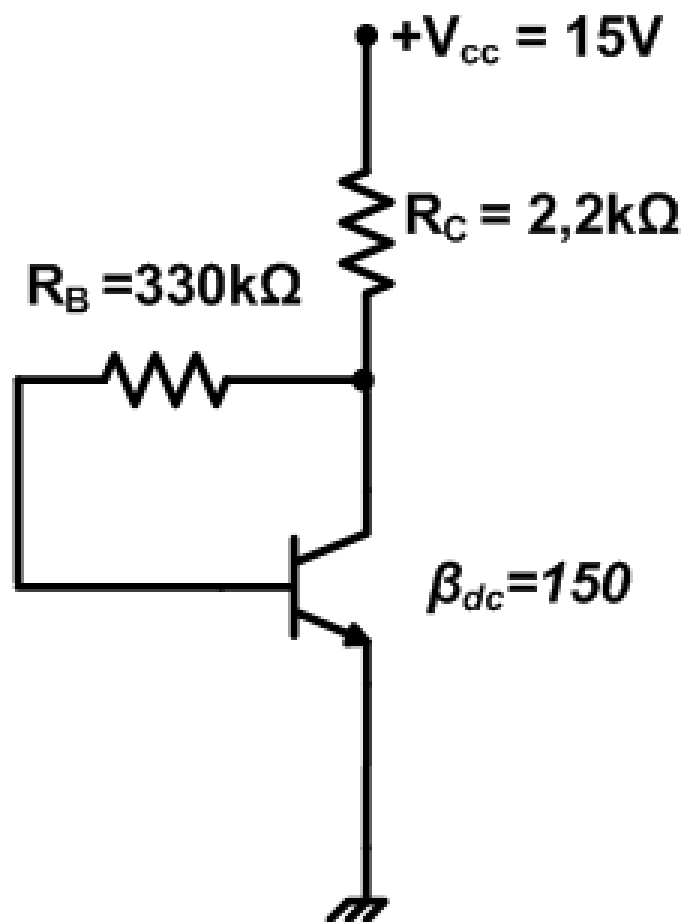
## 5. Phân cực kiểu hồi tiếp điện áp

$$\begin{aligned} 1): \quad I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta(R_C + R_E)} \\ &= \frac{10 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{250 \text{ k}\Omega + (90)(4.7 \text{ k}\Omega + 1.2 \text{ k}\Omega)} \\ &= \frac{9.3 \text{ V}}{250 \text{ k}\Omega + 531 \text{ k}\Omega} = \frac{9.3 \text{ V}}{781 \text{ k}\Omega} \\ &= 11.91 \text{ }\mu\text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{C_Q} &= \beta I_B = (90)(11.91 \text{ }\mu\text{A}) \\ &= \mathbf{1.07 \text{ mA}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{CE_Q} &= V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \\ &= 10 \text{ V} - (1.07 \text{ mA})(4.7 \text{ k}\Omega + 1.2 \text{ k}\Omega) \\ &= 10 \text{ V} - 6.31 \text{ V} \\ &= \mathbf{3.69 \text{ V}} \end{aligned}$$

## 5. Phân cực kiểu hồi tiếp điện áp



$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + \frac{R_B}{\beta_{dc}}}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$I_B = \frac{V_C - V_{BE}}{R_B}$$

Let's assume that  $I_C \gg I_B$ . The collector voltage is

$$V_C \cong V_{CC} - I_C R_C$$

Also,

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_{DC}}$$

Substituting for  $V_C$  in the equation  $I_B = (V_C - V_{BE})/R_B$ ,

$$\frac{I_C}{\beta_{DC}} = \frac{V_{CC} - I_C R_C - V_{BE}}{R_B}$$

The terms can be arranged so that

$$\frac{I_C R_B}{\beta_{DC}} + I_C R_C = V_{CC} - V_{BE}$$

Then you can solve for  $I_C$  as follows:

$$I_C \left( R_C + \frac{R_B}{\beta_{DC}} \right) = V_{CC} - V_{BE}$$

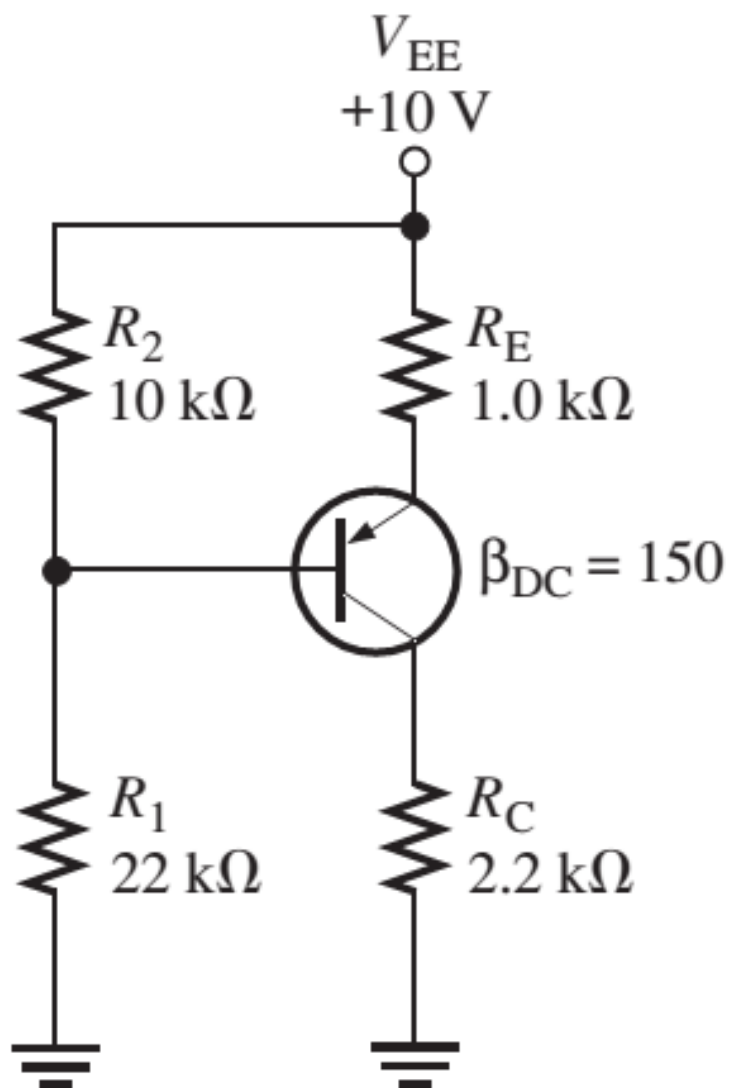
$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{DC}}$$

Since the emitter is ground,  $V_{CE} = V_C$ .

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

## 6. Phân cực đảo

### CÁCH 2



$$V_{TH} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{EE}; R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_E = \frac{V_{TH} - (-V_{BE}) - V_{EE}}{R_E + \frac{R_{TH}}{\beta_{dc}}}$$

$$I_C \approx |I_E|$$

$$V_C = I_C \cdot R_C$$

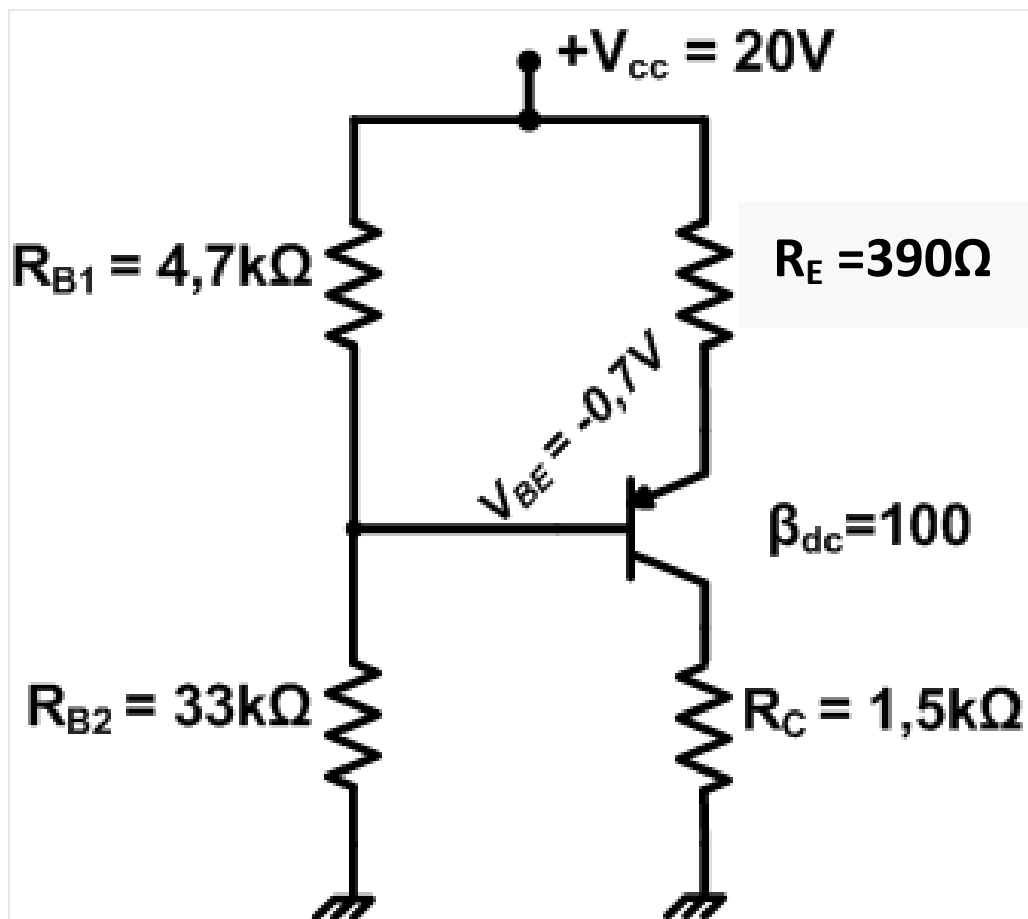
$$V_E = V_{EE} - I_E \cdot R_E$$

$$V_{EC} = V_E - V_C$$

$$V_{EC(hm)} = V_{EE}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{EE}}{R_C + R_E}$$

## 6. Phân cực đảo



$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - (V_{BE})$$

$$V_{R_E} = V_{CC} - V_E$$

$$I_E = \frac{V_{R_E}}{R_E}$$

$$I_C \approx I_E$$

$$V_C = I_C \cdot R_C$$

$$V_{EC} = V_E - V_C$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$V_{TH} = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) V_{EE} = \left( \frac{22 \text{ k}\Omega}{22 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right) 10 \text{ V} = (0.688) 10 \text{ V} = 6.88 \text{ V}$$

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(22 \text{ k}\Omega)(10 \text{ k}\Omega)}{22 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = 6.88 \text{ k}\Omega$$

Use Equation 5–8 to determine  $I_E$ .

$$I_E = \frac{V_{TH} + V_{BE} - V_{EE}}{R_E + R_{TH}/\beta_{DC}} = \frac{6.88 \text{ V} + 0.7 \text{ V} - 10 \text{ V}}{1.0 \text{ k}\Omega + 45.9 \Omega} = \frac{-2.42 \text{ V}}{1.0459 \text{ k}\Omega} = -2.31 \text{ mA}$$

The negative sign on  $I_E$  indicates that the assumed current direction in the Kirchhoff's analysis is opposite from the actual current direction. From  $I_E$ , you can determine  $I_C$  and  $V_{EC}$  as follows:

$$I_C = I_E = \mathbf{2.31 \text{ mA}}$$

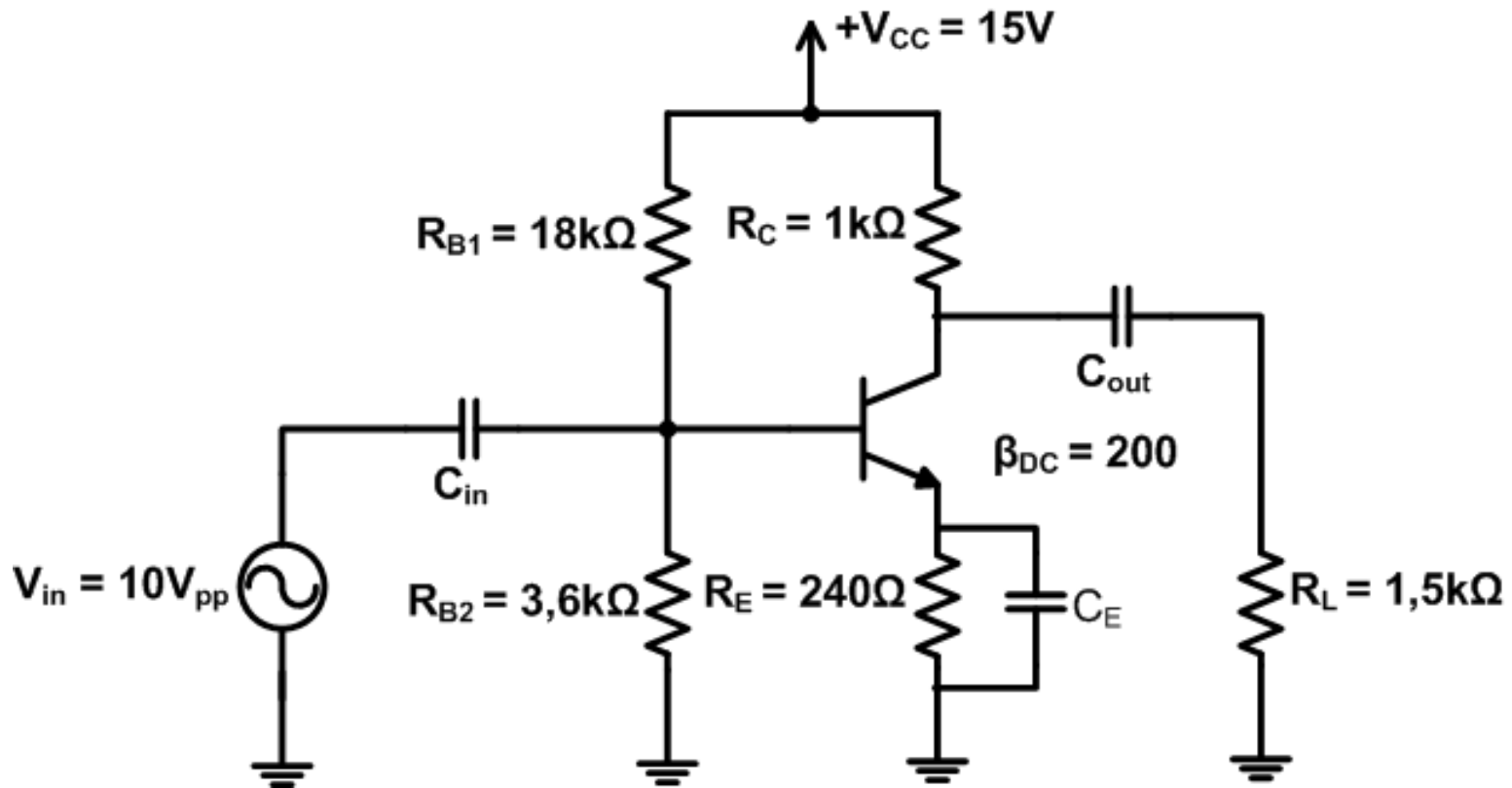
$$V_C = I_C R_C = (2.31 \text{ mA})(2.2 \text{ k}\Omega) = 5.08 \text{ V}$$

$$V_E = V_{EE} - I_E R_E = 10 \text{ V} - (2.31 \text{ mA})(1.0 \text{ k}\Omega) = 7.68 \text{ V}$$

$$V_{EC} = V_E - V_C = 7.68 \text{ V} - 5.08 \text{ V} = \mathbf{2.6 \text{ V}}$$

# VI. KHUẾCH ĐẠI ĐIỆN ÁP DÙNG BJT

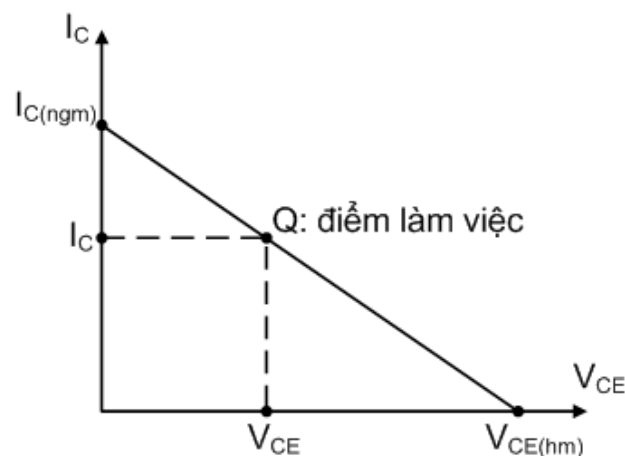
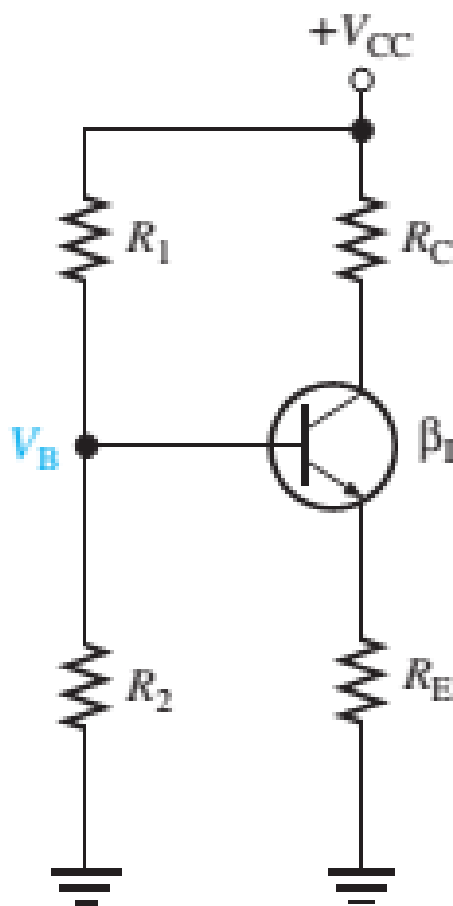
## 1. Tầng khuếch đại mắc E chung



$C_{in}$  ;  $C_{out}$ : chống ảnh hưởng của nội trở của nguồn tín hiệu AC tới chế độ DC.

$C_E$  : nối ngắn mạch  $R_E$  về AC, đảm bảo trở kháng cực E so với 0V là rất thấp.

# Phân tích chế độ DC khi chưa có tác động của $V_{in}$ :



$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$I_{CQ} \approx I_E$$

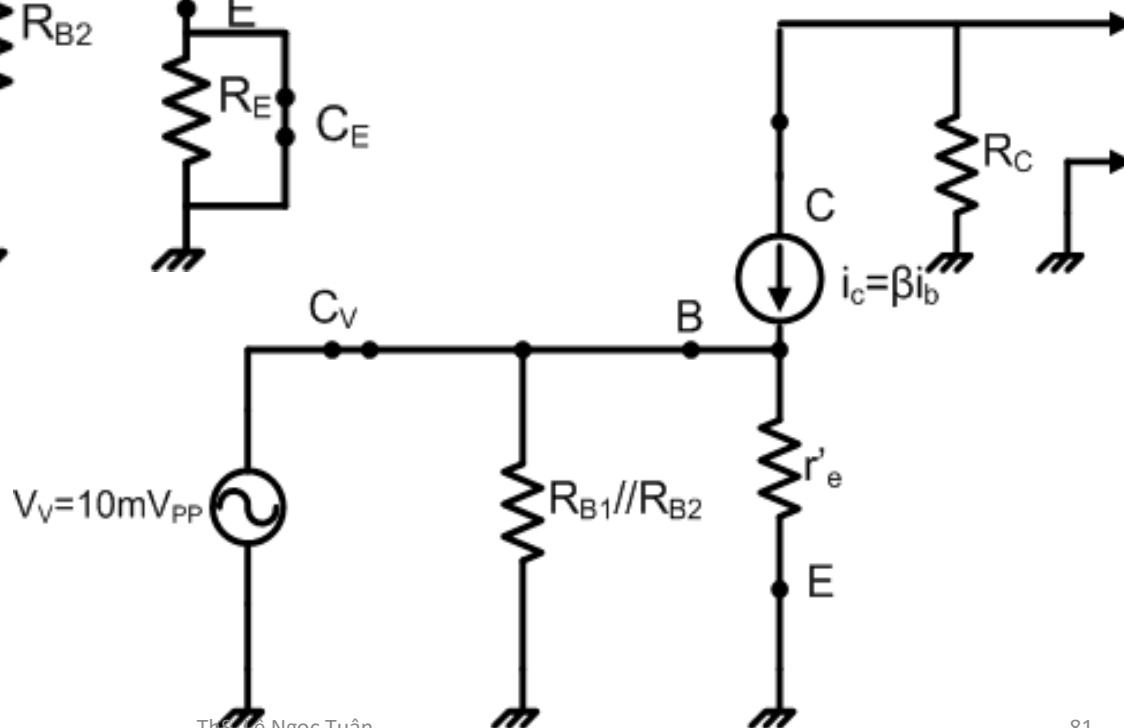
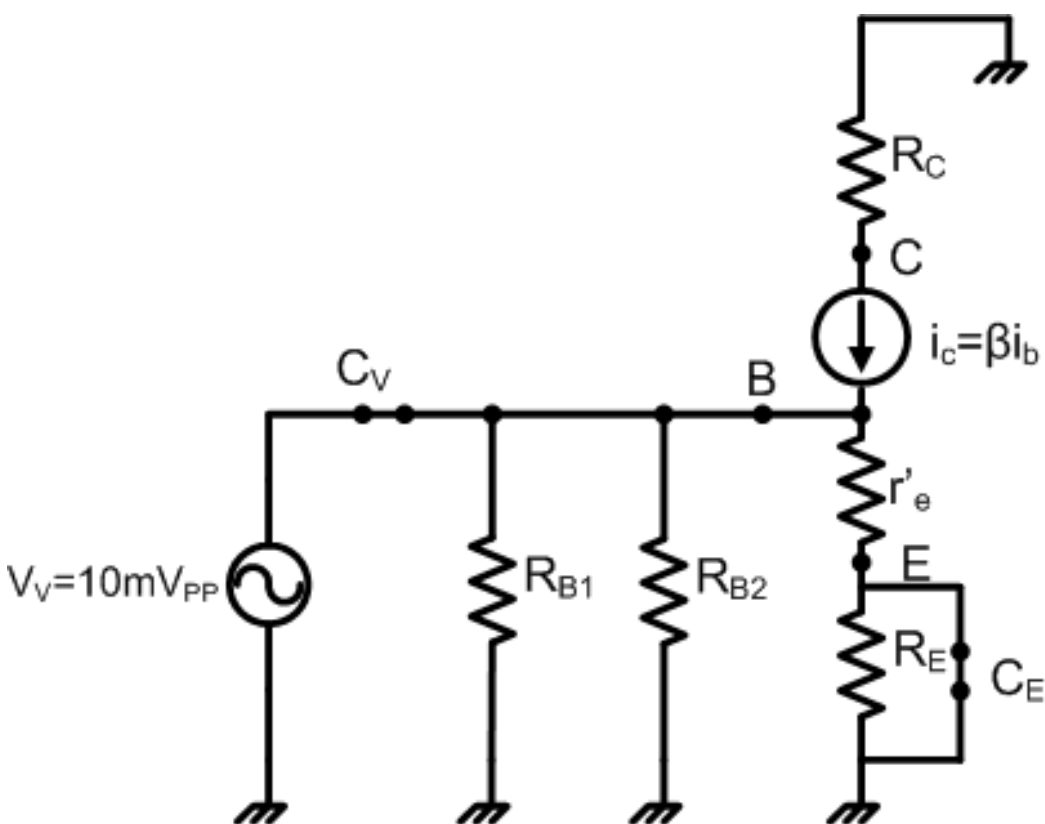
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

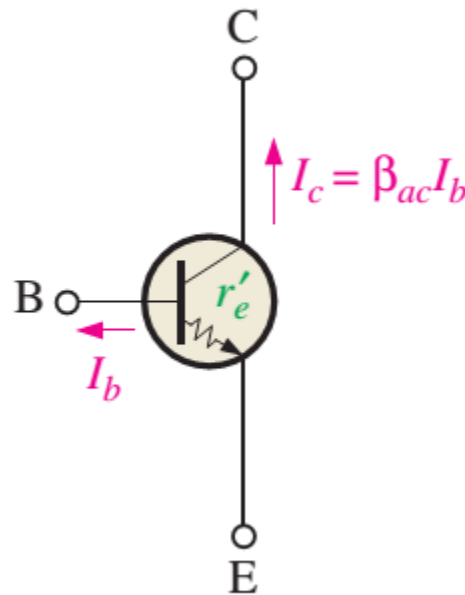
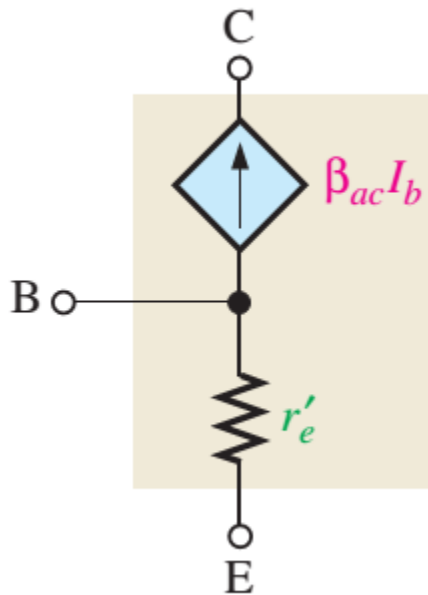


Phân tích chế độ AC khi  
có tác động của  $V_V$ ,  
chưa có  $R_L$



# Phân tích chế độ AC khi có tác động của $V_v$ , chưa có $R_L$

## ■ Trường hợp không tải



$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V_\infty} = \frac{V_r}{V_v} = \frac{i_C \cdot R_C}{i_C \cdot r'_e} = \frac{R_C}{r'_e}$$

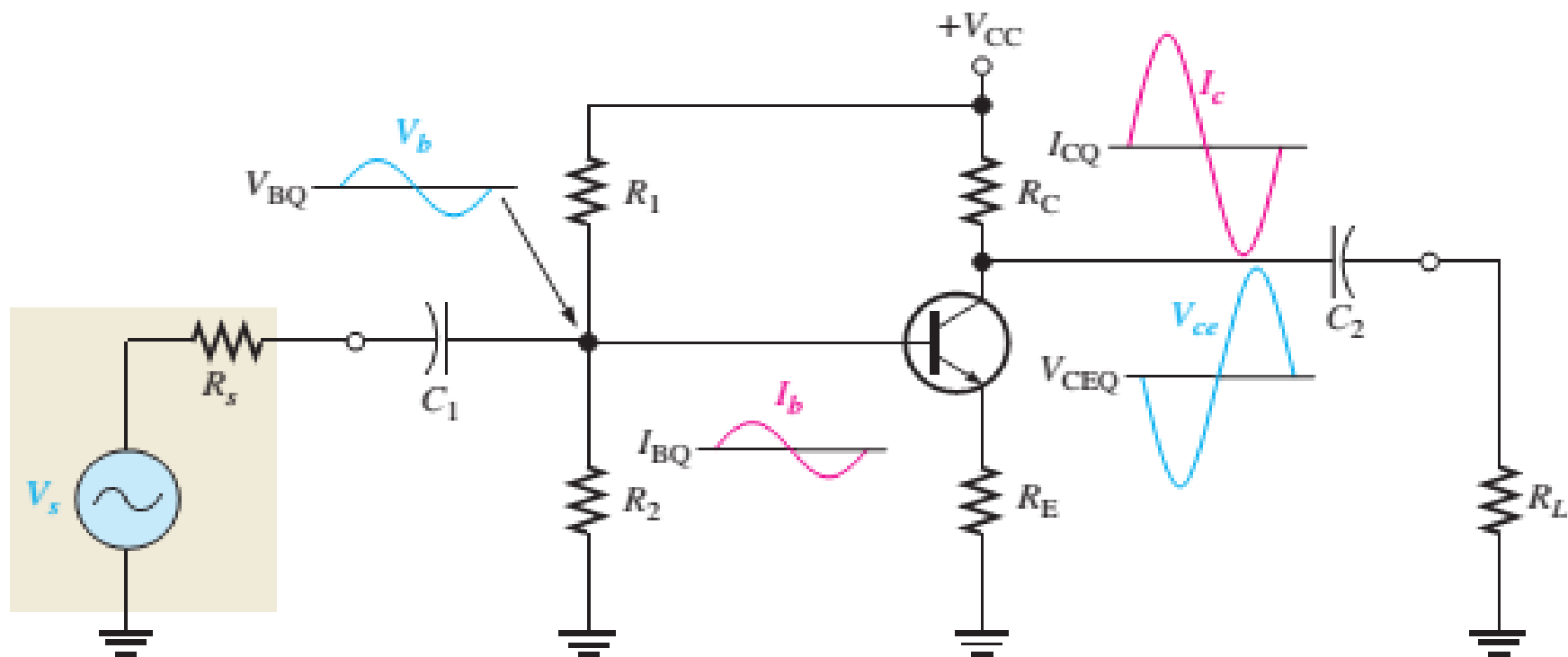
$$v_{r(\infty)} = A_{V_\infty} \cdot v_v$$

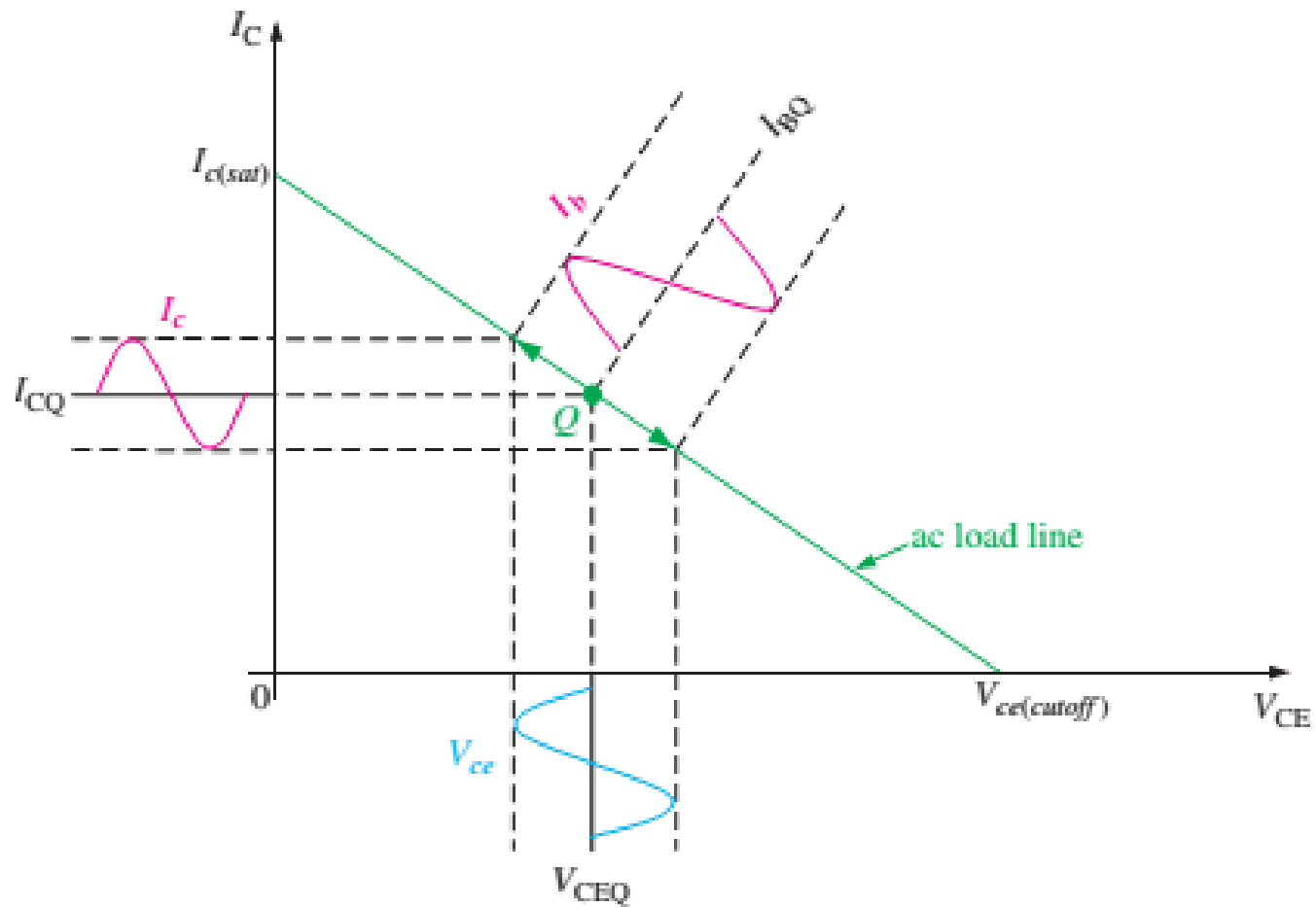
## ■ Trường hợp có tải

$$r'_t = R_C // R_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$$

$$A_V = \frac{V_r}{V_v} = \frac{i_C \cdot r'_t}{i_C \cdot r'_e} = \frac{r'_t}{r'_e}$$

$$v_r = A_V \cdot v_v$$

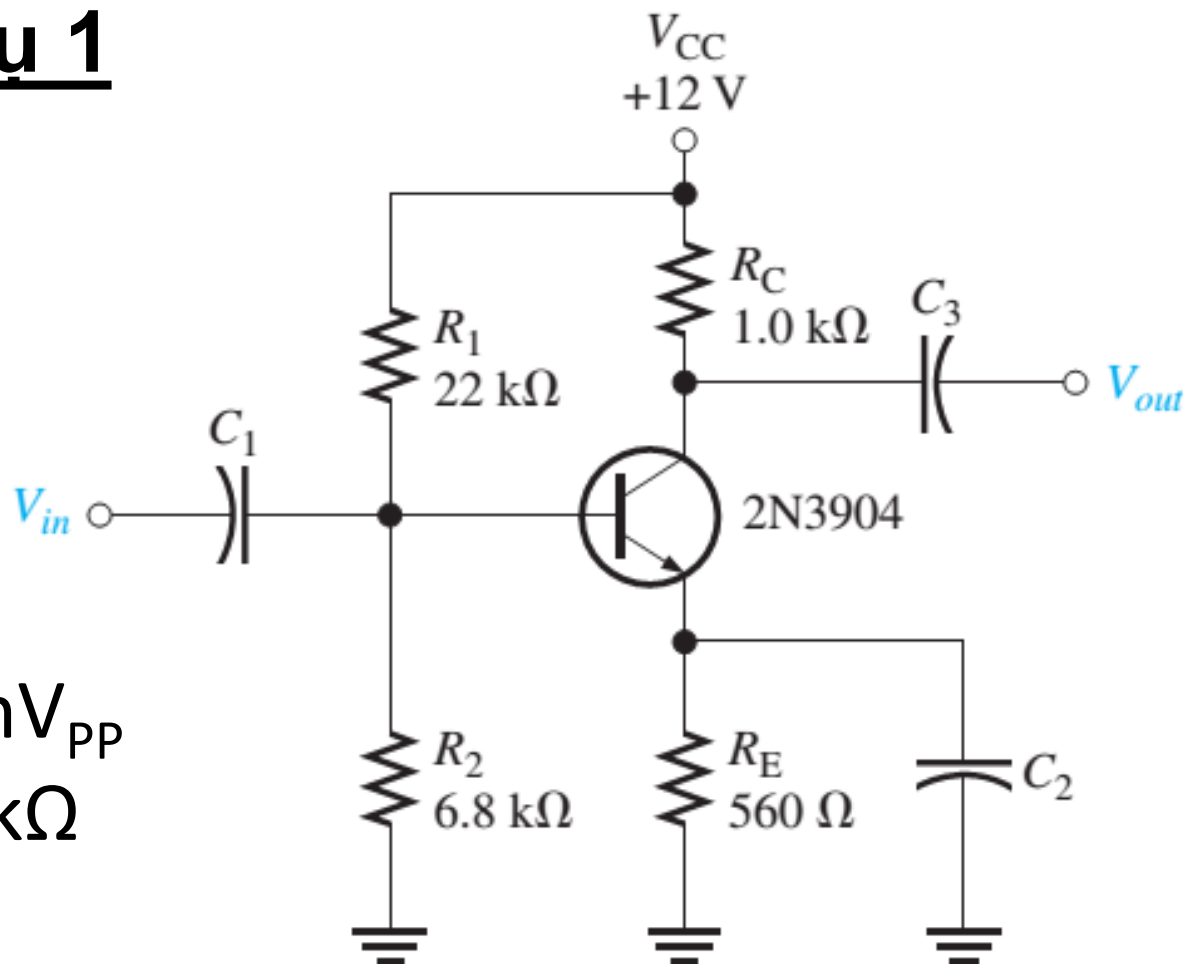




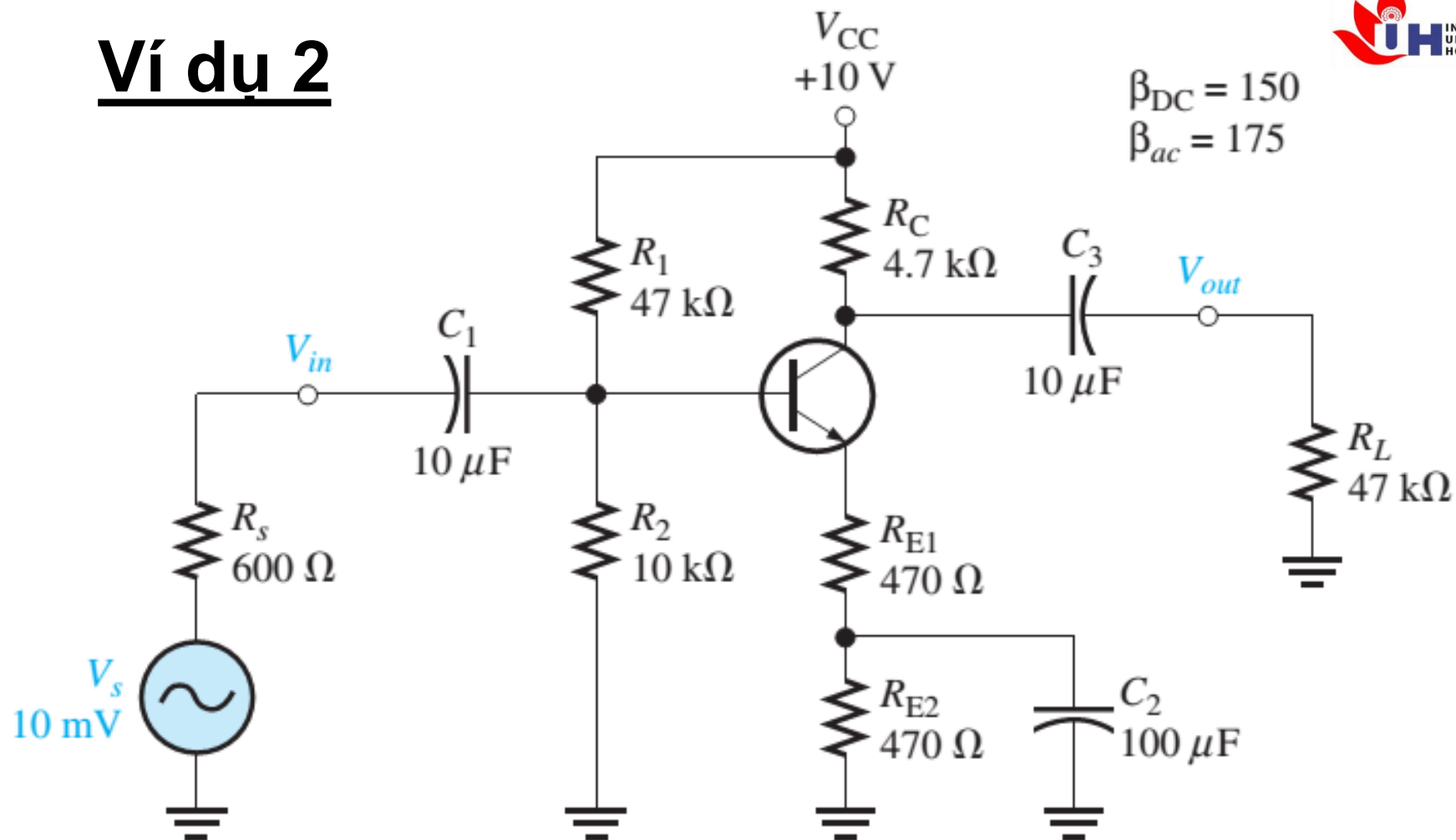
# Ví dụ 1

$$V_{IN} = 5\text{mV}_{PP}$$

$$R_L = 4.7\text{k}\Omega$$



## Ví dụ 2



$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(47 \text{ k}\Omega)(10 \text{ k}\Omega)}{47 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = 8.25 \text{ k}\Omega$$

$$V_{TH} = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} = \left( \frac{10 \text{ k}\Omega}{47 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right) 10 \text{ V} = 1.75 \text{ V}$$

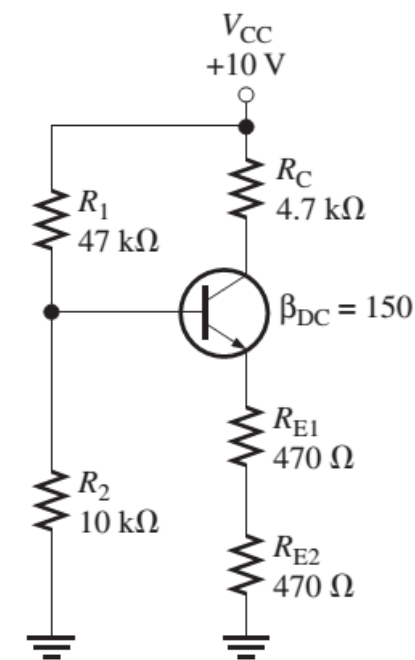
$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + R_{TH}/\beta_{DC}} = \frac{1.75 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{940 \Omega + 55 \Omega} = 1.06 \text{ mA}$$

$$I_C \cong I_E = 1.06 \text{ mA}$$

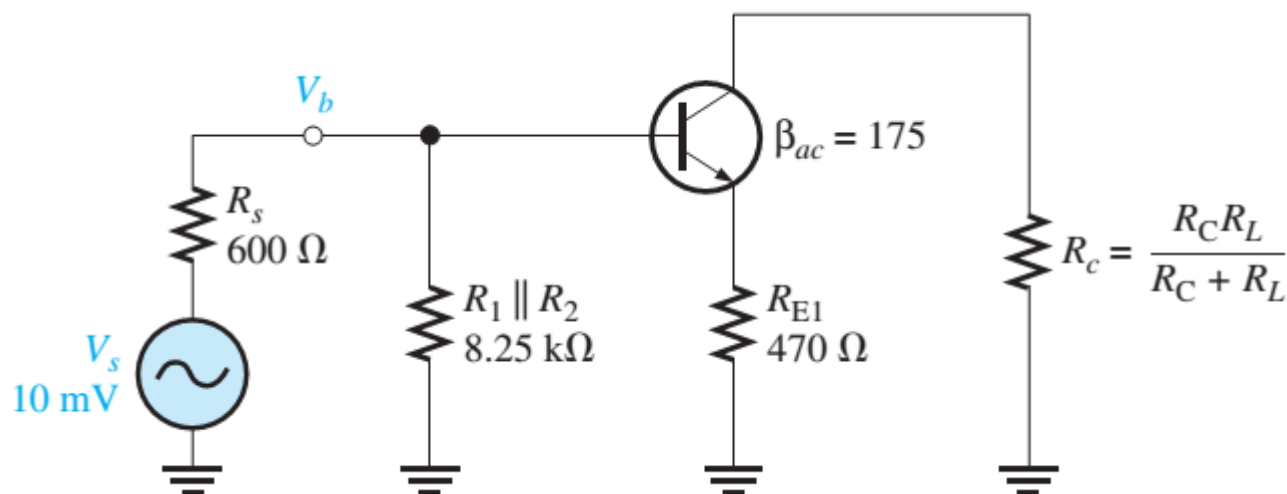
$$V_E = I_E(R_{E1} + R_{E2}) = (1.06 \text{ mA})(940 \Omega) = 1 \text{ V}$$

$$V_B = V_E + 0.7 \text{ V} = 1 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 0.3 \text{ V}$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 10 \text{ V} - (1.06 \text{ mA})(4.7 \text{ k}\Omega) = \mathbf{5.02 \text{ V}}$$







The first thing to do in the ac analysis is calculate  $r'_e$ .

$$r'_e \cong \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{1.06 \text{ mA}} = 23.6 \Omega$$

Next, determine the attenuation in the base circuit. Looking from the  $600 \Omega$  source, the total  $R_{in}$  is

$$R_{in(tot)} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_{in(base)}$$

$$R_{in(base)} = \beta_{ac}(r'_e + R_{E1}) = 175(494 \Omega) = 86.5 \text{ k}\Omega$$

Therefore,

$$R_{in(tot)} = 47 \text{ k}\Omega \parallel 10 \text{ k}\Omega \parallel 86.5 \text{ k}\Omega = 7.53 \text{ k}\Omega$$

The attenuation from source to base is

$$\text{Attenuation} = \frac{V_s}{V_b} = \frac{R_s + R_{in(tot)}}{R_{in(tot)}} = \frac{600 \, \Omega + 7.53 \, \text{k}\Omega}{7.53 \, \text{k}\Omega} = 1.08$$

Before  $A_v$  can be determined, you must know the ac collector resistance  $R_c$ .

$$R_c = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} = \frac{(4.7 \, \text{k}\Omega)(47 \, \text{k}\Omega)}{4.7 \, \text{k}\Omega + 47 \, \text{k}\Omega} = 4.27 \, \text{k}\Omega$$

The voltage gain from base to collector is

$$A_v \cong \frac{R_c}{R_{E1}} = \frac{4.27 \, \text{k}\Omega}{470 \, \Omega} = 9.09$$

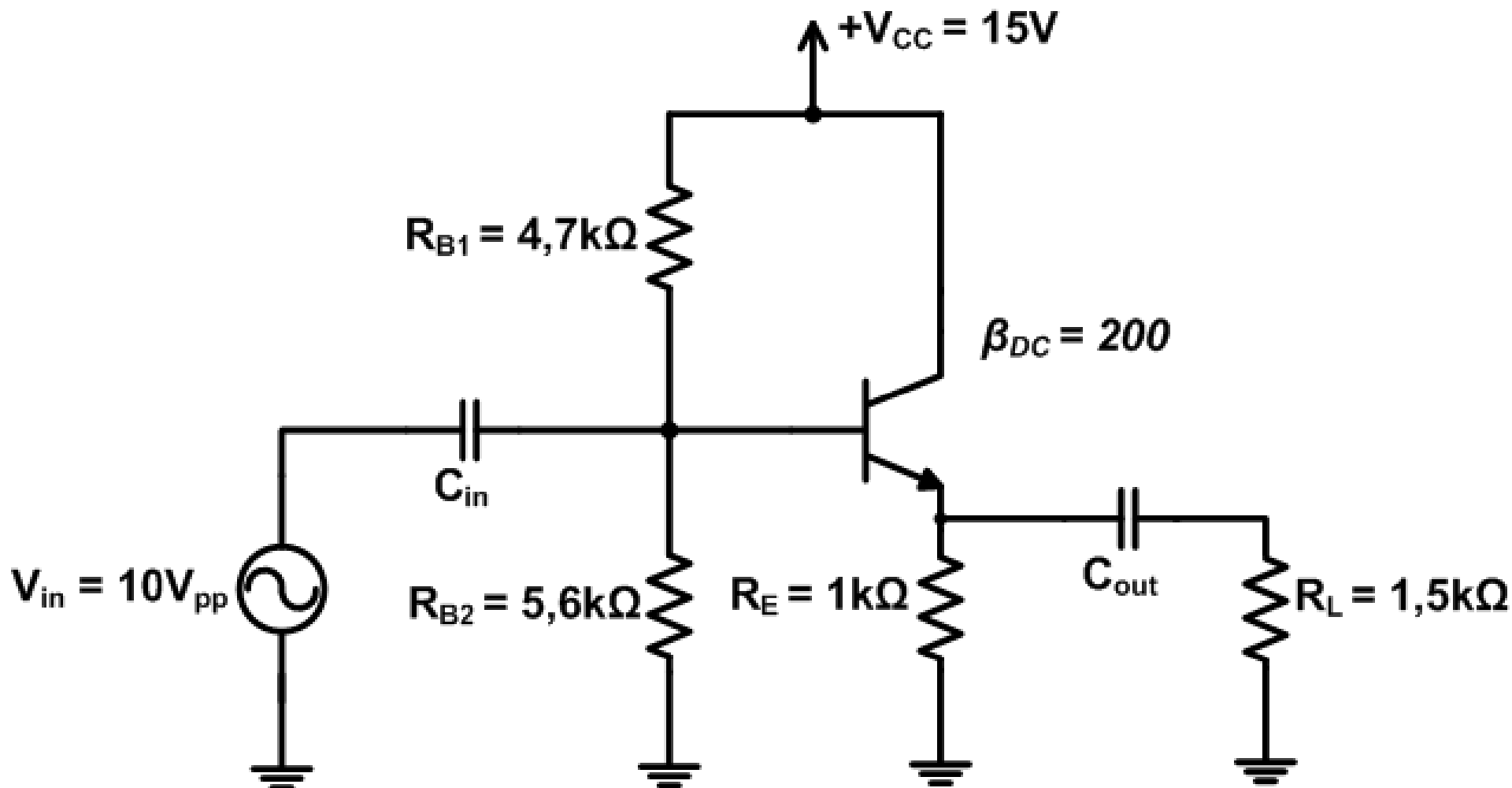
The overall voltage gain is the reciprocal of the attenuation times the amplifier voltage gain.

$$A'_v = \left( \frac{V_b}{V_s} \right) A_v = (0.93)(9.09) = 8.45$$

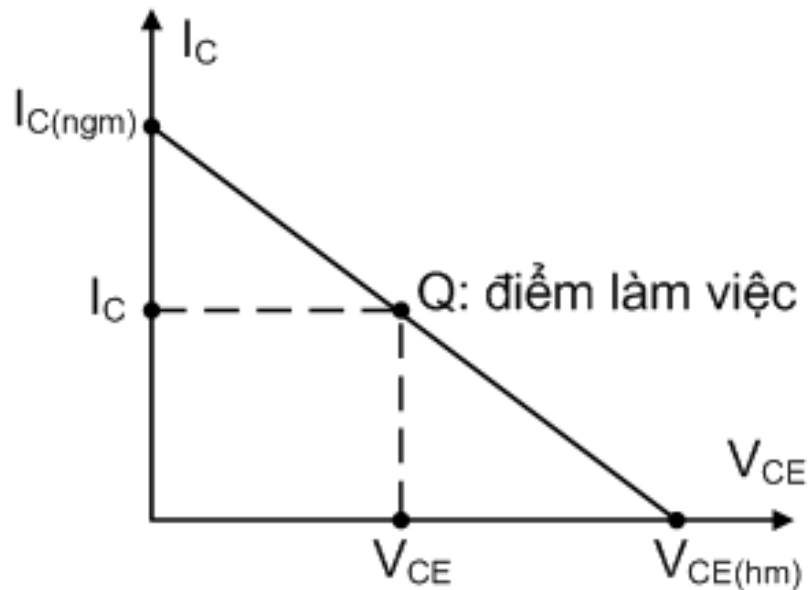
The source produces 10 mV rms, so the rms voltage at the collector is

$$V_c = A'_v V_s = (8.45)(10 \, \text{mV}) = \mathbf{84.5 \, \text{mV}}$$

## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung



## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung



$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

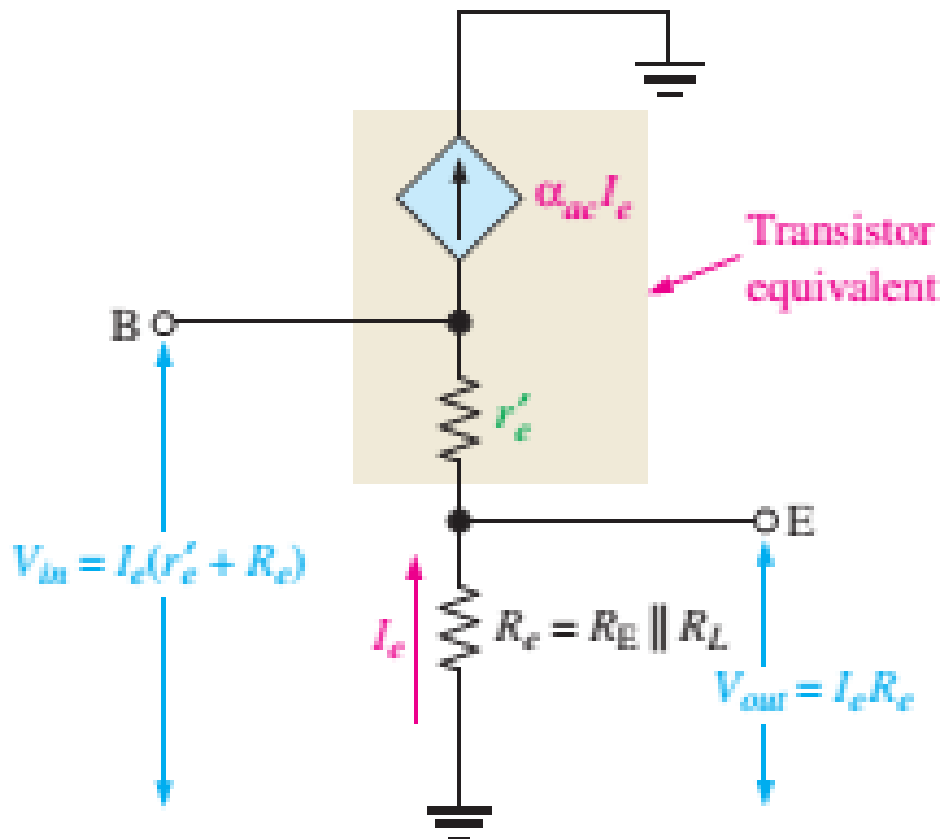
$$I_C \approx I_E$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_E$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_E}$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung



$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V_\infty} = \frac{R_E}{r'_e + R_E}$$

$$V_{r(\infty)} = A_{V_\infty} \cdot V_v$$

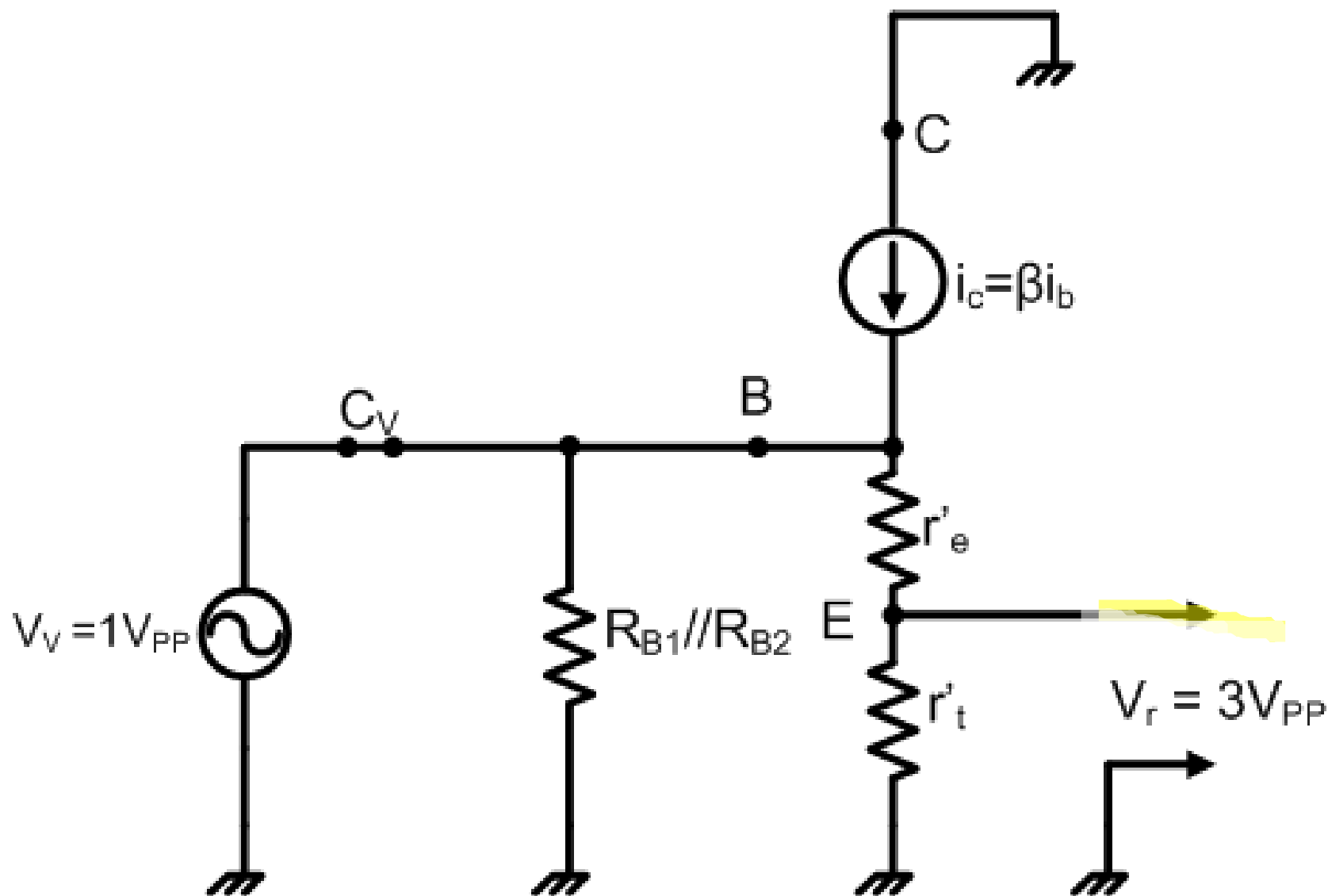
$$r'_t = R_E \parallel R_t = \frac{R_E \cdot R_t}{R_E + R_t}$$

$$V_r = i_e \cdot r'_t$$

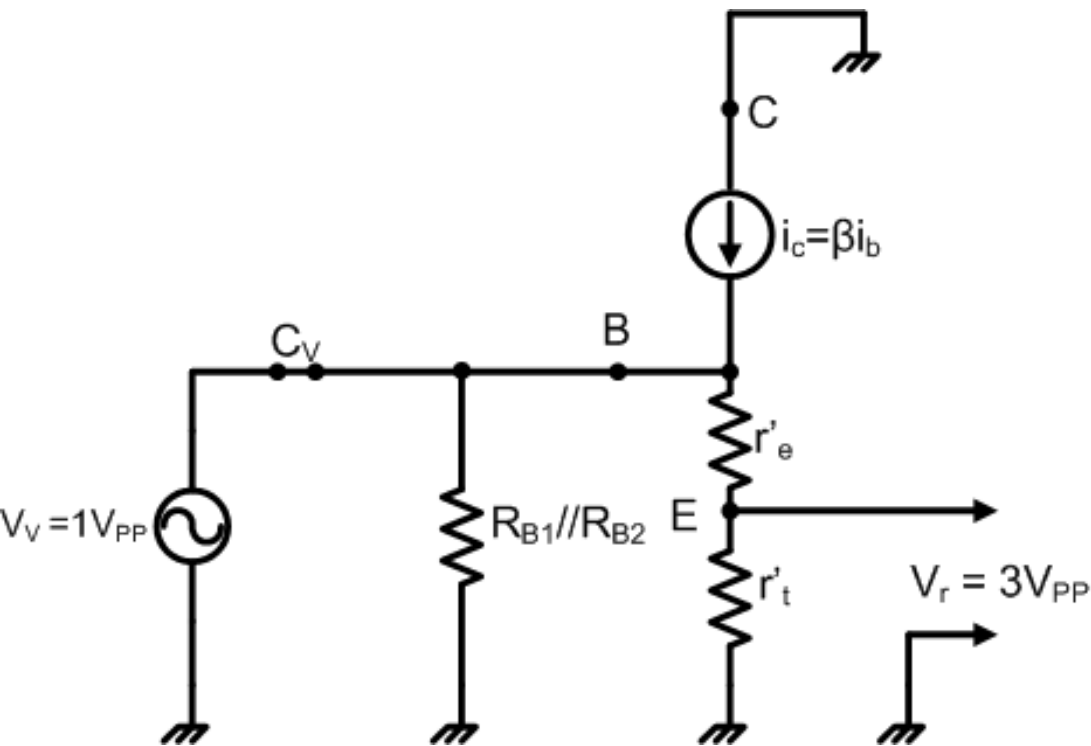
$$V_v = i_e (r'_e + r'_t)$$

$$A_V = \frac{V_r}{V_v} = \frac{r'_t}{r'_e + r'_t}$$

## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung



## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung



$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V_\infty} = \frac{R_E}{r'_e + R_E}$$

$$V_{r(\infty)} = A_{V_\infty} \cdot V_v$$

$$r'_t = R_E // R_t = \frac{R_E \cdot R_t}{R_E + R_t}$$

$$V_r = i_e \cdot r'_t$$

$$V_v = i_e (r'_e + r'_t)$$

$$A_V = \frac{V_r}{V_v} = \frac{r'_t}{r'_e + r'_t}$$

## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung

$$A_V = \frac{V_r}{V_v} = \frac{r'_t}{r'_e + r'_t} \approx 1$$

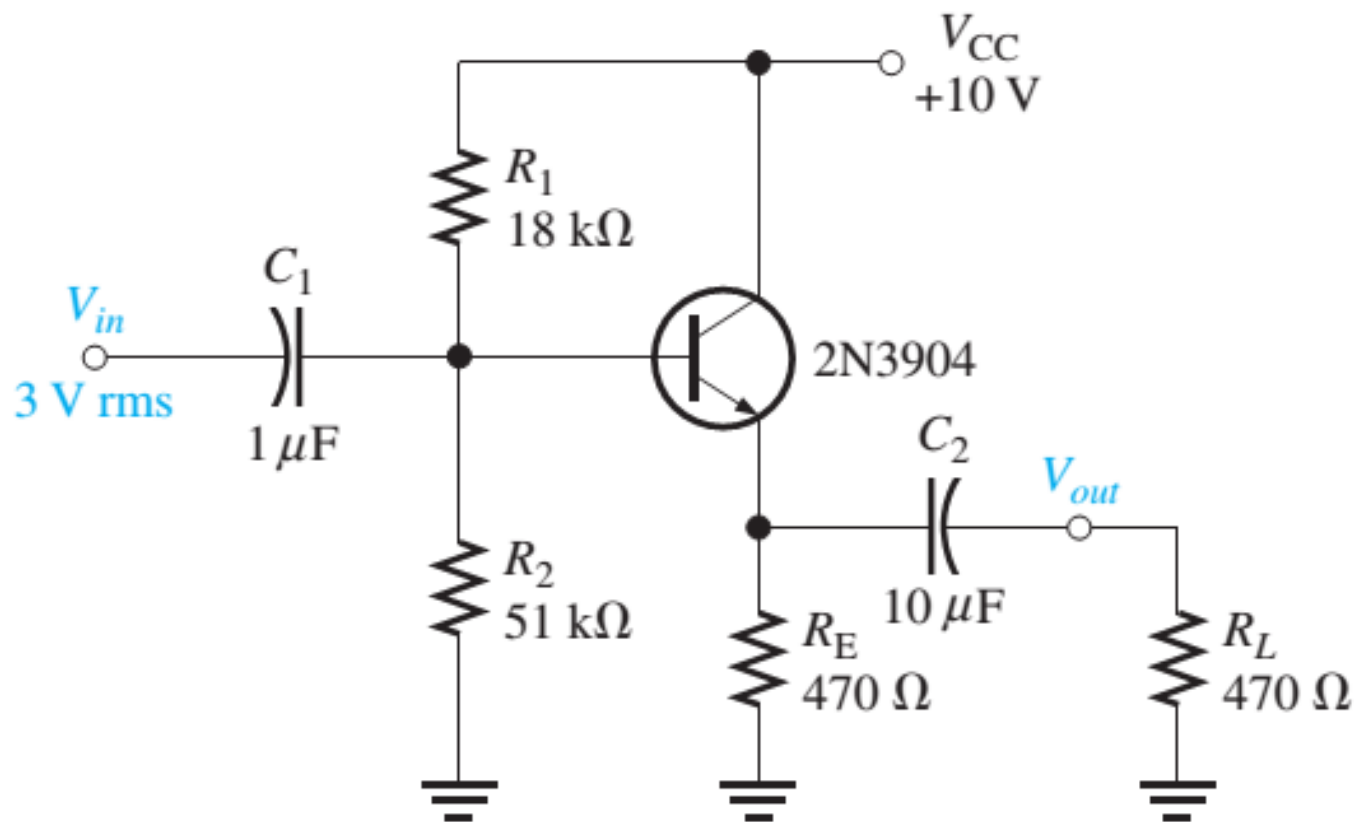
$$A_i = \frac{i_r}{i_v} \approx \frac{i_c}{i_b} = \beta$$

$$A_p = A_v \cdot A_i = 1 \cdot \beta = \beta$$

Vậy: Tầng khuếch đại mắc C chung thường dùng KĐ dòng điện và công suất. Tín hiệu lấy ra trên cực E luôn cùng pha với ngõ vào B nên có tên bộ lặp Emitter.



## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung



## 2. Tầng khuếch đại mắc C chung

The ac emitter resistance external to the transistor is

$$R_e = R_E \parallel R_L = 470 \, \Omega \parallel 470 \, \Omega = 235 \, \Omega$$

The approximate resistance, looking in at the base, is

$$R_{in(base)} \cong \beta_{ac} R_e = (175)(235 \, \Omega) = 41.1 \, \text{k}\Omega$$

The total input resistance is

$$R_{in(tot)} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_{in(base)} = 18 \, \text{k}\Omega \parallel 51 \, \text{k}\Omega \parallel 41.1 \, \text{k}\Omega = \mathbf{10.1 \, \text{k}\Omega}$$

The voltage gain is  $A_v \cong 1$ . By using  $r'_e$ , you can determine a more precise value of  $A_v$  if necessary.

$$\begin{aligned} V_E &= \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} - V_{BE} = \left( \frac{51 \, \text{k}\Omega}{18 \, \text{k}\Omega + 51 \, \text{k}\Omega} \right) 10 \, \text{V} - 0.7 \, \text{V} \\ &= (0.739)(10 \, \text{V}) - 0.7 \, \text{V} = 6.69 \, \text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_E &= \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} - V_{BE} = \left( \frac{51 \text{ k}\Omega}{18 \text{ k}\Omega + 51 \text{ k}\Omega} \right) 10 \text{ V} - 0.7 \text{ V} \\ &= (0.739)(10 \text{ V}) - 0.7 \text{ V} = 6.69 \text{ V} \end{aligned}$$

Therefore,

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{6.69 \text{ V}}{470 \Omega} = 14.2 \text{ mA}$$

and

$$r'_e \cong \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{14.2 \text{ mA}} = 1.76 \Omega$$

So,

$$A_v = \frac{R_e}{r'_e + R_e} = \frac{235 \Omega}{237 \Omega} = \mathbf{0.992}$$

The small difference in  $A_v$  as a result of considering  $r'_e$  is insignificant in most cases.

The current gain is  $A_i = I_e/I_{in}$ . The calculations are as follows:

$$I_e = \frac{V_e}{R_e} = \frac{A_v V_b}{R_e} \cong \frac{(0.992)(3 \text{ V})}{235 \Omega} = \frac{2.98 \text{ V}}{235 \Omega} = 12.7 \text{ mA}$$

$$I_{in} = \frac{V_{in}}{R_{in(tot)}} = \frac{3 \text{ V}}{10.1 \text{ k}\Omega} = 297 \mu\text{A}$$

$$A_i = \frac{I_e}{I_{in}} = \frac{12.7 \text{ mA}}{297 \mu\text{A}} = \mathbf{42.8}$$

The power gain is

$$A_p \cong A_i = 42.8$$

Since  $R_L = R_E$ , one-half of the power is dissipated in  $R_E$  and one-half in  $R_L$ . Therefore, in terms of power to the load, the power gain is

$$A_{p(load)} = \frac{A_p}{2} = \frac{42.8}{2} = \mathbf{21.4}$$

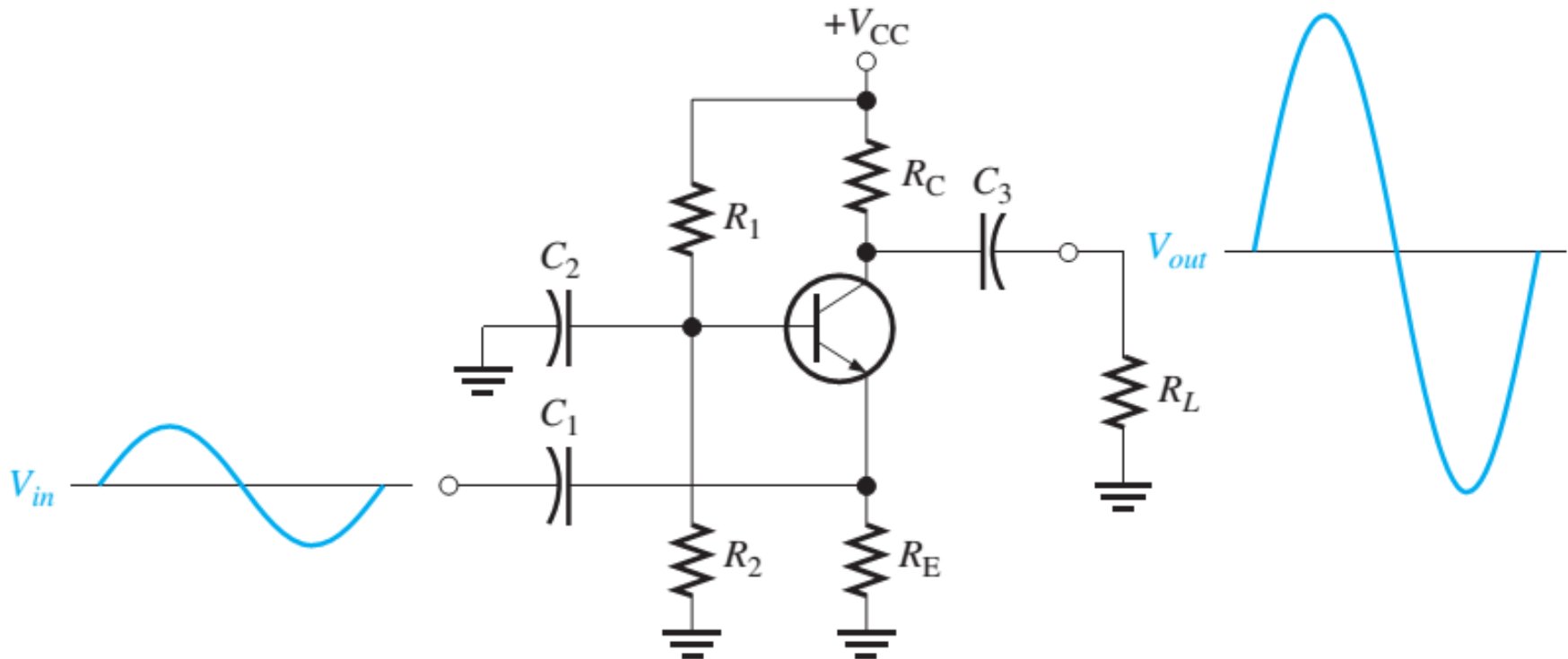
### 3. Tầng khuếch đại mắc B chung

Ít dùng,  $A_v$ ,  $A_p$  cao nhưng  $A_i$  lại nhỏ hơn 1.

Trở kháng vào nhỏ nên ít dùng.

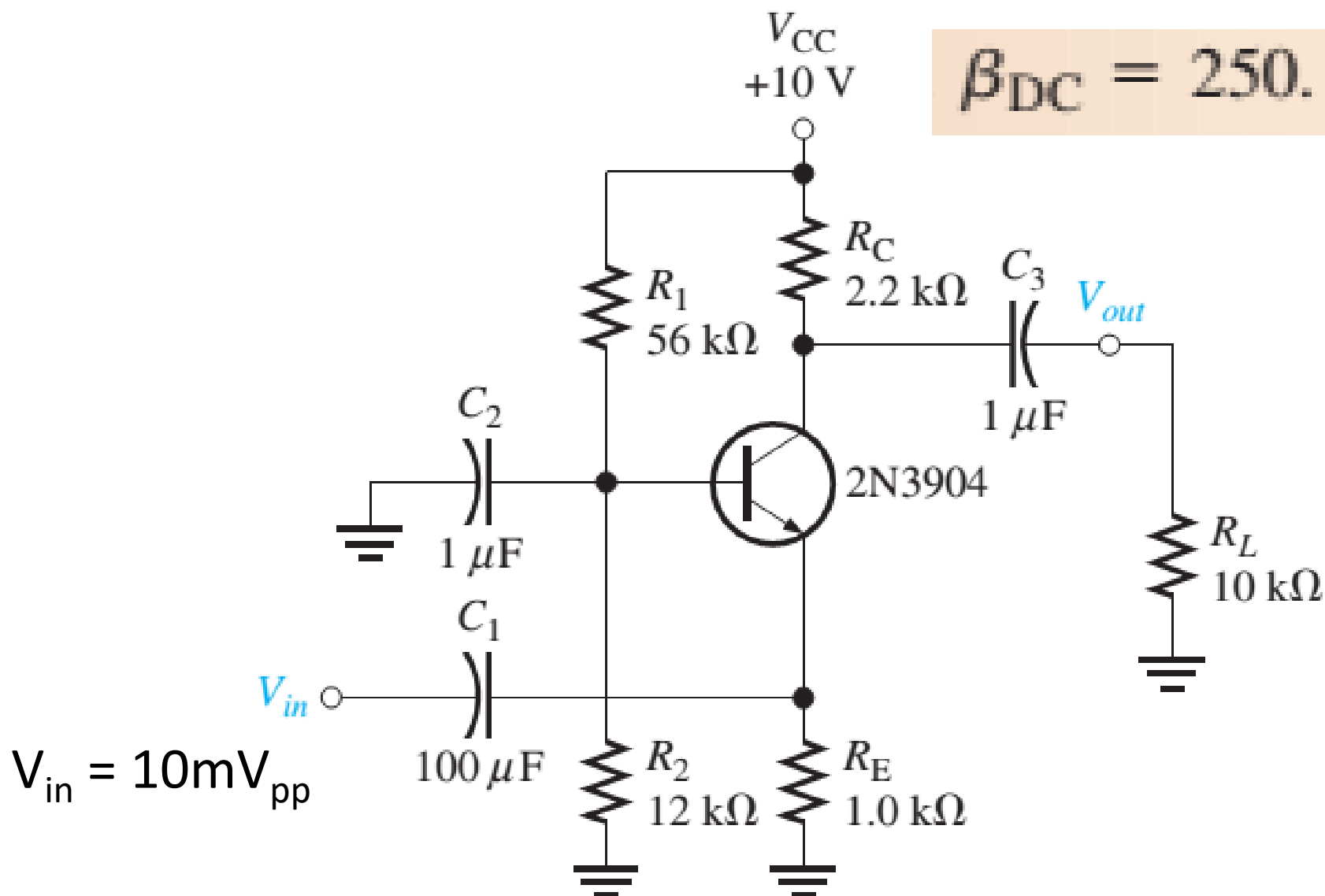
Thích hợp với nguồn tín hiệu nội trở thấp, làm việc thích hợp ở tần số cao do tần số giới hạn trên của  $\alpha$  cao hơn  $\beta$  nhiều lần.

# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung



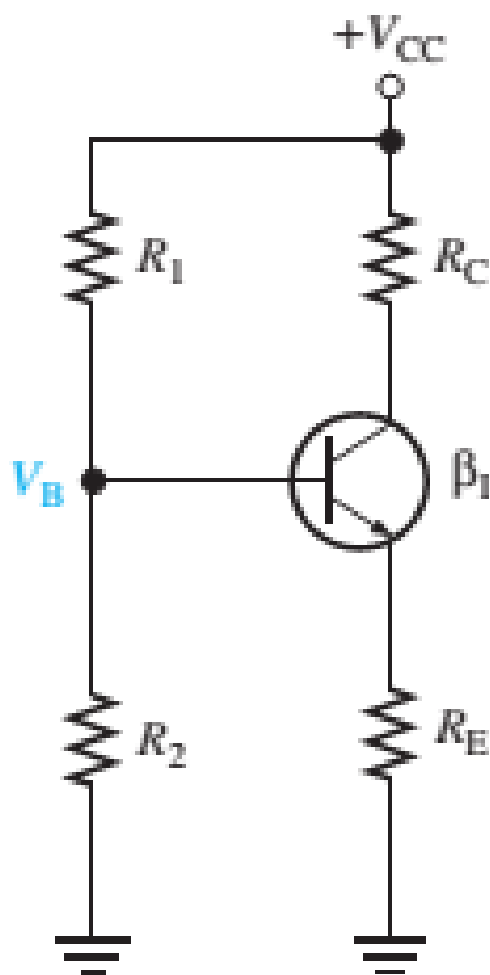
(a) Complete circuit with load

# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung



# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung

## CÁCH 1



$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$I_{CQ} \approx I_E$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

## CÁCH 2

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC};$$

$$R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{TH}}{\beta_{dc}}}$$

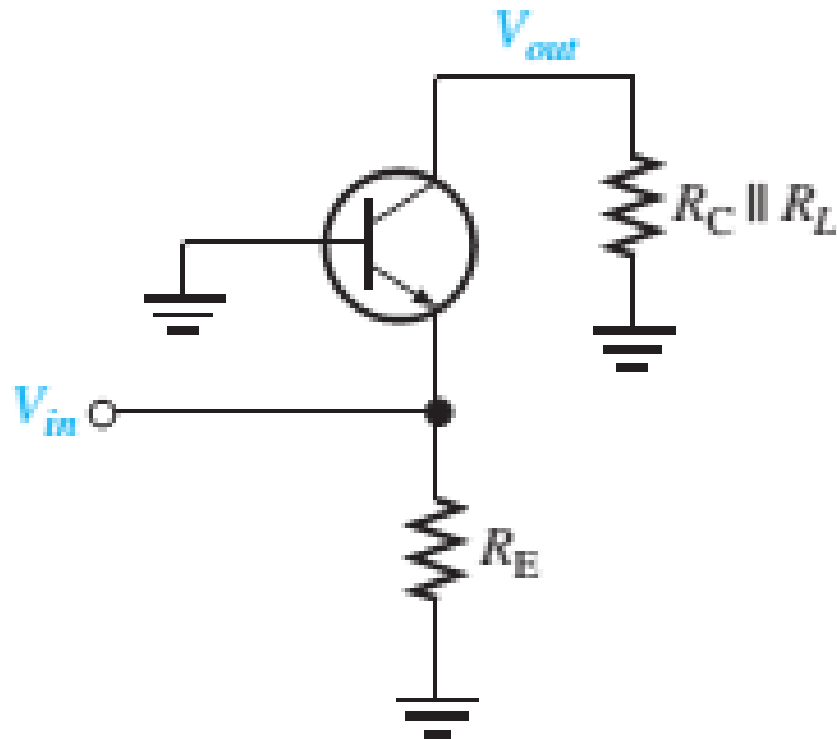
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

$$V_{CE(hm)} = V_{CC}$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{EE}}{R_C + R_E}$$



# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung



AC equivalent circuit

## ■ AC formulas:

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E}$$

$$R_{in(emitter)} \cong r'_e$$

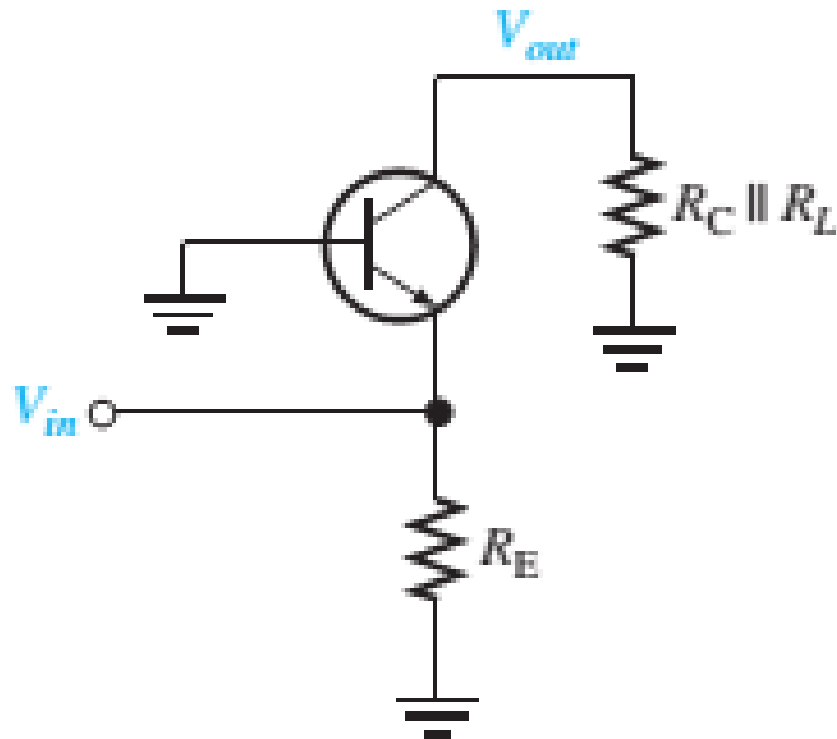
$$R_{out} \cong R_C$$

$$A_v \cong \frac{R_C}{r'_e}$$

$$A_i \cong 1$$

$$A_p \cong A_v$$

# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung



AC equivalent circuit

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V\infty} = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_c \cdot R_C}{i_c \cdot r'_e} = \frac{R_C}{r'_e}$$

$$v_{out\infty} = A_V \cdot v_{in}$$

$$r'_t = R_C // R_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$$

$$A_V = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_c \cdot r'_t}{i_c \cdot r'_e} = \frac{r'_t}{r'_e}$$

$$v_{out} = A_V \cdot v_{in}$$

### 3. Tầng khuếch đại mắc B chung

First, find  $I_E$  so that you can determine  $r'_e$ . Then  $R_{in} \cong r'_e$ .

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(56 \text{ k}\Omega)(12 \text{ k}\Omega)}{56 \text{ k}\Omega + 12 \text{ k}\Omega} = 9.88 \text{ k}\Omega$$

$$V_{TH} = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} = \left( \frac{12 \text{ k}\Omega}{56 \text{ k}\Omega + 12 \text{ k}\Omega} \right) 10 \text{ V} = 1.76 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + R_{TH}/\beta_{DC}} = \frac{1.76 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{1.0 \text{ k}\Omega + 39.5 \Omega} = 1.02 \text{ mA}$$

Therefore,

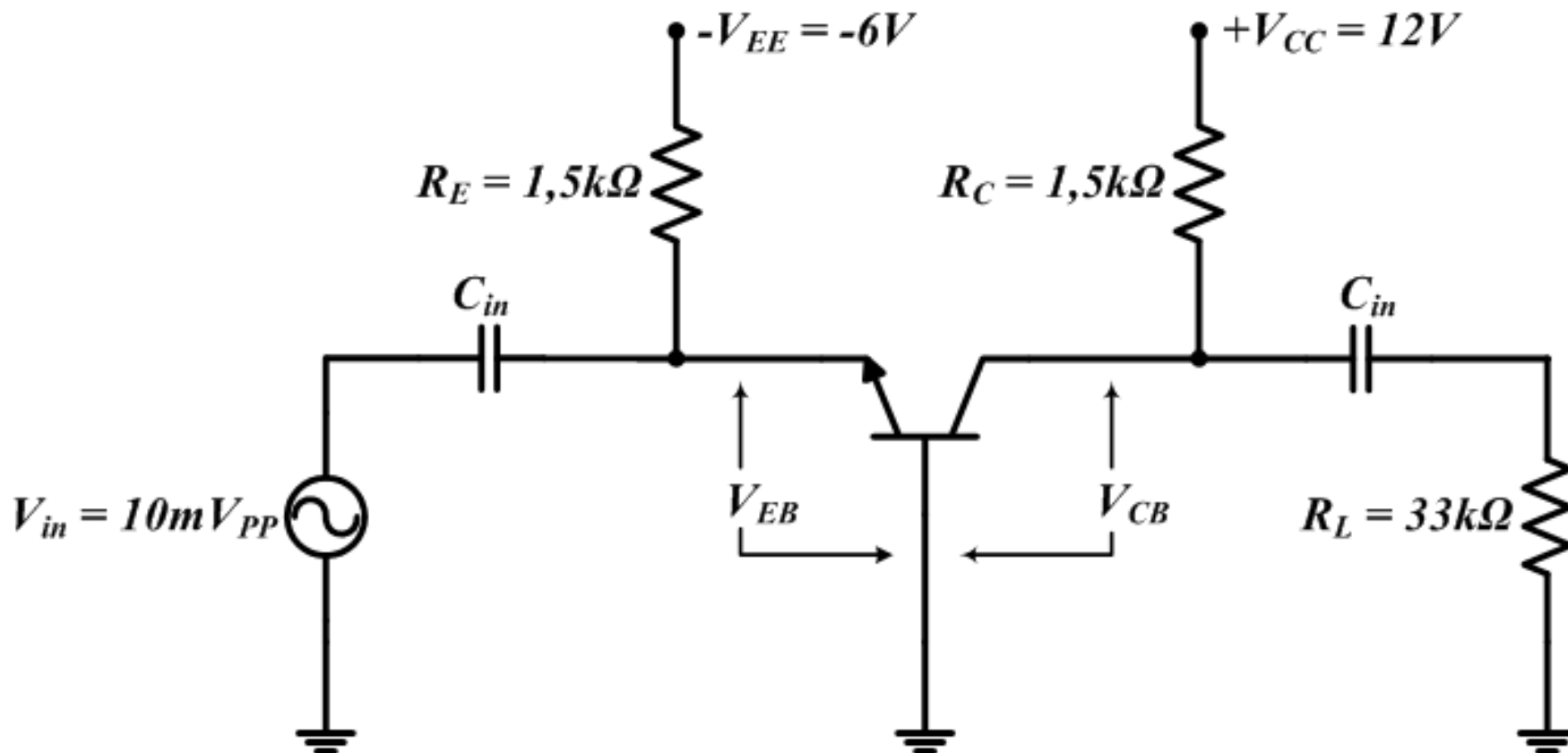
$$R_{in} \cong r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{1.02 \text{ mA}} = 24.5 \Omega$$

Calculate the voltage gain as follows:

$$R_c = R_C \parallel R_L = 2.2 \text{ k}\Omega \parallel 10 \text{ k}\Omega = 1.8 \text{ k}\Omega$$

$$A_v = \frac{R_c}{r'_e} = \frac{1.8 \text{ k}\Omega}{24.5 \Omega} = 73.5$$

# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung



# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung

## Chế độ DC

$$I_E = \frac{|V_{EE}| - V_{BE}}{R_E}$$

$$V_{CB} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$I_{C(ngm)} = \frac{V_{CC} + |V_{EE}|}{R_C + R_E}$$

$$V_{CE(hm)} = +V_{CC}$$

## Chế độ AC

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V\infty} = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_c \cdot R_C}{i_c \cdot r'_e} = \frac{R_C}{r'_e}$$

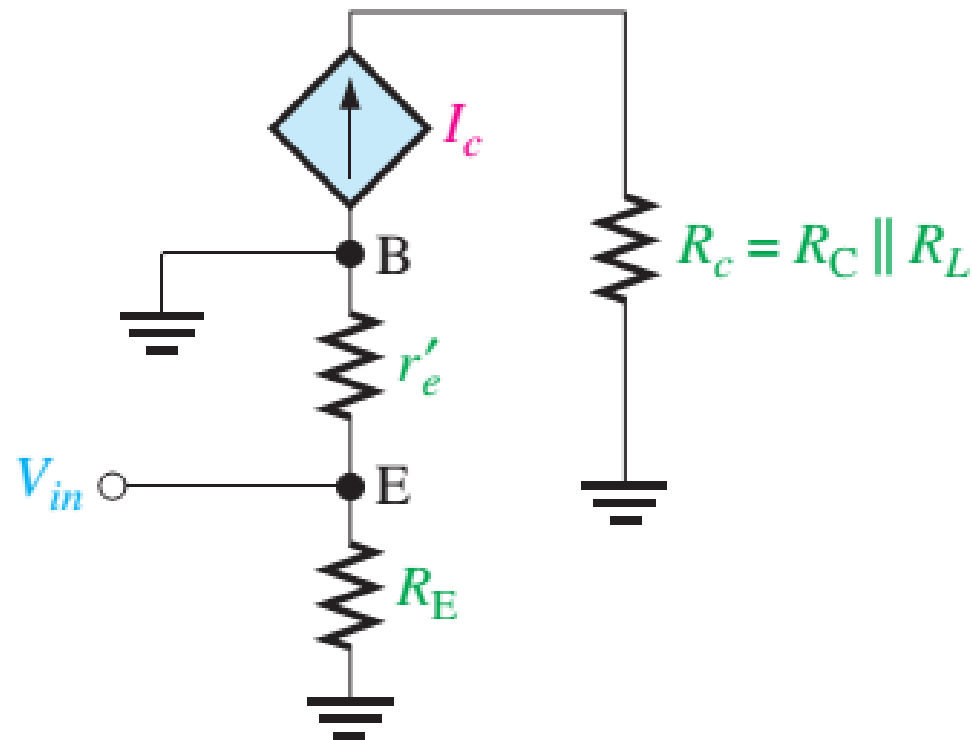
$$v_{out\infty} = A_V \cdot v_{in}$$

$$r'_t = R_C // R_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$$

$$A_V = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_c \cdot r'_t}{i_c \cdot r'_e} = \frac{r'_t}{r'_e}$$

$$v_{out} = A_V \cdot v_{in}$$

# 3. Tầng khuếch đại mắc B chung



(b) AC equivalent model

$$I_B = \frac{V_C - V_{BE}}{R_B}$$

Let's assume that  $I_C \gg I_B$ . The collector voltage is

$$V_C \cong V_{CC} - I_C R_C$$

Also,

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_{DC}}$$

Substituting for  $V_C$  in the equation  $I_B = (V_C - V_{BE})/R_B$ ,

$$\frac{I_C}{\beta_{DC}} = \frac{V_{CC} - I_C R_C - V_{BE}}{R_B}$$

The terms can be arranged so that

$$\frac{I_C R_B}{\beta_{DC}} + I_C R_C = V_{CC} - V_{BE}$$

Then you can solve for  $I_C$  as follows:

$$I_C \left( R_C + \frac{R_B}{\beta_{DC}} \right) = V_{CC} - V_{BE}$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{DC}}$$

# Tổng hợp 3 phương pháp

## E chung

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V_\infty} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{i_c \cdot R_C}{i_c \cdot r'_e} = \frac{R_C}{r'_e}$$

$$V_{out(\infty)} = A_{V_\infty} \cdot V_{in}$$

$$r'_t = R_C // R_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$$

$$A_V = \frac{i_c \cdot r'_t}{i_c \cdot r'_e} = \frac{r'_t}{r'_e}$$

$$v_{out} = A_V \cdot v_{in}$$

## C chung

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V_\infty} = \frac{i_e \cdot R_E}{i_e (r'_e + R_E)} = \frac{R_E}{r'_e + R_E}$$

$$V_{out(\infty)} = A_{V_\infty} \cdot V_{in}$$

$$r'_t = R_E // R_L = \frac{R_E \cdot R_L}{R_E + R_L}$$

$$V_{out} = i_e \cdot r'_t$$

$$V_{in} = i_e (r'_e + r'_t)$$

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{r'_t}{r'_e + r'_t}$$

$$v_{out} = A_V \cdot v_{in}$$

## B chung

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$A_{V_\infty} = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_c \cdot R_C}{i_c \cdot r'_e} = \frac{R_C}{r'_e}$$

$$v_{out\infty} = A_V \cdot v_{in}$$

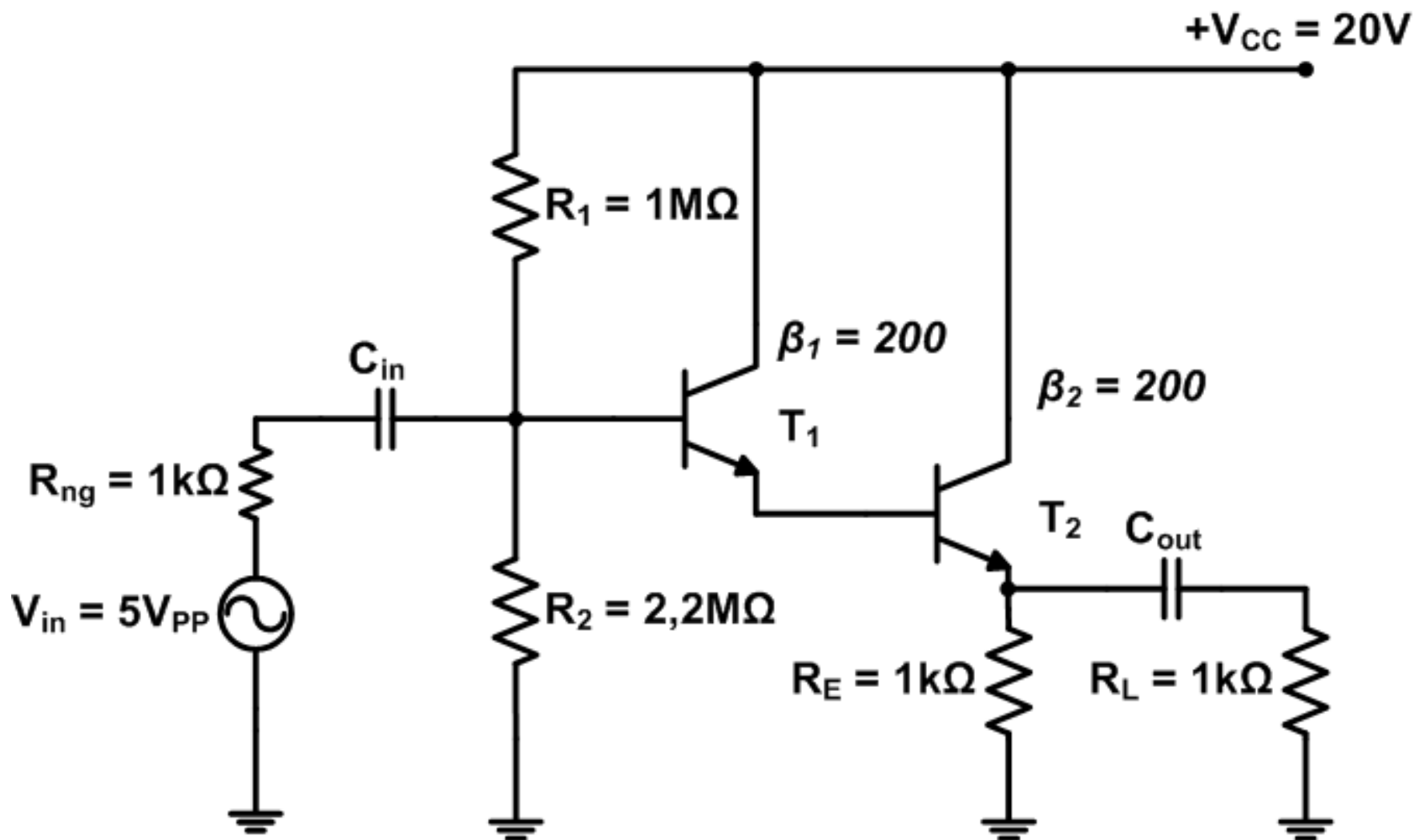
$$r'_t = R_C // R_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$$

$$A_V = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_c \cdot r'_t}{i_c \cdot r'_e} = \frac{r'_t}{r'_e}$$

$$v_{out} = A_V \cdot v_{in}$$



## 4. Tầng khuếch đại Darlington



- Là biến dạng của tầng CC .
- Trở kháng ngõ vào rất lớn, trở kháng ngõ ra nhỏ.
- Hệ số khuếch đại rất lớn.

$$\beta_{tổng} = \beta_1 \cdot \beta_2 = 200 \cdot 200 = 40000$$

- Chế độ DC:

$$V_{B1} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC}$$

$$V_{E2} = V_{B1} - 2V_{BE}$$

$$I_{E2} = \frac{V_{E2}}{R_E}; I_{E1} = \frac{I_{E2}}{\beta_2}$$

$$r'_{e2} = \frac{25mV}{I_{E2}}; r'_{e1} = \frac{25mV}{I_{E1}}$$

$$r_t = R_E // R_t = \frac{R_E \cdot R_t}{R_E + R_t}$$

$$Z_{V(B2)} = \beta_2 (r'_{e2} + r_t)$$

$$r_{t(1)} = Z_{V(B2)}$$

$$Z_{V(B1)} = \beta_1 [r'_{e1} + Z_{V(B2)}]$$

$$Z_{V(B1)} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot r_t$$

$$Z_V = Z_{V(B1)} // R_1 // R_2$$

Hiệu ứng ghép nguồn có nội trở  $R_{ng} = 1k\Omega$   
làm điện áp vào  $B_1$ :

$$V_{v(B)} = \frac{Z_v}{R_{ng} + Z_v} \cdot V_v$$