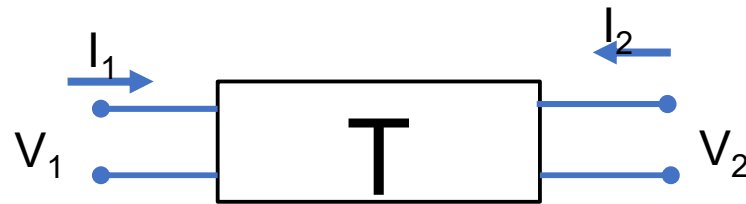


## 2.5. KHUẾCH ĐẠI ĐIỆN ÁP DÙNG BJT

### 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

Khi làm việc với tín hiệu nhỏ có thể xem transistor như một phần tử tuyến tính. Mô hình hóa transistor như một mạng 4 cực tuyến tính



Chọn  $I_1$ ;  $V_2$  làm hai biến độc lập và  $V_1$ ;  $I_2$  là hàm của chúng, ta có:

$$V_1 = f_1(I_1; V_2)$$

$$I_2 = f_2(I_1; V_2)$$

Lấy vi phân toàn phần theo các biến  $I_1$  và  $V_2$  ta được:

$$dV_1 = \frac{\partial V_1}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial V_1}{\partial V_2} dV_2 = h_{11} dI_1 + h_{12} dV_2 \Rightarrow v_1 = h_{11} i_1 + h_{12} v_2$$

$$dI_2 = \frac{\partial I_2}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial I_2}{\partial V_2} dV_2 = h_{21} dI_1 + h_{22} dV_2 \Rightarrow i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} v_2$$

## 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

$$h_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{v_2=0} = h_i$$

Trở kháng vào của BJT khi ngõ ra ngắn mạch với tín hiệu xoay chiều

$$h_{21} = \left. \frac{i_2}{i_1} \right|_{v_2=0} = h_f$$

Hệ số khuếch đại dòng khi ngõ ra ngắn mạch với tín hiệu xoay chiều

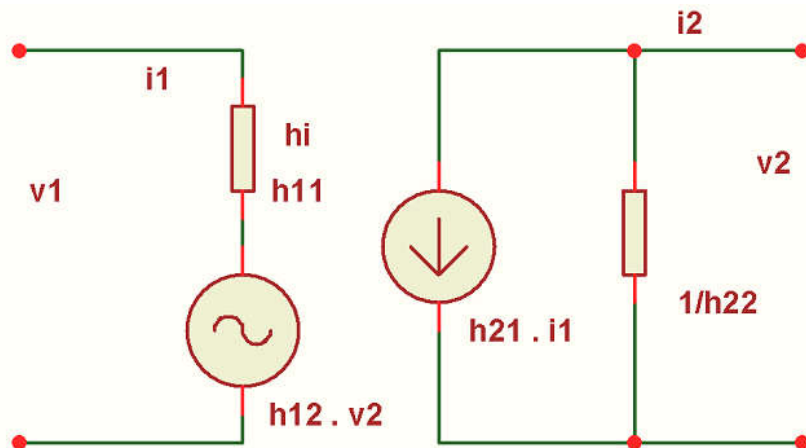
$$h_{12} = \left. \frac{v_1}{v_2} \right|_{i_1=0} = h_r$$

Hệ số hồi tiếp điện áp khi hở mạch ngõ vào với tín hiệu xoay chiều

$$h_{22} = \left. \frac{i_2}{v_2} \right|_{i_1=0} = h_o$$

Điện dẫn ra khi hở mạch ngõ vào với tín hiệu xoay chiều

## 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

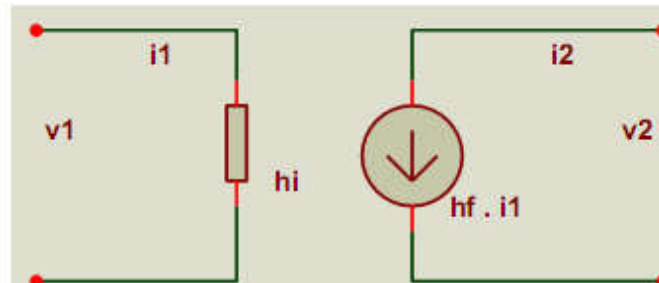


Mạch tương đương của BJT

- $h_{12} \cdot v_2$ : Sự truyền điện áp theo chiều ngược (hiện tượng hồi tiếp nội bộ của BJT);  $h_{12}$  rất bé ( $10^{-4} \rightarrow 10^{-3}$ ) nên có thể bỏ qua
- $h_{21} \cdot i_1$ : Phản ánh khả năng khuếch đại của BJT, nguồn này có nội trở rất lớn

-Điện dẫn ra  $h_{22}$ : độ dốc đặc tuyến BJT. Thông thường  $h_{22}$  rất bé  $\rightarrow \frac{1}{h_{22}} \rightarrow \infty$  bỏ qua

**Sơ đồ tương đương đơn giản hóa của BJT:**



## 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

### Mạch mắc CE

$$h_{ie} = \left. \frac{v_i}{i_i} \right|_{v_0=0} = \left. \frac{v_{BE}}{i_B} \right|_{v_{ce}=0} = \left. \frac{v_{BE}}{i_B} \right|_Q = \frac{V_T}{I_B} \approx \beta \frac{V_T}{I_E}$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} \approx \frac{25(mV)}{I_C(mA)}$$

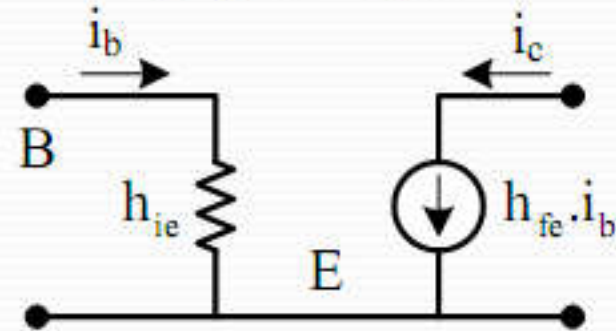
$$h_{ie} = \beta r_e$$

$$h_{fe} = \left. \frac{i_2}{i_1} \right|_{v_0=0} = \left. \frac{i_C}{i_B} \right|_{v_{ce}=0} = \left. \frac{i_C}{i_B} \right|_Q = \frac{I_C}{I_B}$$

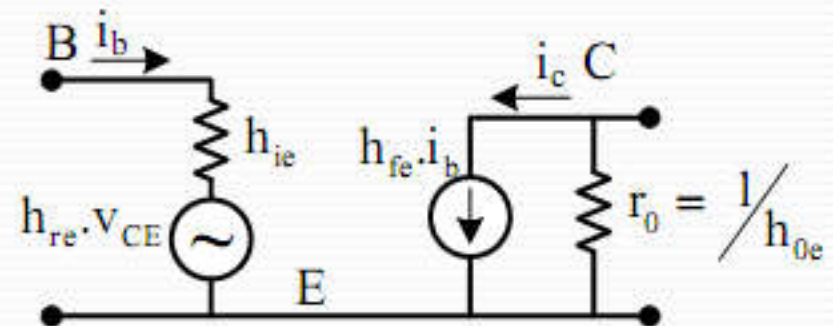
$$h_{fe} = \beta$$

### thông số h

#### Dạng đơn giản

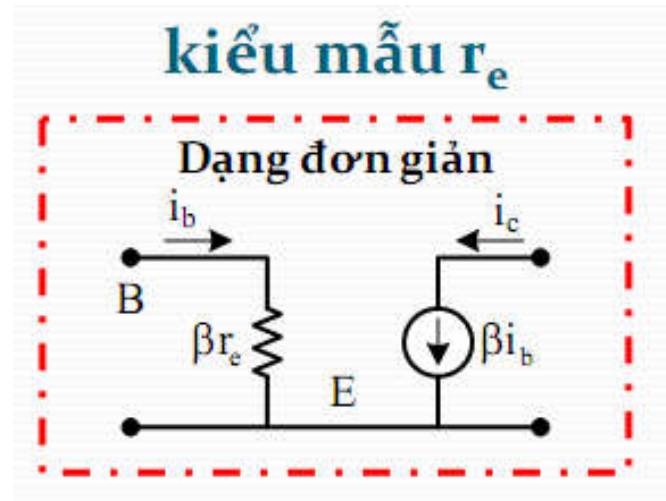


#### Dạng đầy đủ



## 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

### Mạch mắc CE

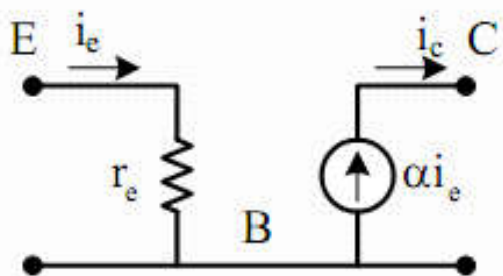


## 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

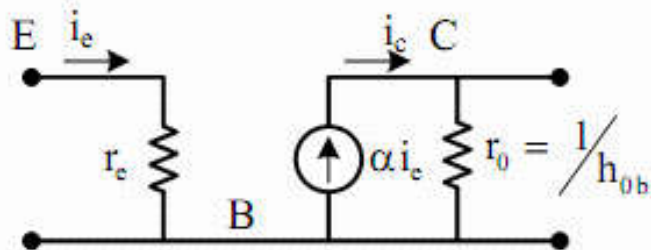
### Mạch cực Base chung

kiểu mẫu  $r_e$

Dạng đơn giản

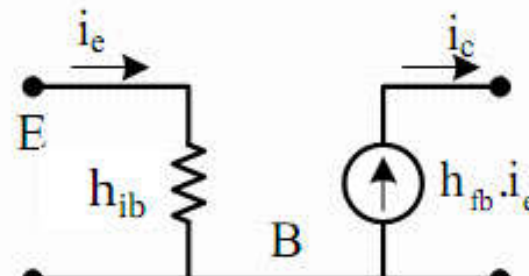


Dạng đầy đủ

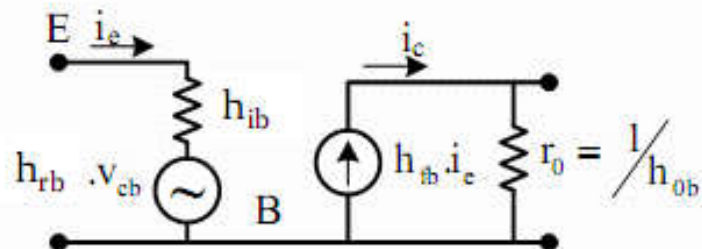


thông số h

Dạng đơn giản



Dạng đầy đủ



$$h_{ib} = r_e$$

$$h_{fb} = \alpha$$

(SV trình bày cách chứng minh)

## 2.5.1. Mô hình tương đương tham số h của BJT

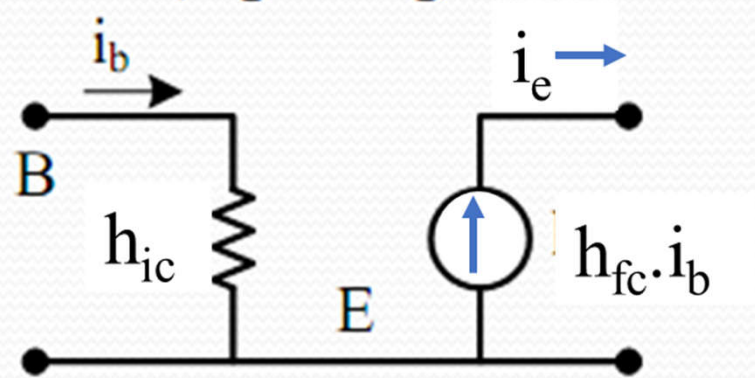
Mạch mắc CC

$$h_{ic} = \beta r_e$$

$$h_{fc} = \beta$$

thông số h

Dạng đơn giản

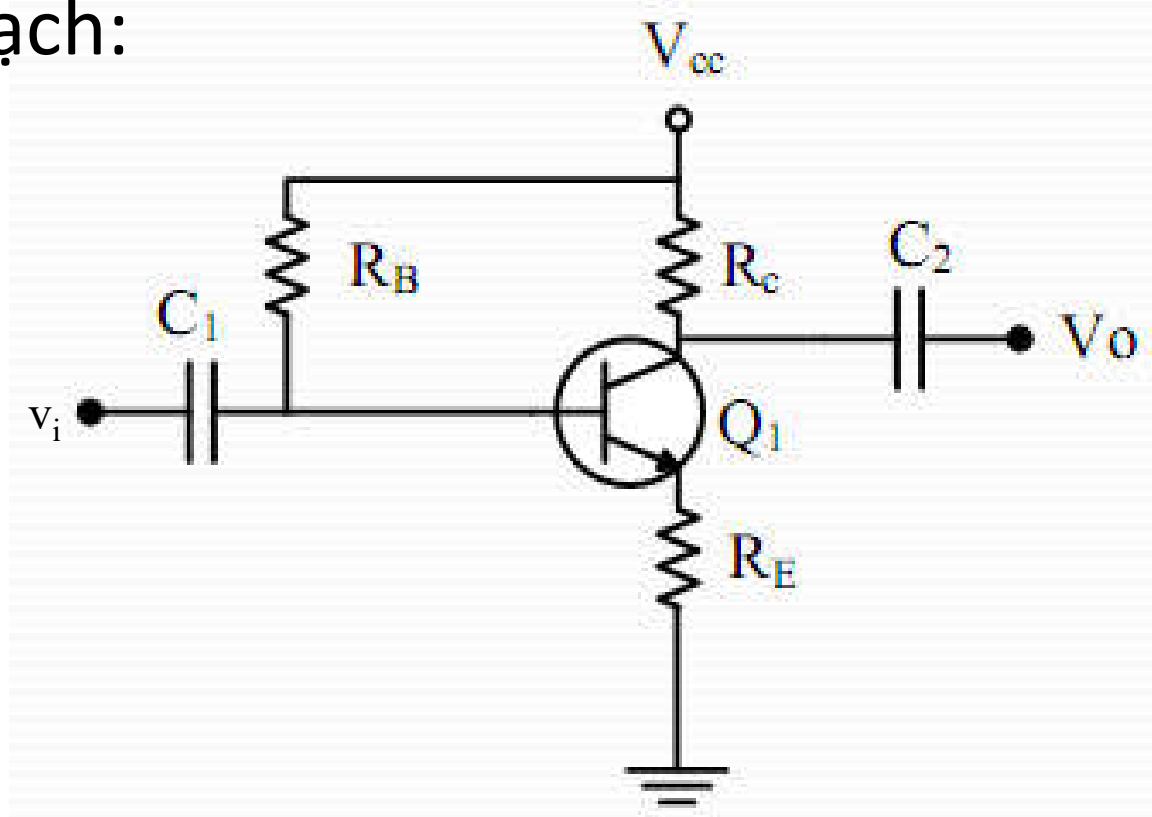


## 2.5. KHUẾCH ĐẠI ĐIỆN ÁP DÙNG BJT

### 2.5.2. Mạch khuếch đại E chung(CE)

#### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

- Sơ đồ mạch:



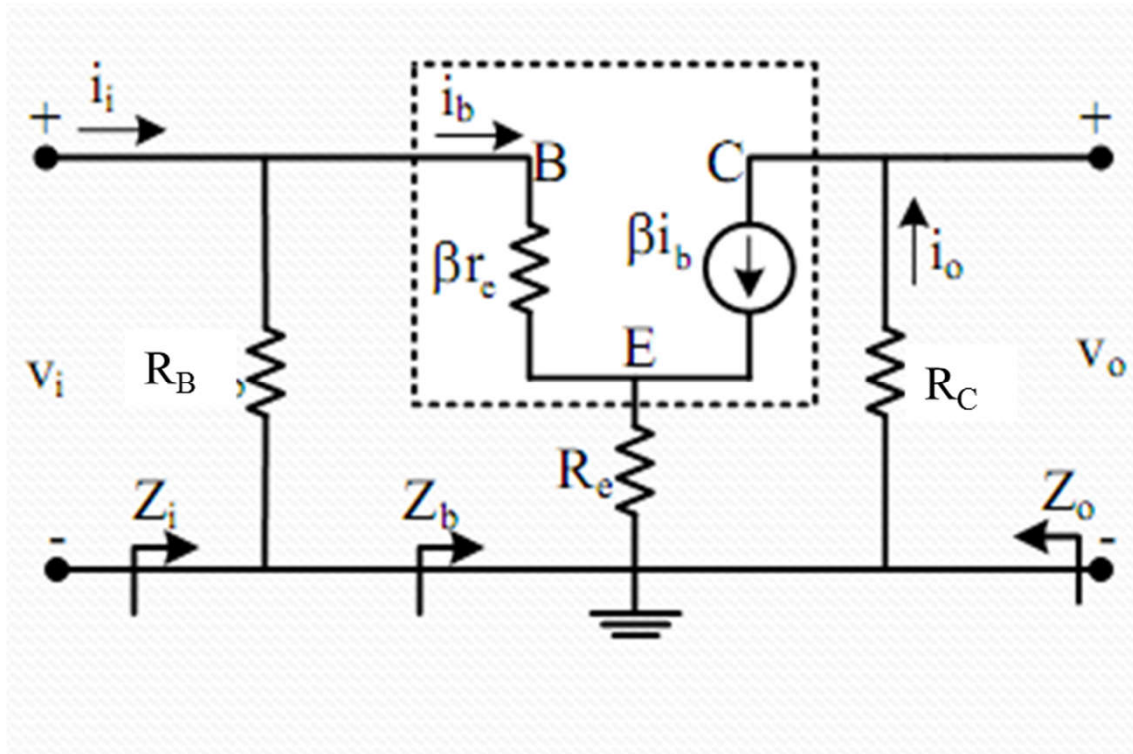


## 2.5. KHUẾCH ĐẠI ĐIỆN ÁP DÙNG BJT

### 2.5.2. Mạch khuếch đại E chung(CE)

#### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

- Mạch tương đương xoay chiều (giải tích theo kiểu mẫu  $r_e$  ;  $r_0 \rightarrow \infty$ )



### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

Độ lợi điện thế:  $A_V = \frac{V_o}{V_i}$

$$V_o = -\beta \cdot i_b \cdot R_C \quad V_i = \beta \cdot r_e \cdot i_b + (1 + \beta) R_E \cdot i_b$$

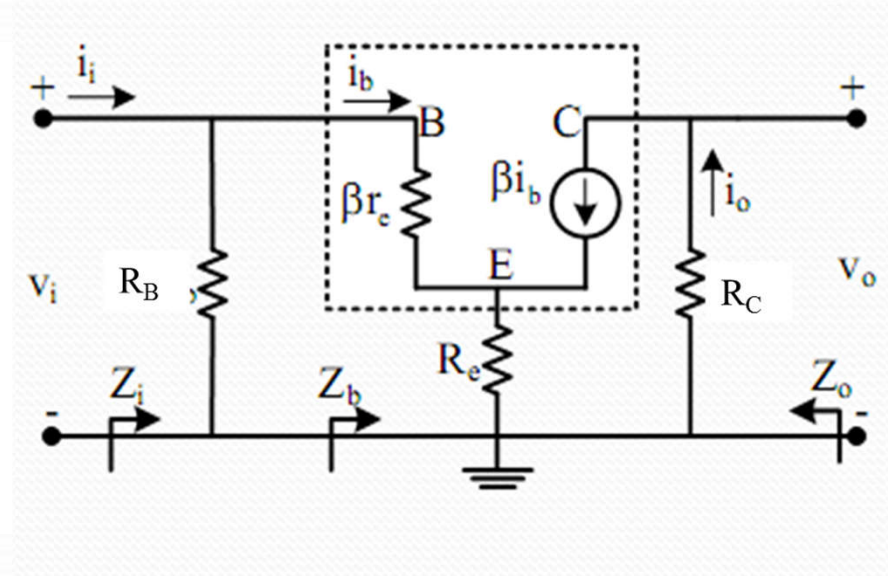
$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-\beta \cdot i_b \cdot R_C}{\beta \cdot r_e \cdot i_b + (1 + \beta) R_E \cdot i_b} = -\frac{\beta \cdot R_C}{\beta \cdot r_e + (1 + \beta) R_E}$$

Do  $\beta \gg 1$

$$A_V = -\frac{R_C}{r_e + R_E}$$

Nếu  $R_E \gg r_e$

$$A_V = -\frac{R_C}{R_E}$$



Dấu - cho thấy  $v_o$  và  $v_i$  ngược pha

### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

•Độ lợi dòng điện:  $A_i = \frac{\dot{i}_o}{\dot{i}_i}$

$$\dot{i}_o = -\frac{V_o}{R_C} \quad \dot{i}_i = -\frac{V_i}{Z_i}$$

$$A_i = -\frac{V_o}{V_i} \cdot \frac{Z_i}{R_C}$$

$$A_i = -A_v \cdot \frac{Z_i}{R_C}$$

### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

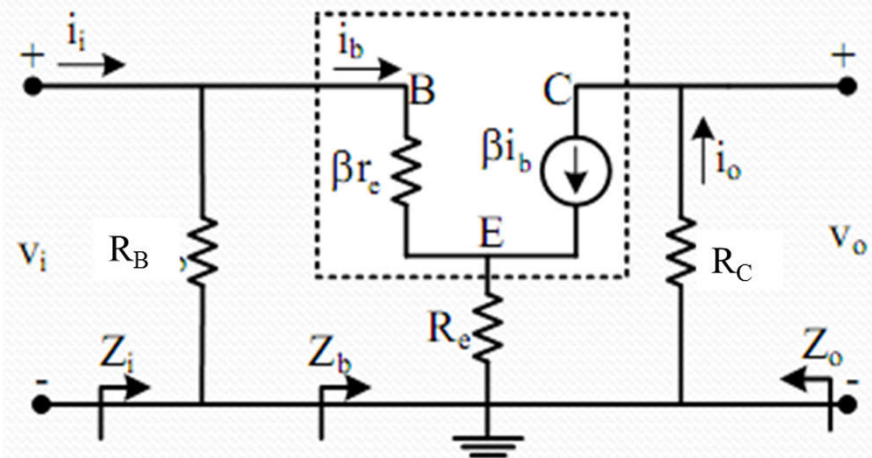
• Tổng trở vào:  $Z_i = \frac{V_i}{i_i}$

$$Z_b = \frac{V_i}{i_b} = \frac{\beta \cdot r_e \cdot i_b + (1 + \beta) R_E \cdot i_b}{i_b} = \beta \cdot r_e + (1 + \beta) R_E = \beta (r_e + R_E) = \beta R_E$$

$$Z_i = R_B // Z_b$$

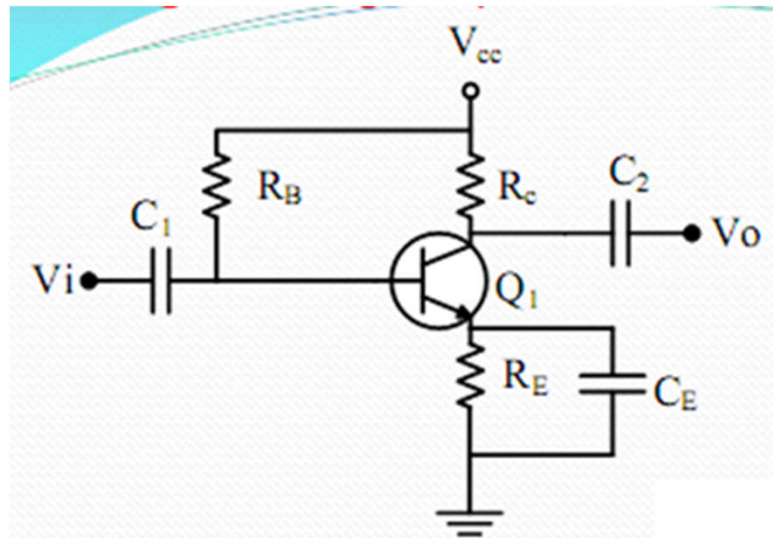
• Tổng trở ra:  $Z_o = \frac{V_o}{i_o}$

$$Z_o = \frac{V_o}{i_o} = R_C$$



### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

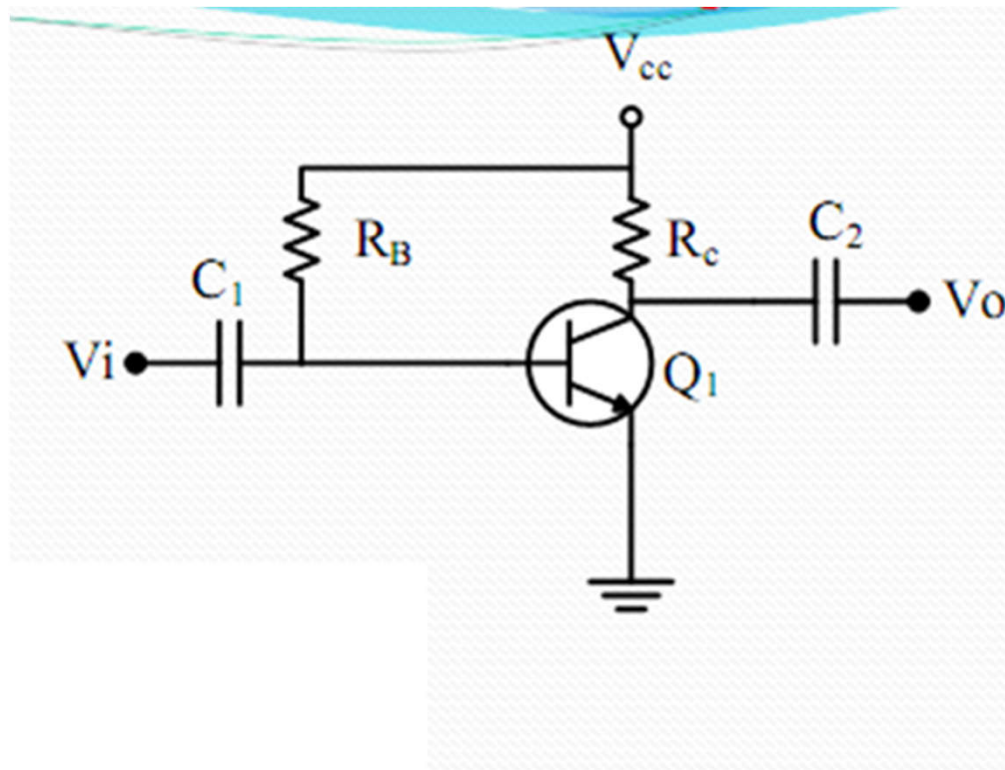
**Trường hợp nối thêm tụ  $C_E$  hoặc nối E xuống mass**



*Chú ý: Trong sơ đồ trên, khi phân tích AC, tụ  $C_E$  cho phép dòng xoay chiều đi qua nên điện trở  $R_E$  bị nối tắt*

### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

**Trường hợp không có điện trở  $R_E$**

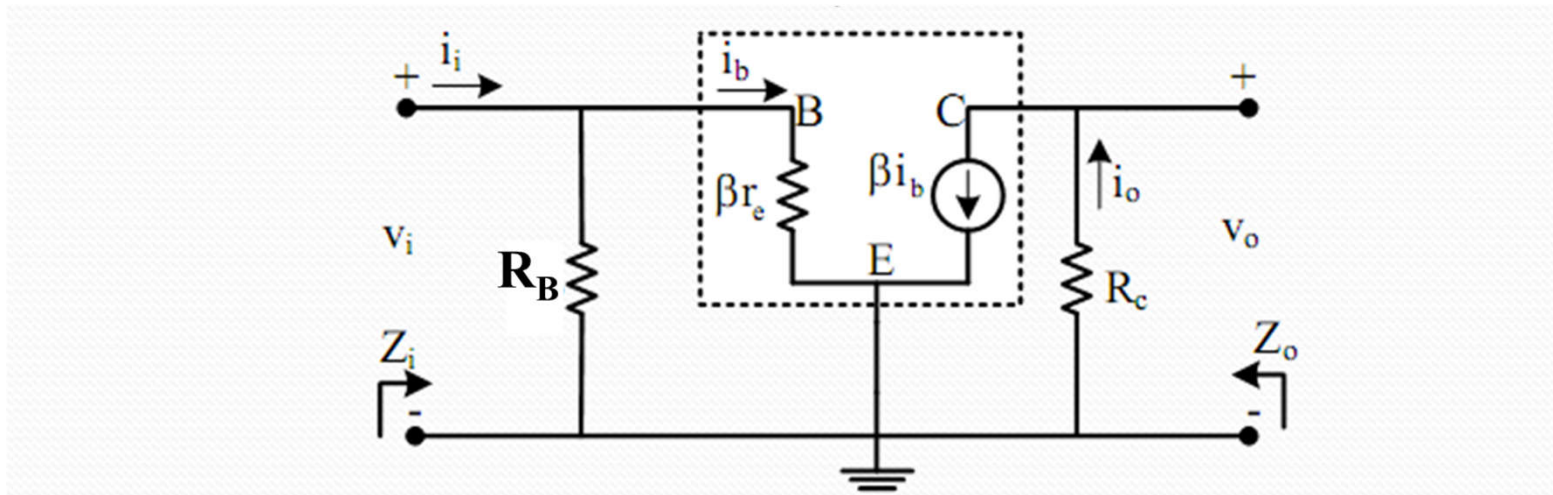




## 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

### Mạch tương đương xoay chiều

(Trường hợp nối thêm tụ  $C_E$  hoặc nối E xuống mass, hoặc không có điện trở  $R_E$ ,  $r_0 \rightarrow \infty$ )



Phân giải mạch ta sẽ tìm được:

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_C}{r_e}$$

$$A_i = -A_V \frac{Z_i}{R_C}$$

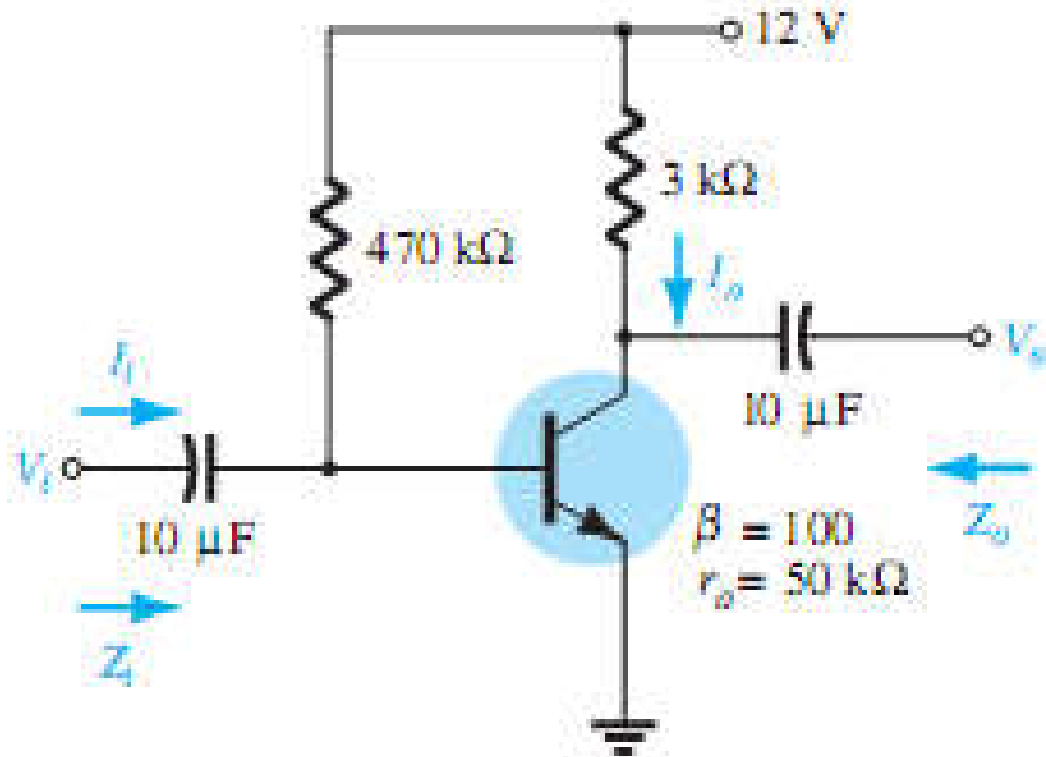
$$Z_i = \frac{V_i}{i_i} = R_B // \beta r_e$$

$$Z_o = R_C$$

### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

Ví dụ 1: Cho mạch khuếch đại BJT như hình vẽ.

- a) Xác định  $r_e$
- b) Tìm  $Z_i$  (với  $r_o = \infty$ )
- c) Tính  $Z_o$  (với  $r_o = \infty$ )
- d) Xác định  $A_v$  (với  $r_o = \infty$ )
- e) Làm lại câu c) và câu d) nếu cho  $r_o = 50\text{k}\Omega$ . So sánh kết quả



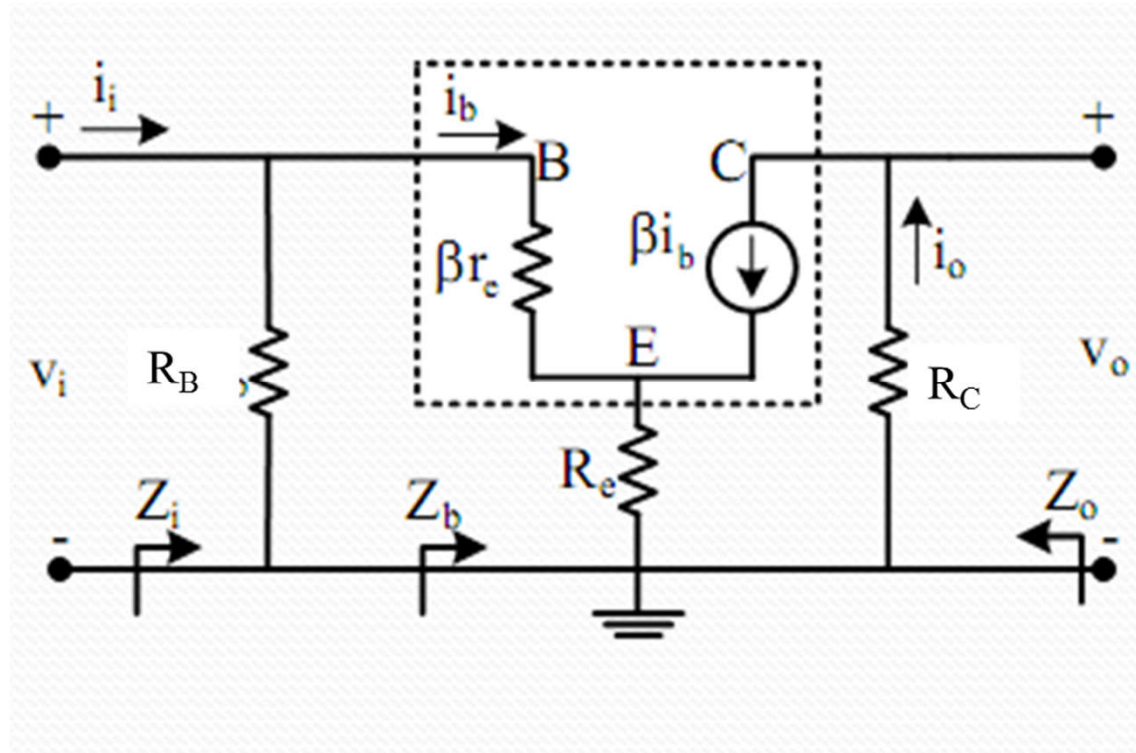


## 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

### Ví dụ 1

### Hướng dẫn giải

Mạch tương đương xoay chiều



### 2.5.2.1. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu phân cực cố định

**Ví dụ 1**  $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12\text{ V} - 0.7\text{ V}}{470\text{ k}\Omega} = 24.04\text{ }\mu\text{A}$

$$I_E = (\beta + 1)I_B = (101)(24.04\text{ }\mu\text{A}) = 2.428\text{ mA}$$

$$r_e = \frac{26\text{ mV}}{I_E} = \frac{26\text{ mV}}{2.428\text{ mA}} = 10.71\text{ }\Omega$$

b.  $\beta r_e = (100)(10.71\text{ }\Omega) = 1.071\text{ k}\Omega$

$$Z_i = R_B \parallel \beta r_e = 470\text{ k}\Omega \parallel 1.071\text{ k}\Omega = 1.07\text{ k}\Omega$$

c.  $Z_o = R_C = 3\text{ k}\Omega$

d.  $A_v = -\frac{R_C}{r_e} = -\frac{3\text{ k}\Omega}{10.71\text{ }\Omega} = -280.11$

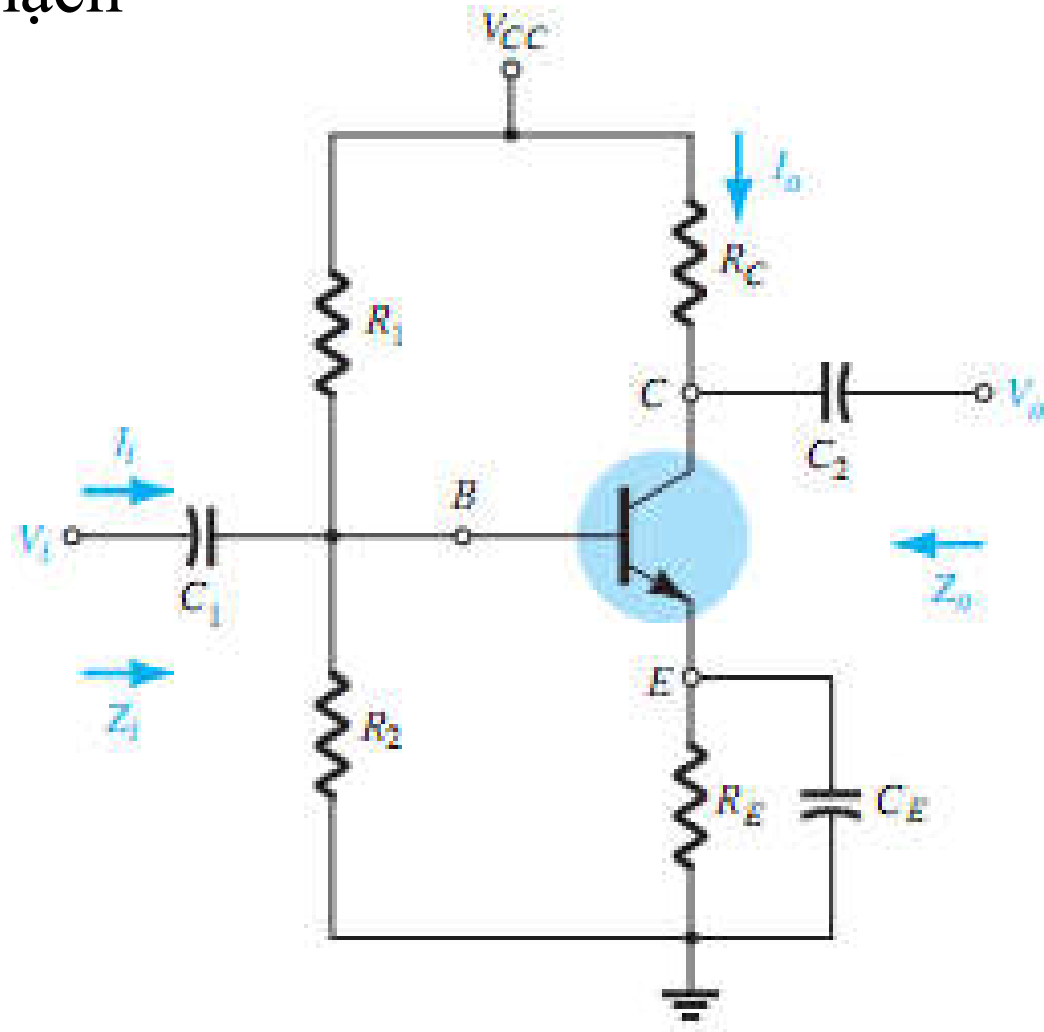
e.  $Z_o = r_o \parallel R_C = 50\text{ k}\Omega \parallel 3\text{ k}\Omega = 2.83\text{ k}\Omega$  vs.  $3\text{ k}\Omega$

$$A_v = -\frac{r_o \parallel R_C}{r_e} = \frac{2.83\text{ k}\Omega}{10.71\text{ }\Omega} = -264.24 \text{ vs. } -280.11$$

## 2.5.2. Mạch khuếch đại E chung(CE)

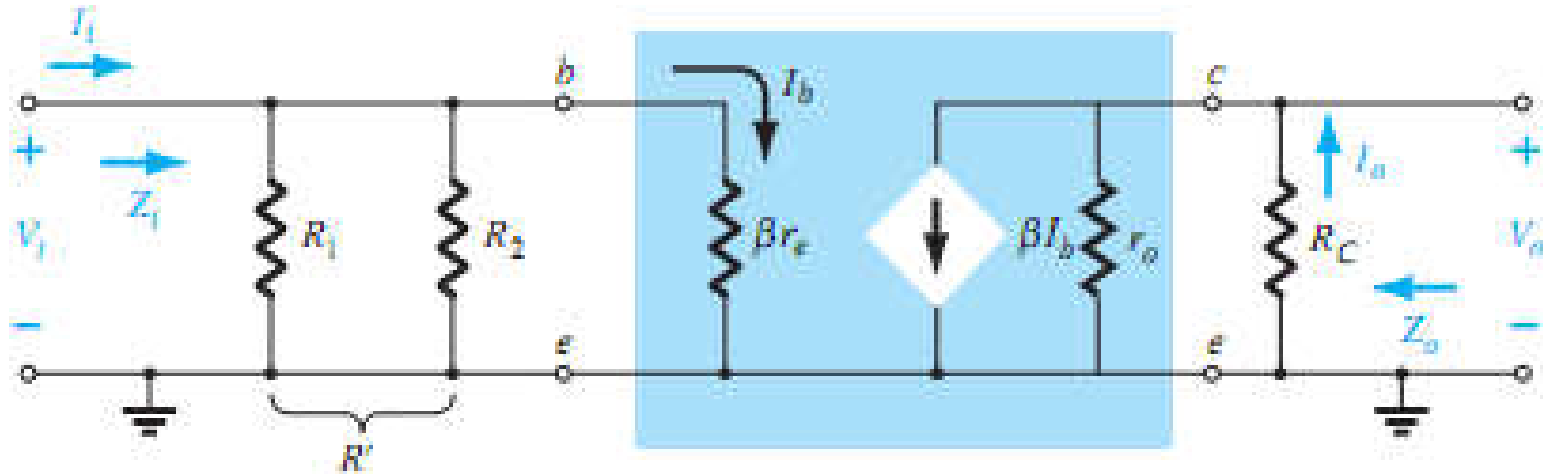
### 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

- Sơ đồ mạch



## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

- Mạch tương đương xoay chiều tín hiệu nhỏ, tần số thấp



$$R' = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$Z_o \cong R_C$$

If  $r_o \geq 10R_C$

$$Z_i = R' \parallel \beta r_e$$

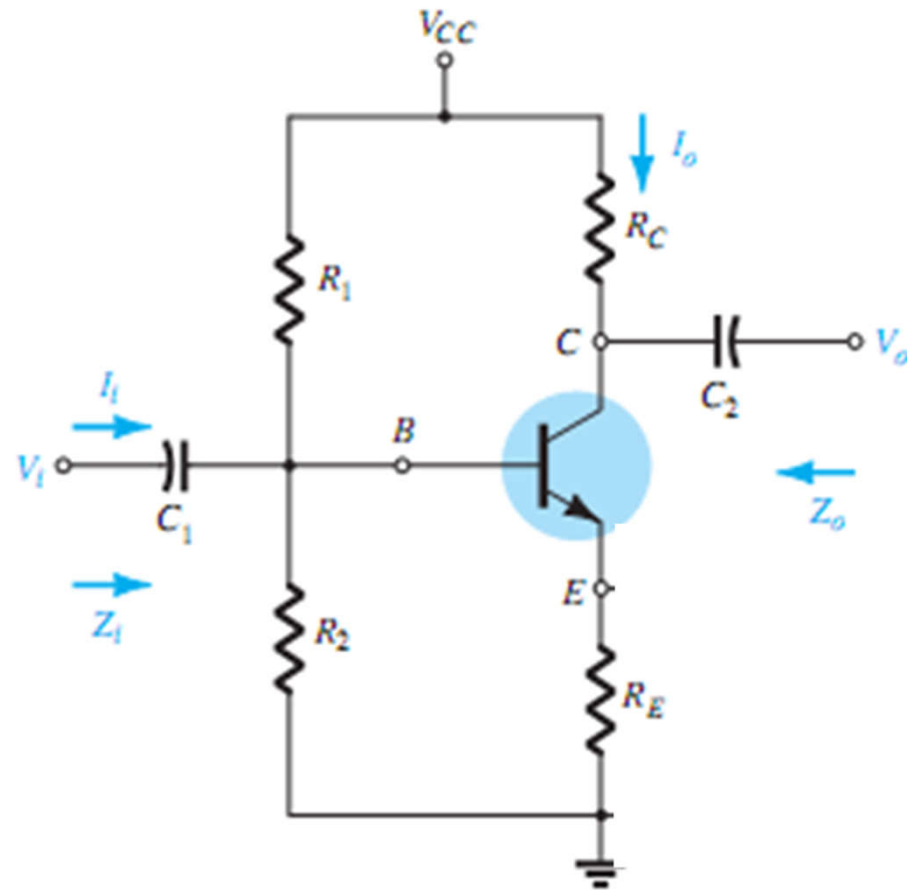
$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C \parallel r_o}{r_e}$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} \cong -\frac{R_C}{r_e}$$

$r_o \geq 10R_C$

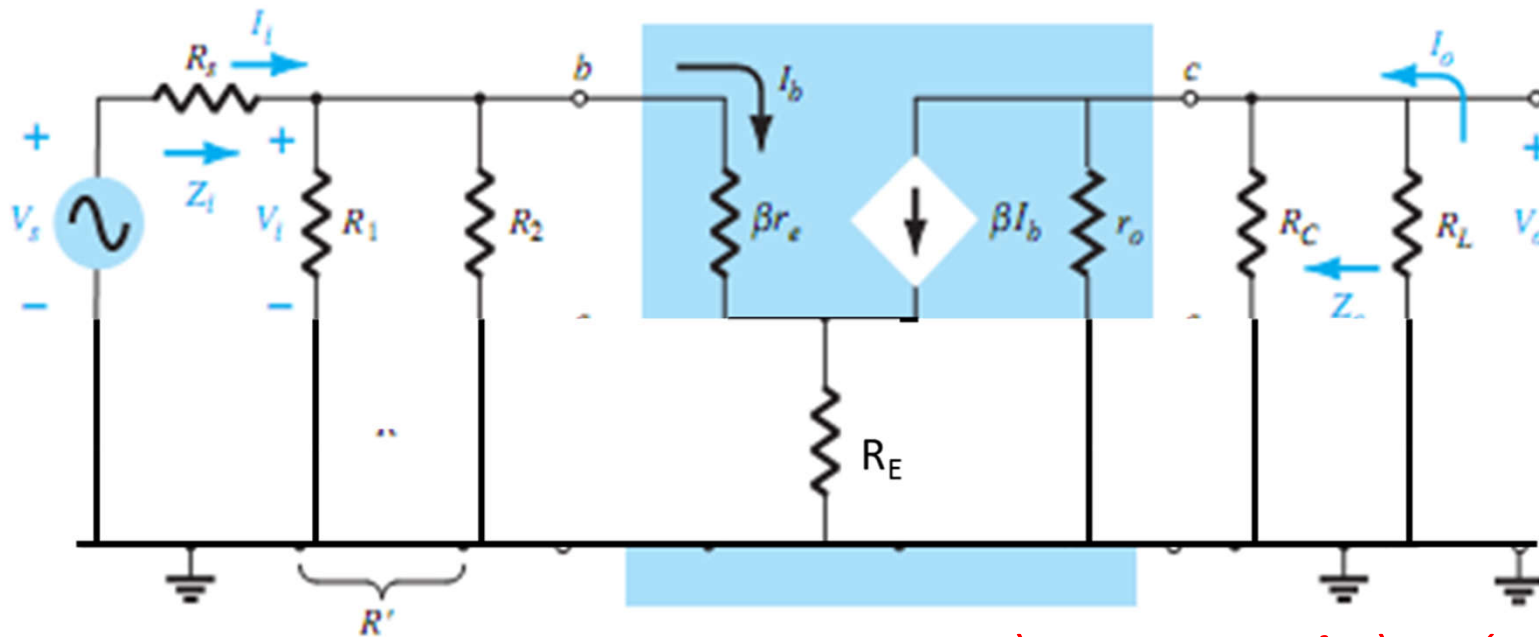
## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

- Nếu không có tụ  $C_E$ ;  $r_o \rightarrow \infty$  hoặc  $r_o \geq 10R_C$



## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

- Nếu không có tụ  $C_E$ ;  $r_o \rightarrow \infty$  hoặc  $r_o \geq 10R_C$ )



Mạch tương đương xoay chiều tín hiệu nhỏ, tần số thấp

$$Z_o = R_C$$

$$Z_b = \beta(r_e + R_E) \quad A_v = -\frac{R_C}{r_e + R_E} \quad A_i = -A_v \frac{Z_i}{R_C}$$

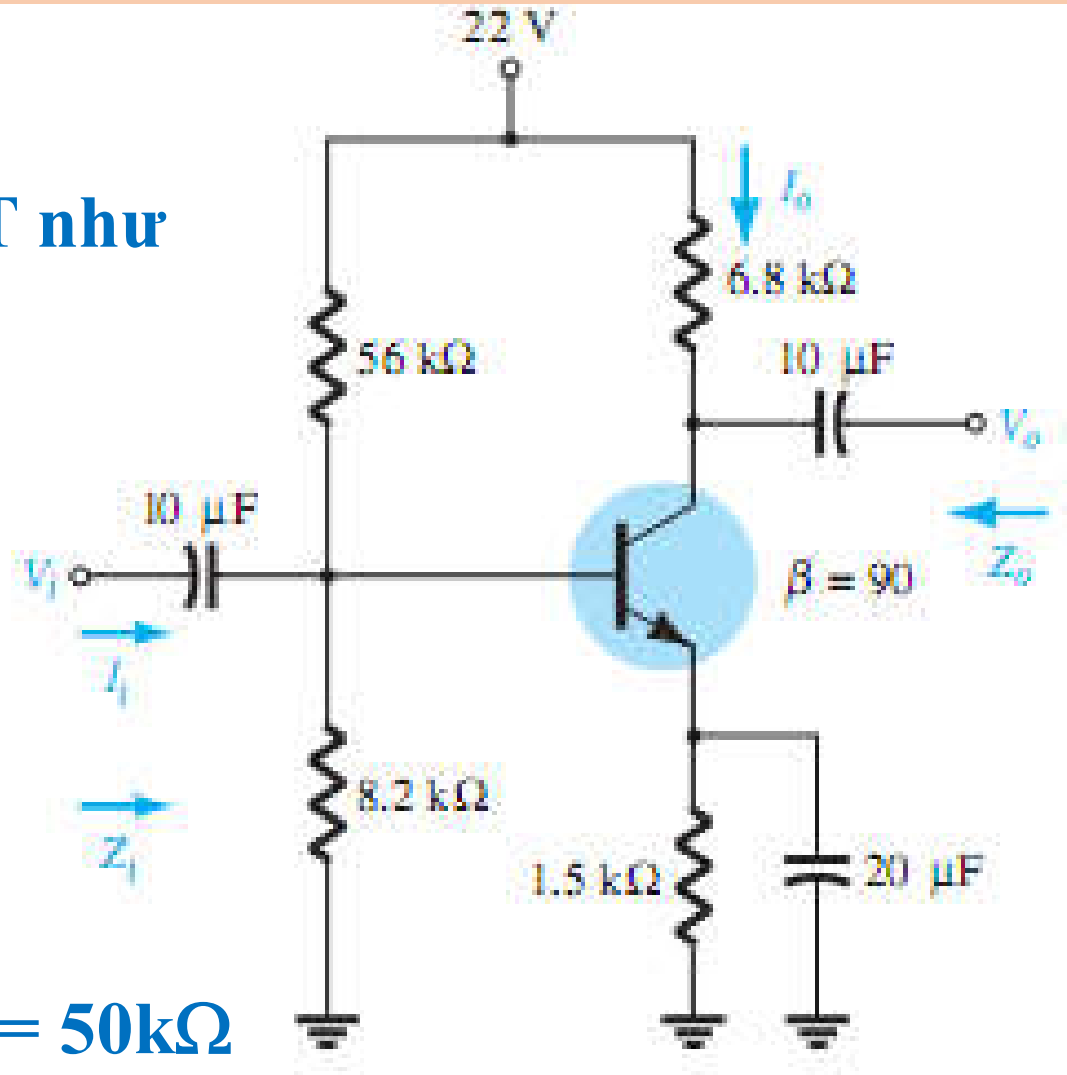
$$Z_i = R_1 // R_2 // Z_b$$

## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

### Ví dụ 2:

Cho mạch phân cực BJT như hình vẽ. Xác định

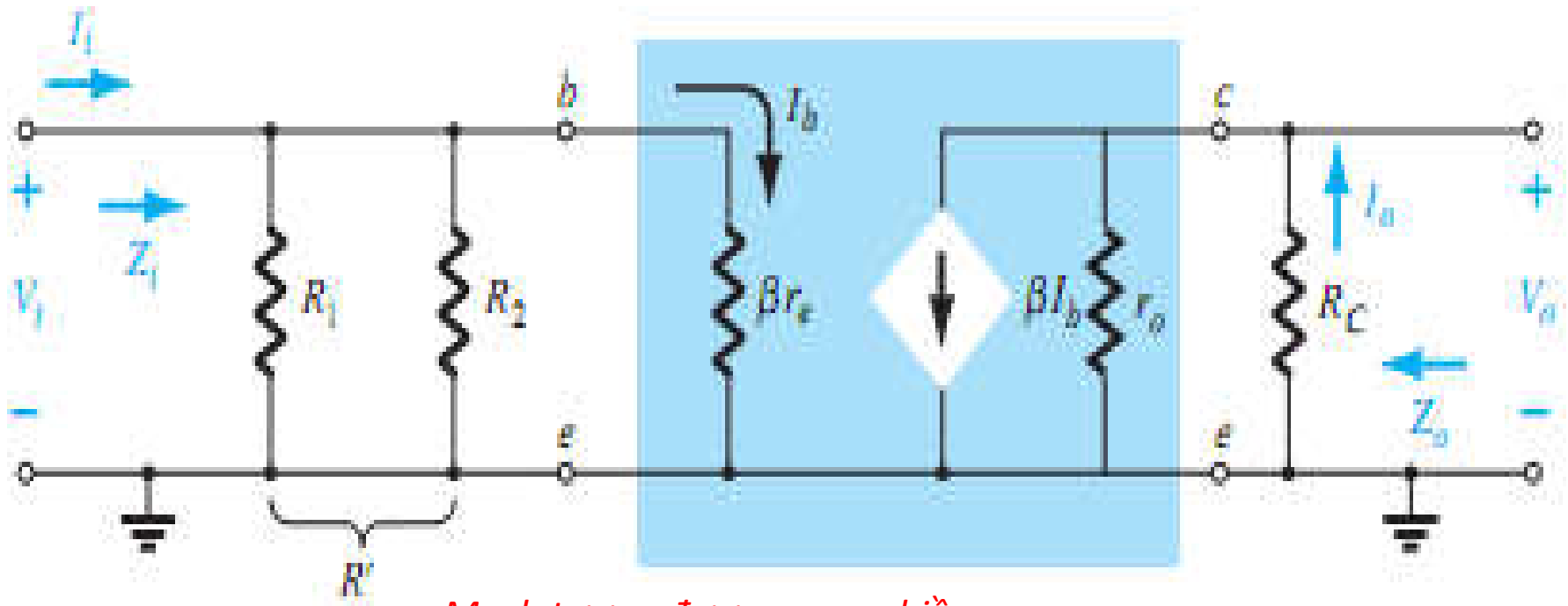
- a)  $r_e$
- b)  $Z_i$
- c)  $Z_o$  ( $r_o = \infty$ )
- d)  $A_v$  ( $r_o = \infty$ )
- e) Làm lại câu d) nếu  $r_o = 50k\Omega$



## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

### Ví dụ 2:

#### Hướng dẫn giải



*Mạch tương đương xoay chiều*



## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

### Ví dụ 2:

- Phân tích DC: vì  $\beta R_E > 10R_2$  nên có thể coi gần đúng  $I_B \approx 0$ )

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{(8.2 \text{ k}\Omega)(22 \text{ V})}{56 \text{ k}\Omega + 8.2 \text{ k}\Omega} = 2.81 \text{ V}$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2.81 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 2.11 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{2.11 \text{ V}}{1.5 \text{ k}\Omega} = 1.41 \text{ mA}$$

### 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

**Ví dụ 2:** • Phân tích AC:

$$\text{a. } r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \text{ mV}}{1.41 \text{ mA}} = 18.44 \Omega$$

$$\text{b. } R' = R_1 \parallel R_2 = (56 \text{ k}\Omega) \parallel (8.2 \text{ k}\Omega) = 7.15 \text{ k}\Omega$$

$$\begin{aligned} Z_i &= R' \parallel \beta r_e = 7.15 \text{ k}\Omega \parallel (90)(18.44 \Omega) = 7.15 \text{ k}\Omega \parallel 1.66 \text{ k}\Omega \\ &= 1.35 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

## 2.5.2.2. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu cầu phân áp

### Ví dụ 2: • Phân tích AC:

c.  $Z_o = R_C = 6.8 \text{ k}\Omega$

d.  $A_v = -\frac{R_C}{r_e} = -\frac{6.8 \text{ k}\Omega}{18.44 \Omega} = -368.76$

e.  $Z_i = 1.35 \text{ k}\Omega$

$$Z_o = R_C \parallel r_o = 6.8 \text{ k}\Omega \parallel 50 \text{ k}\Omega = 5.98 \text{ k}\Omega \text{ vs. } 6.8 \text{ k}\Omega$$

$$A_v = -\frac{R_C \parallel r_o}{r_e} = -\frac{5.98 \text{ k}\Omega}{18.44 \Omega} = -324.3 \text{ vs. } -368.76$$

### • Lưu ý:

$r_o \geq 10R_C \rightarrow$  Áp dụng các công thức tính  $Z_o$ ,  $A_v$  giống như trong trường hợp  $r_o \rightarrow \infty$

### 2.5.2.3. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu hồi tiếp điện áp

#### Ví dụ 3:

Cho mạch khuếch đại BJT như hình vẽ. Xác định:

a)  $R_e$

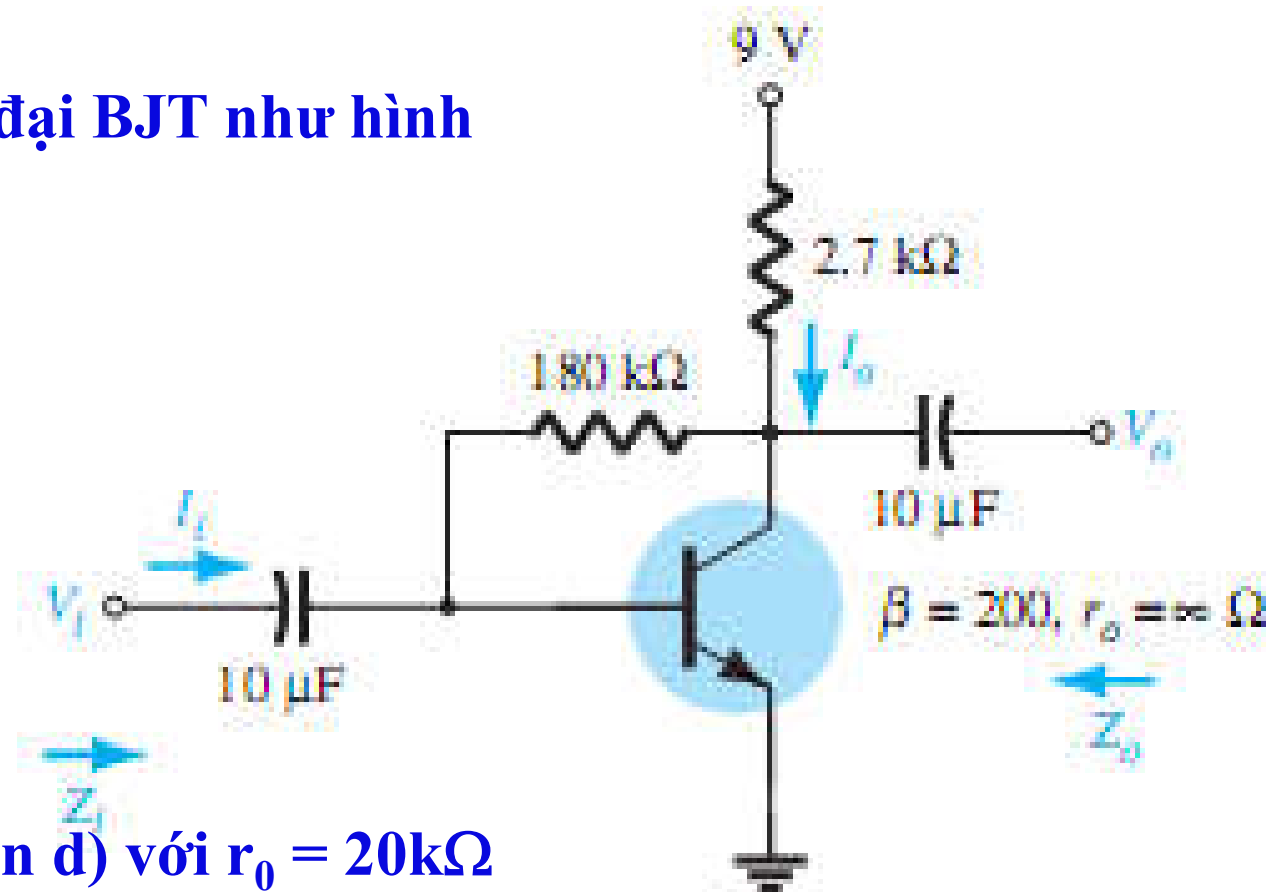
b)  $Z_i$

c)  $Z_o$

d)  $A_v$

e) Làm lại câu b đến d) với  $r_o = 20k\Omega$

và so sánh kết quả



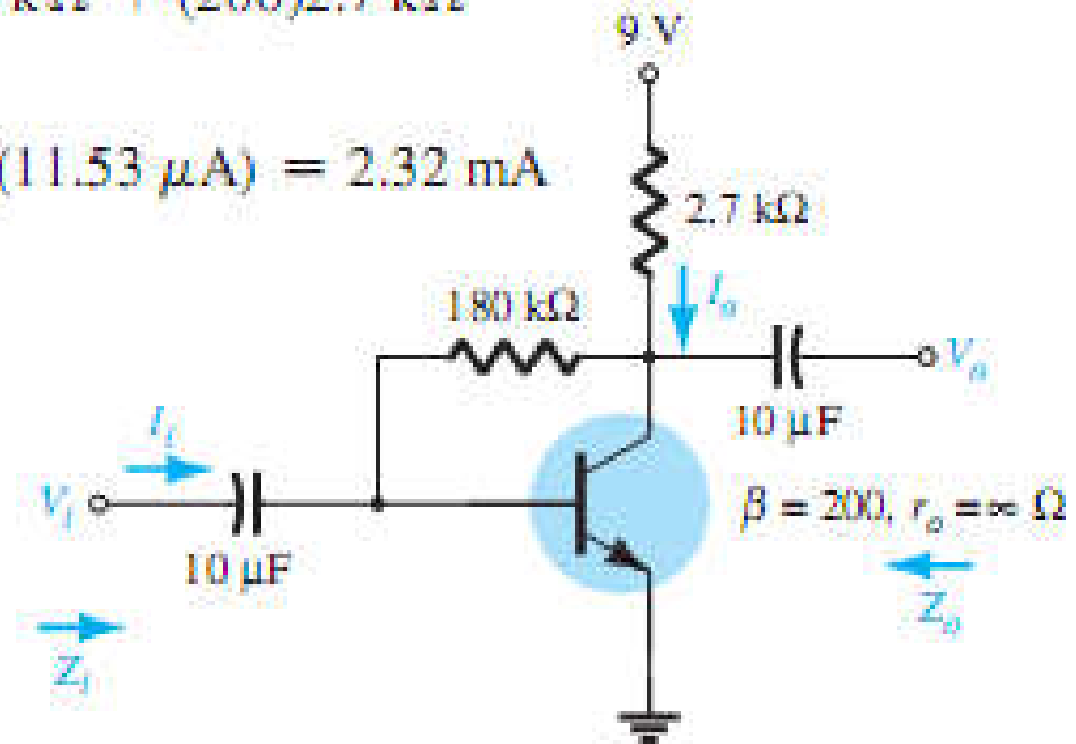
### 2.5.2.3. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu hồi tiếp điện áp

#### Ví dụ 3: Hướng dẫn giải

- Phân tích DC:

$$\begin{aligned} \text{a. } I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_F + \beta R_C} = \frac{9 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{180 \text{ k}\Omega + (200)2.7 \text{ k}\Omega} \\ &= 11.53 \mu\text{A} \end{aligned}$$

$$I_E = (\beta + 1)I_B = (201)(11.53 \mu\text{A}) = 2.32 \text{ mA}$$

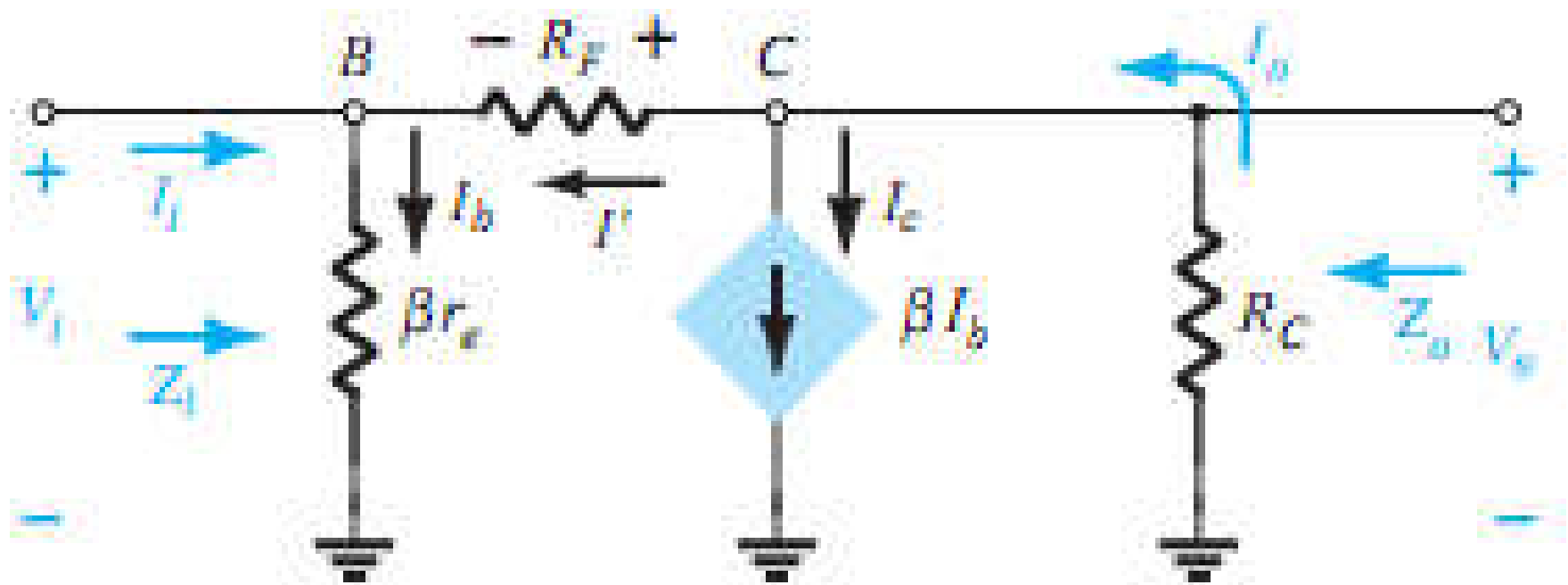


### 2.5.2.3. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu hồi tiếp điện áp

#### Ví dụ 3: Hướng dẫn giải

- Phân tích AC:

✓ Mạch tương đương xoay chiều



### 2.5.2.3. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu hồi tiếp điện áp

#### Ví dụ 3: Hướng dẫn giải

- Phân tích AC:

$$\text{a. } r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \text{ mV}}{2.32 \text{ mA}} = 11.21 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{b. } Z_i &= \frac{r_e}{\frac{1}{\beta} + \frac{R_C}{R_C + R_F}} = \frac{11.21 \Omega}{\frac{1}{200} + \frac{2.7 \text{ k}\Omega}{182.7 \text{ k}\Omega}} = \frac{11.21 \Omega}{0.005 + 0.0148} \\ &= \frac{11.21 \Omega}{0.0198} = 566.16 \Omega \end{aligned}$$

$$\text{c. } Z_o = R_C \parallel R_F = 2.7 \text{ k}\Omega \parallel 180 \text{ k}\Omega = 2.66 \text{ k}\Omega$$

$$\text{d. } A_v = -\frac{R_C}{r_e} = -\frac{2.7 \text{ k}\Omega}{11.21 \Omega} = -240.86$$

*Lưu ý: SV tự chứng minh các công thức tính  $Z_i$ ,  $Z_o$  và  $A_v$  (trang 279-280, tài liệu tham khảo *Electronic Devices and Circuit Theory 11th Ed*)*

### 2.5.2.3. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu hồi tiếp điện áp

#### Ví dụ 3: Hướng dẫn giải

e)

$$Z_i = \frac{1 + \frac{R_C \parallel r_o}{R_F}}{\frac{1}{\beta r_e} + \frac{1}{R_F} + \frac{R_C \parallel r_o}{\beta r_e R_F} + \frac{R_C \parallel r_o}{R_F r_e}}$$
$$= 617.7 \, \Omega$$



### 2.5.2.3. Mạch khuếch đại E chung(CE), kiểu hồi tiếp điện áp

#### Ví dụ 3: Hướng dẫn giải

e)

$Z_o$ :

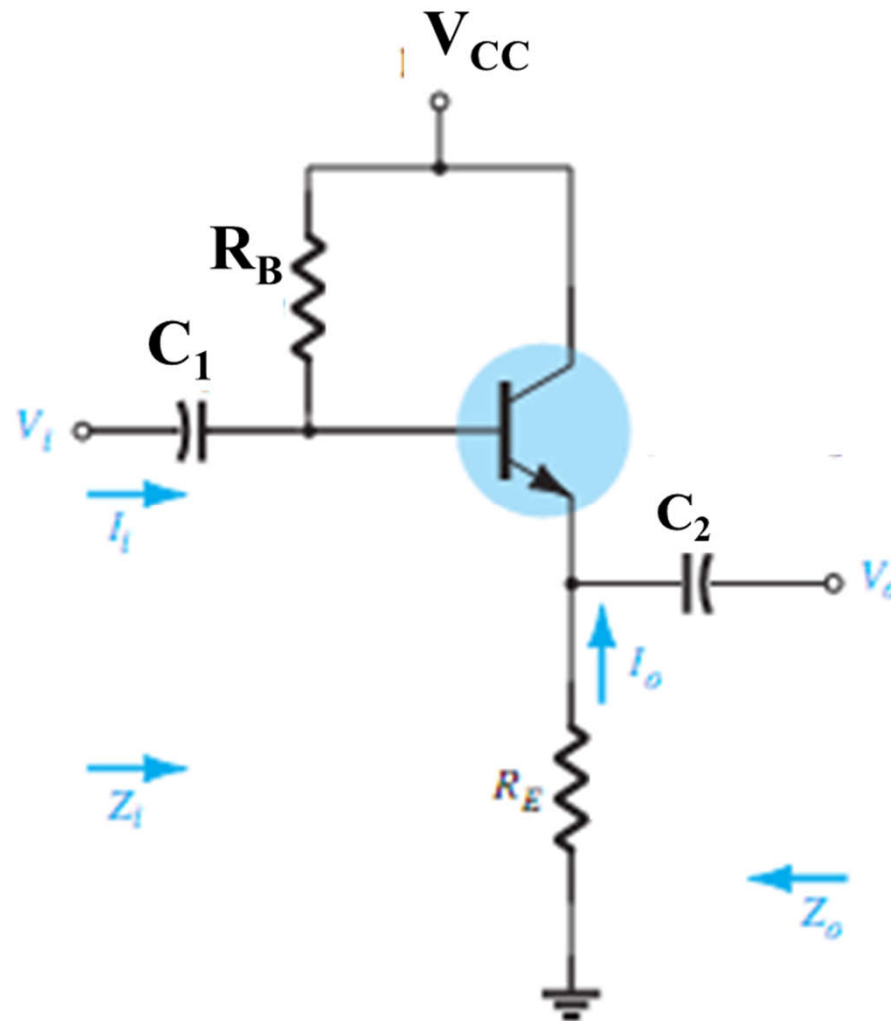
$$\begin{aligned} Z_o &= r_o \parallel R_C \parallel R_F = 20 \text{ k}\Omega \parallel 2.7 \text{ k}\Omega \parallel 180 \text{ k}\Omega \\ &= 2.35 \text{ k}\Omega \text{ vs. } 2.66 \text{ k}\Omega \text{ above} \end{aligned}$$

$A_v$ :

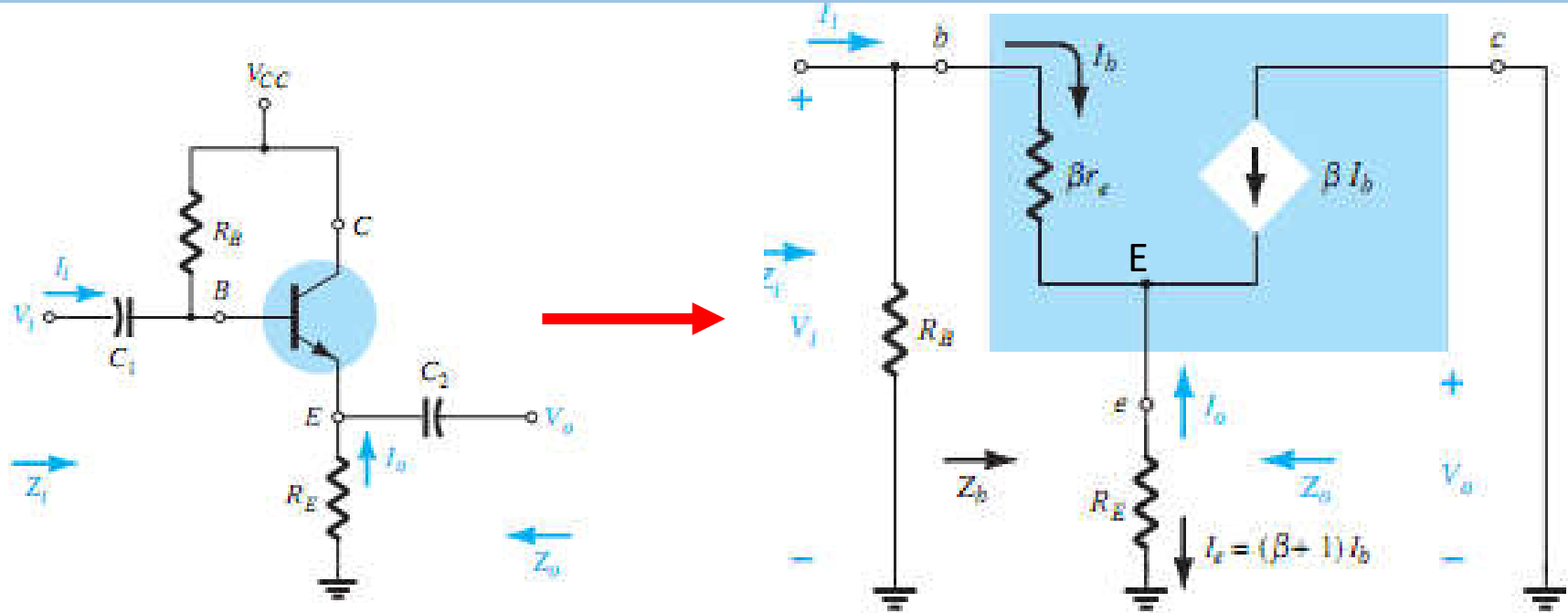
$$\begin{aligned} &= -\left( \frac{R_F}{R_C \parallel r_o + R_F} \right) \frac{R_C \parallel r_o}{r_e} = -\left[ \frac{180 \text{ k}\Omega}{2.38 \text{ k}\Omega + 180 \text{ k}\Omega} \right] \frac{2.38 \text{ k}\Omega}{11.21} \\ &= -[0.987] 212.3 \\ &= -209.54 \end{aligned}$$

## 2.3.5. Mạch khuếch đại kiểu C chung (CC)

- Sơ đồ mạch:



## 2.3.5. Mạch khuếch đại kiểu C chung (CC)



$$Z_i = R_B \parallel Z_b$$

$$Z_b = \beta r_e + (\beta + 1)R_E$$

$$Z_b \cong \beta(r_e + R_E)$$

$$Z_b \cong \beta R_E \quad R_E \gg r_e$$

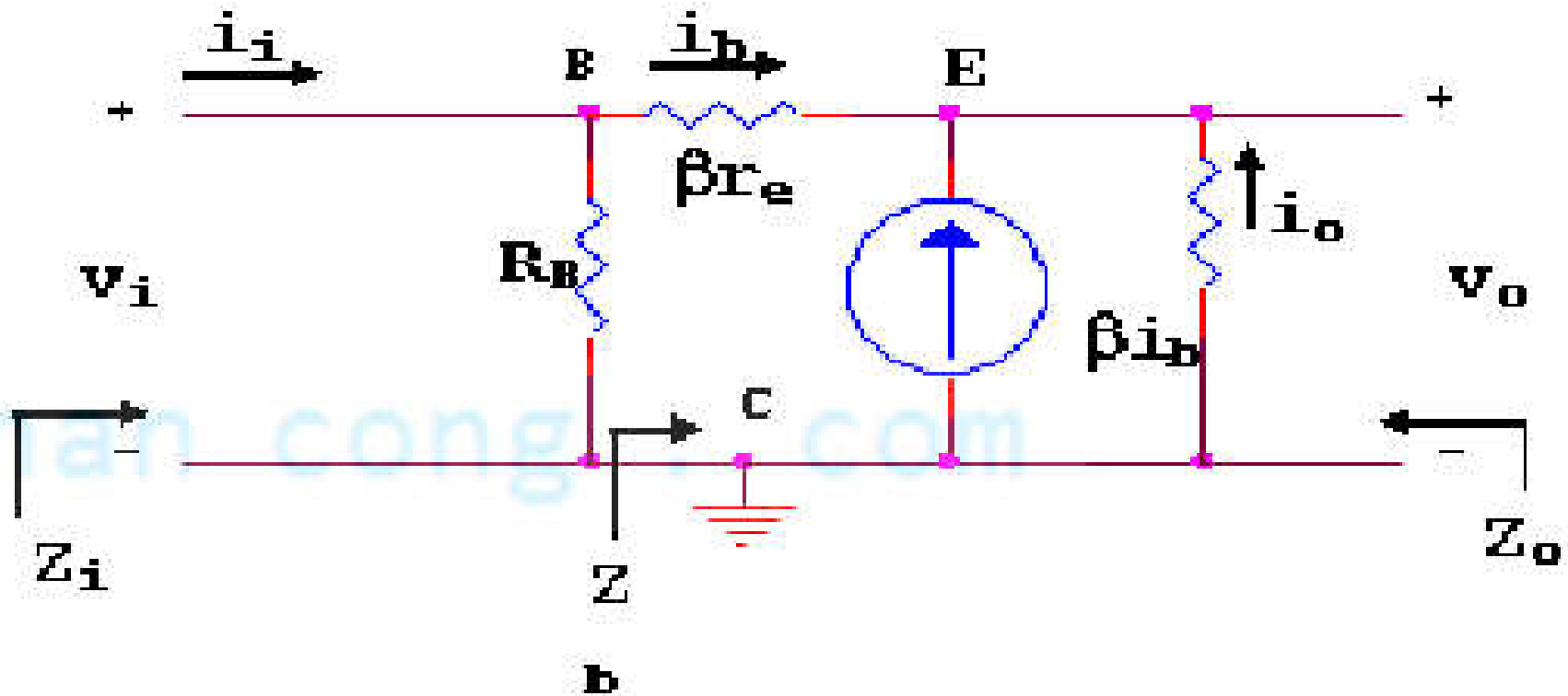
$$Z_o = R_E \parallel r_e$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E}{R_E + r_e}$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} \cong 1$$

### 2.3.5. Mạch khuếch đại kiểu C chung (CC)

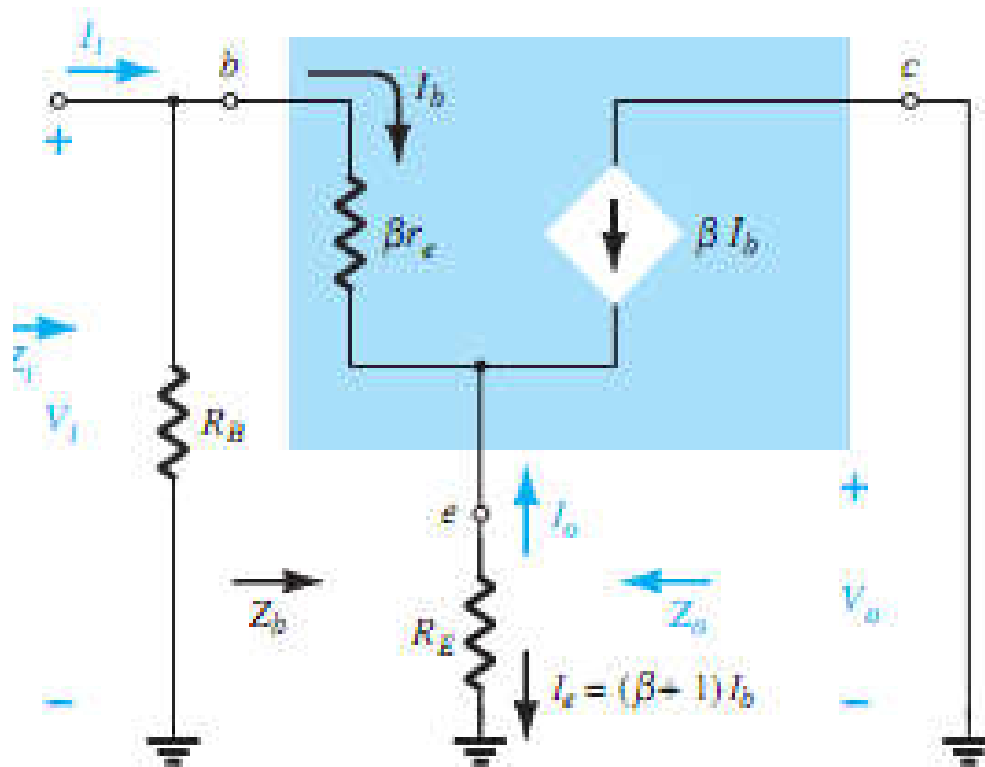
- Sơ đồ mạch



## 2.3.5. Mạch khuếch đại kiểu C chung (CC)

### Ví dụ 4:

Cho mạch khuếch đại BJT như hình vẽ  
Xác định  $r_e$ ;  $Z_i$ ;  $Z_o$ ;  $A_v$



### 2.3.5. Mạch khuếch đại kiểu C chung (CC)

#### Ví dụ 4:

$$\begin{aligned} \text{a. } I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} \\ &= \frac{12 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{220 \text{ k}\Omega + (101)3.3 \text{ k}\Omega} = 20.42 \mu\text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_E &= (\beta + 1)I_B \\ &= (101)(20.42 \mu\text{A}) = 2.062 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \text{ mV}}{2.062 \text{ mA}} = 12.61 \Omega$$

### 2.3.5. Mạch khuếch đại kiểu C chung (CC)

#### Ví dụ 4:

$$\begin{aligned}\text{b. } Z_b &= \beta r_e + (\beta + 1)R_E \\ &= (100)(12.61 \, \Omega) + (101)(3.3 \, \text{k}\Omega) \\ &= 1.261 \, \text{k}\Omega + 333.3 \, \text{k}\Omega \\ &= 334.56 \, \text{k}\Omega \cong \beta R_E\end{aligned}$$

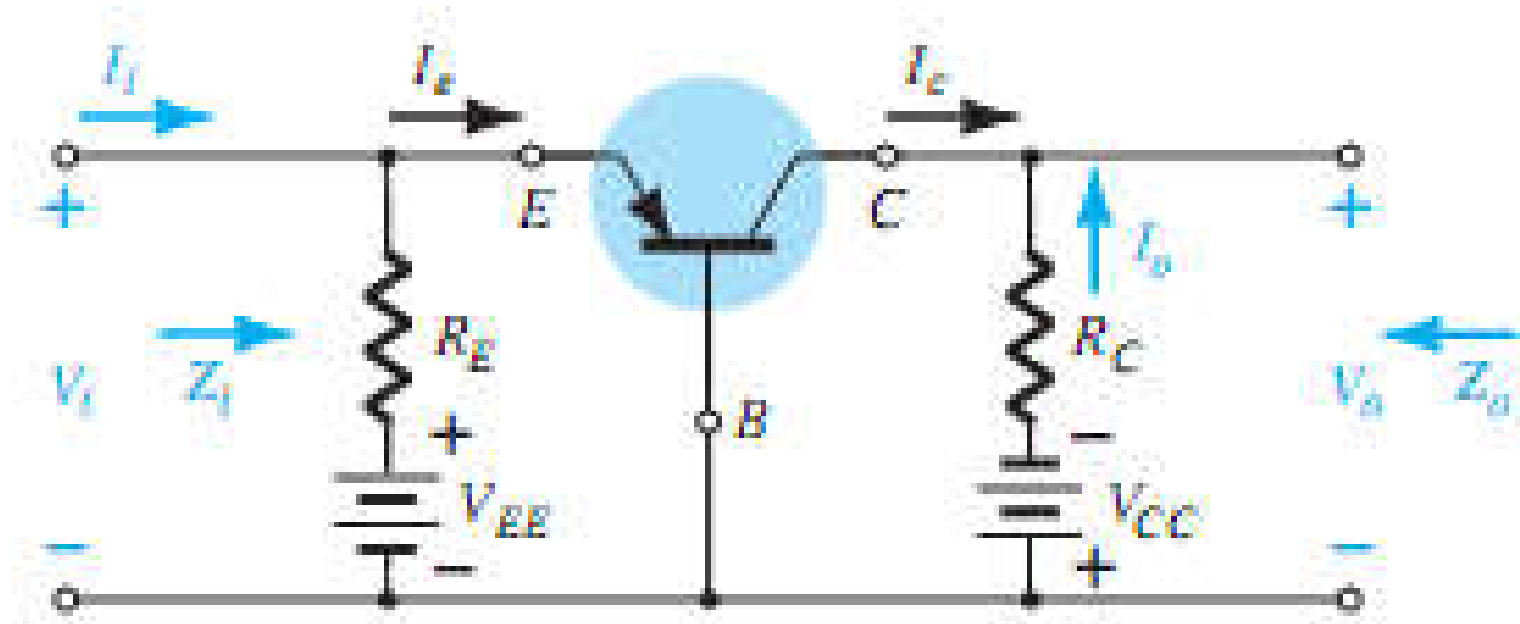
$$\begin{aligned}Z_i &= R_B \parallel Z_b = 220 \, \text{k}\Omega \parallel 334.56 \, \text{k}\Omega \\ &= 132.72 \, \text{k}\Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. } Z_o &= R_E \parallel r_e = 3.3 \, \text{k}\Omega \parallel 12.61 \, \Omega \\ &= 12.56 \, \Omega \cong r_e\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. } A_v &= \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E}{R_E + r_e} = \frac{3.3 \, \text{k}\Omega}{3.3 \, \text{k}\Omega + 12.61 \, \Omega} \\ &= 0.996 \cong 1\end{aligned}$$

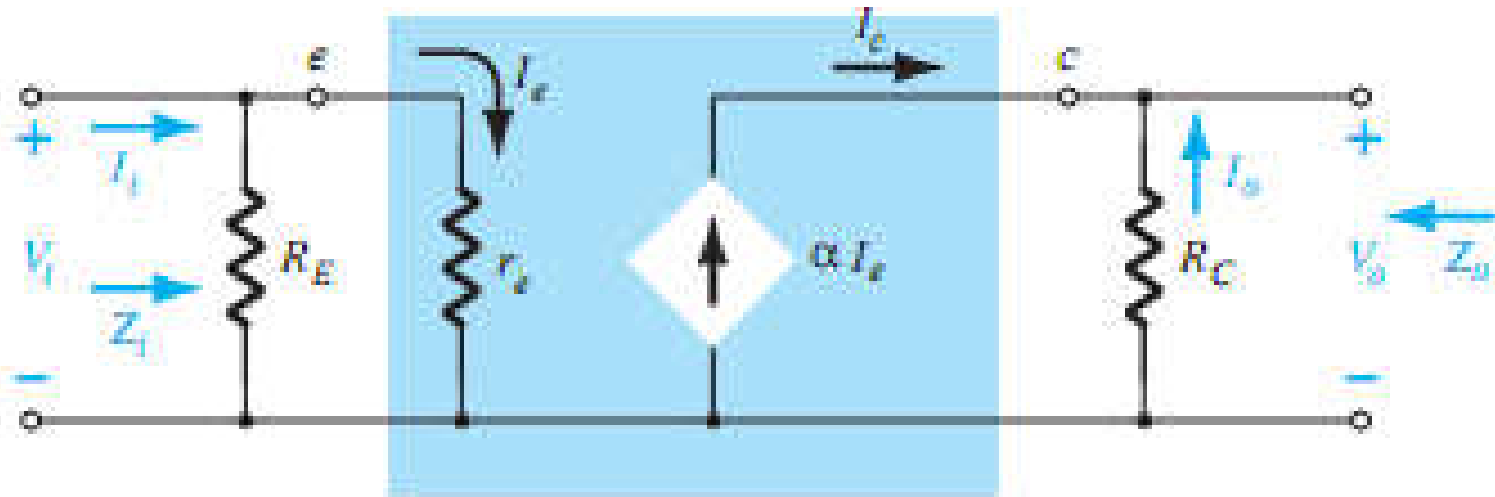
## 2.3.4. Mạch khuếch đại kiểu B chung (CB)

- Sơ đồ mạch





## 2.3.4. Mạch khuếch đại kiểu B chung (CB)



$$Z_i = R_E \parallel r_e$$

$$Z_o = R_C$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{\alpha R_C}{r_e} \cong \frac{R_C}{r_e}$$

$$I_e = I_i$$

$$I_o = -\alpha I_e = -\alpha I_i$$

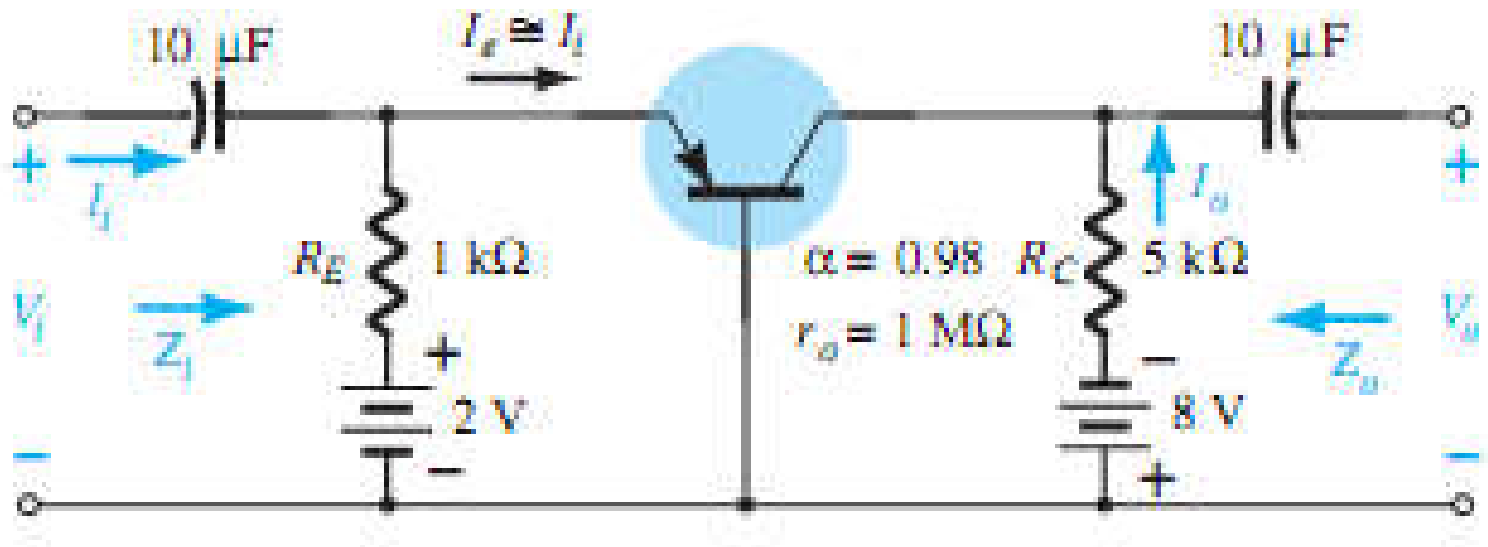
$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = -\alpha \cong -1$$

## 2.3.4. Mạch khuếch đại kiểu B chung (CB)

### Ví dụ 5

Cho mạch phân cực BJT như hình vẽ, xác định

- a)  $R_e$
- b)  $Z_i$
- c)  $Z_o$
- d)  $A_v$
- e)  $A_i$



## 2.3.4. Mạch khuếch đại kiểu B chung (CB)

### Ví dụ 5

**Solution:**

$$\text{a. } I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E} = \frac{2 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = \frac{1.3 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 1.3 \text{ mA}$$

$$r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \text{ mV}}{1.3 \text{ mA}} = 20 \Omega$$

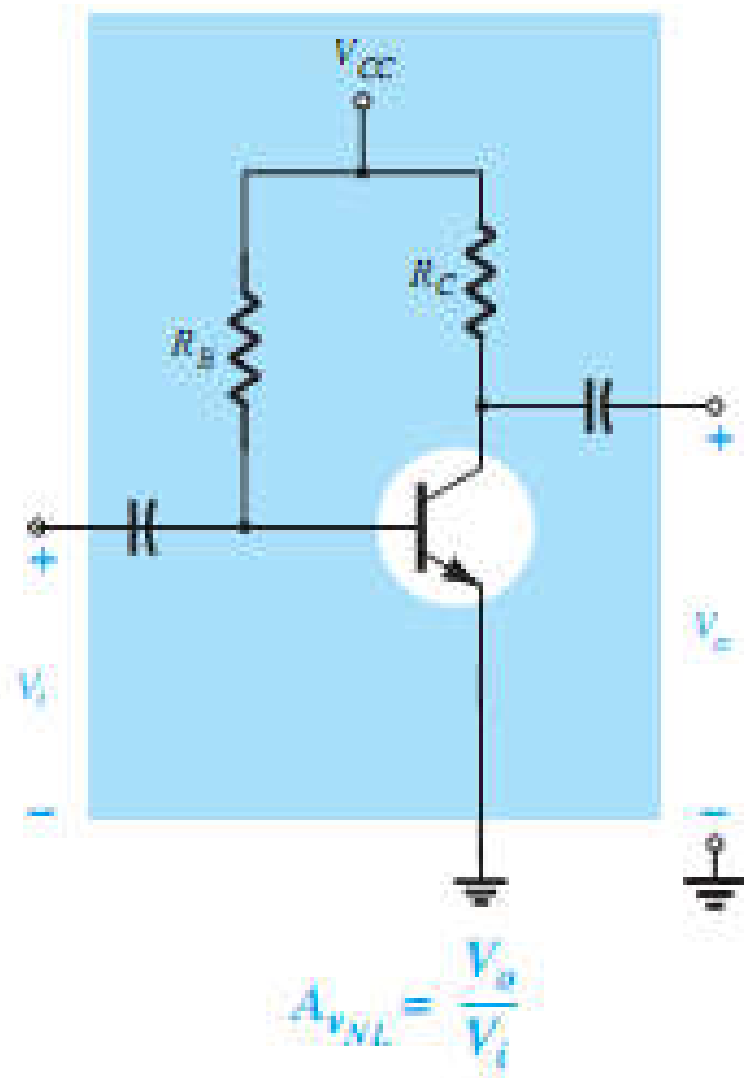
$$\begin{aligned} \text{b. } Z_i &= R_E \parallel r_e = 1 \text{ k}\Omega \parallel 20 \Omega \\ &= 19.61 \Omega \cong r_e \end{aligned}$$

$$\text{c. } Z_o = R_C = 5 \text{ k}\Omega$$

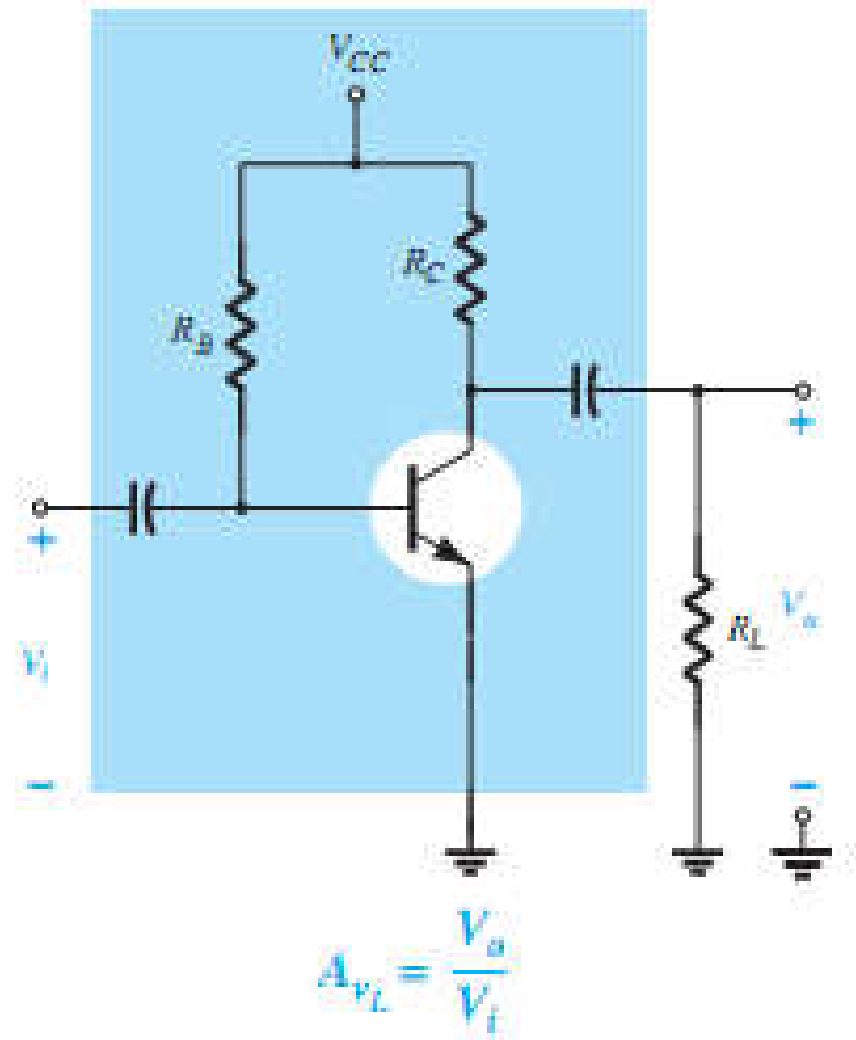
$$\text{d. } A_v \cong \frac{R_C}{r_e} = \frac{5 \text{ k}\Omega}{20 \Omega} = 250$$

$$\text{e. } A_i = -0.98 \cong -1$$

### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

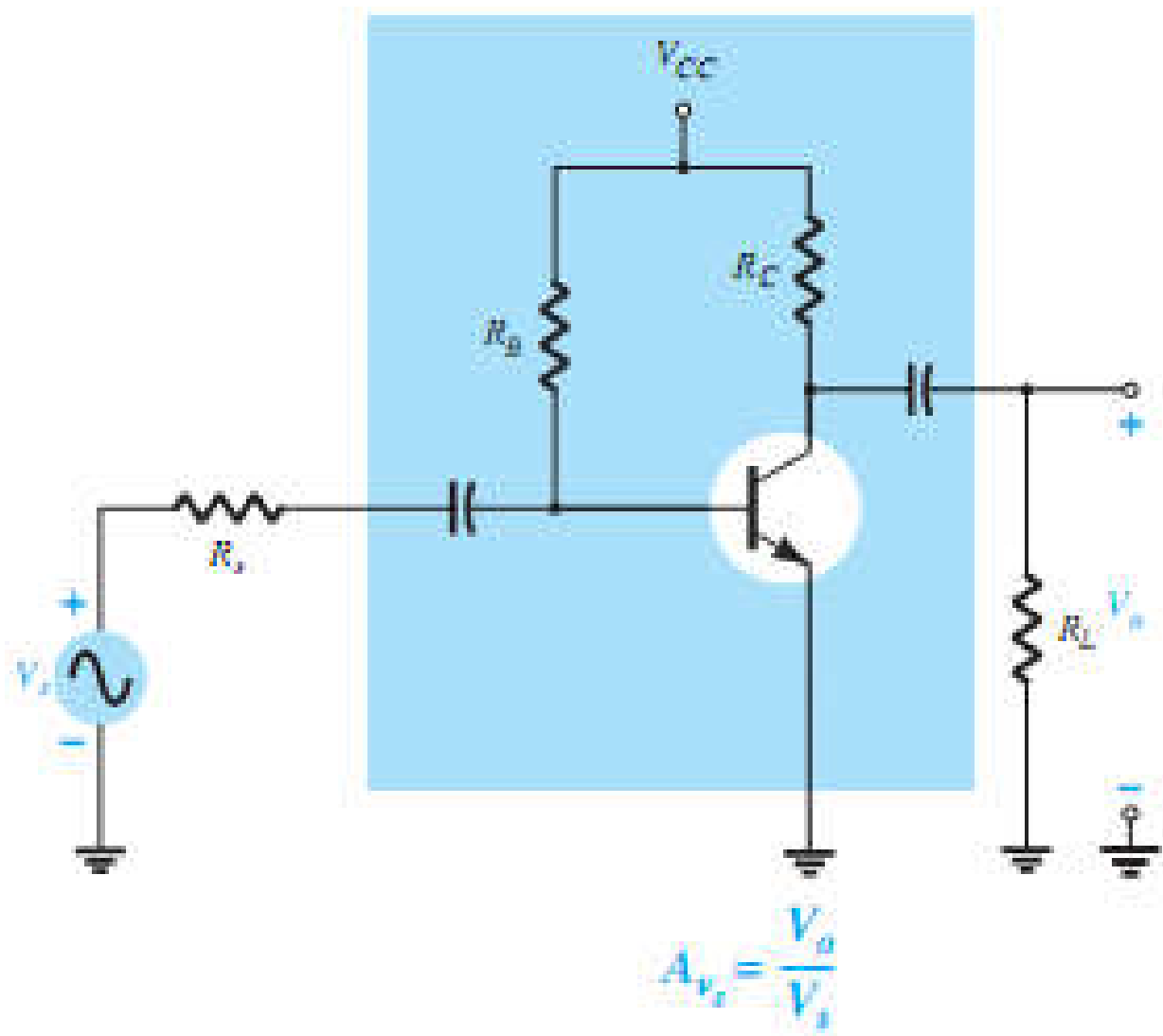


Mạch không tải



Mạch có tải  $R_L$

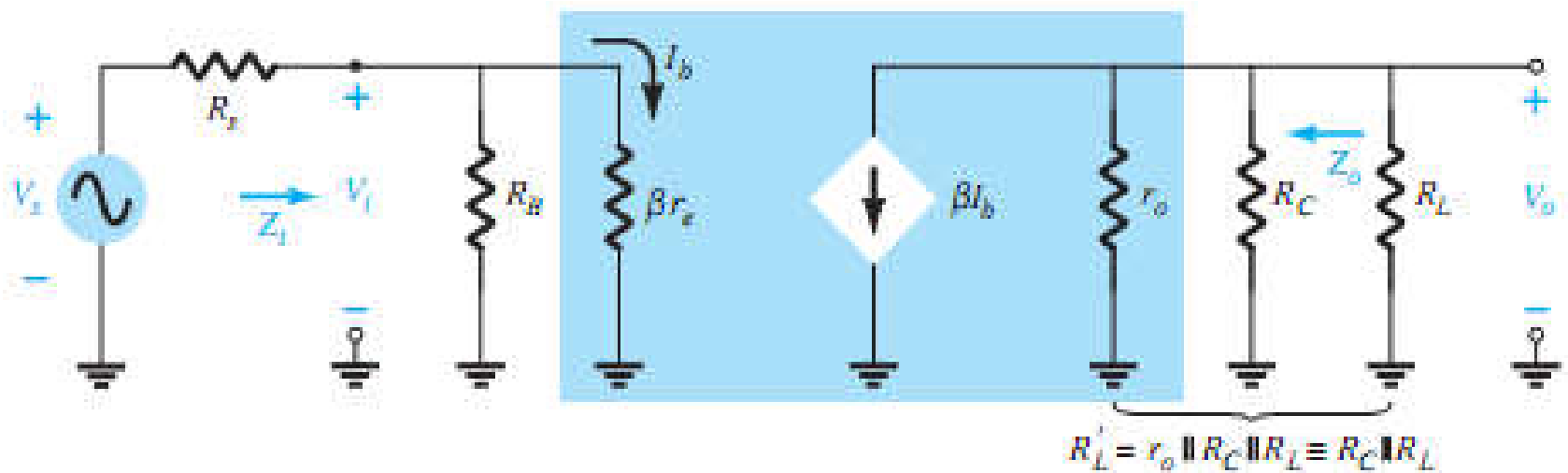
### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải



Mạch có tải  $R_L$  và điện trở ngõ vào  $R_s$

## 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

Mạch tương đương xoay chiều



## 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

$$Z_i = R_B \parallel \beta r_e$$

$$Z_o = R_C \parallel r_o$$

$$R'_L = r_o \parallel R_C \parallel R_L \cong R_C \parallel R_L$$

$$V_o = -\beta I_b R'_L = -\beta I_b (R_C \parallel R_L)$$

$$I_b = \frac{V_i}{\beta r_e}$$

$$V_o = -\beta \left( \frac{V_i}{\beta r_e} \right) (R_C \parallel R_L)$$

$$A_{vL} = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_C \parallel R_L}{r_e}$$

$$V_i = \frac{Z_i V_s}{Z_i + R_s}$$

$$\frac{V_i}{V_s} = \frac{Z_i}{Z_i + R_s}$$

$$A_{vS} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_i} \cdot \frac{V_i}{V_s} = A_{vL} \frac{Z_i}{Z_i + R_s}$$

$$A_{vS} = \frac{Z_i}{Z_i + R_s} A_{vL}$$

## 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

### Ví dụ 6

$$V_{CC} = 12V$$

$$R_B = 470k\Omega$$

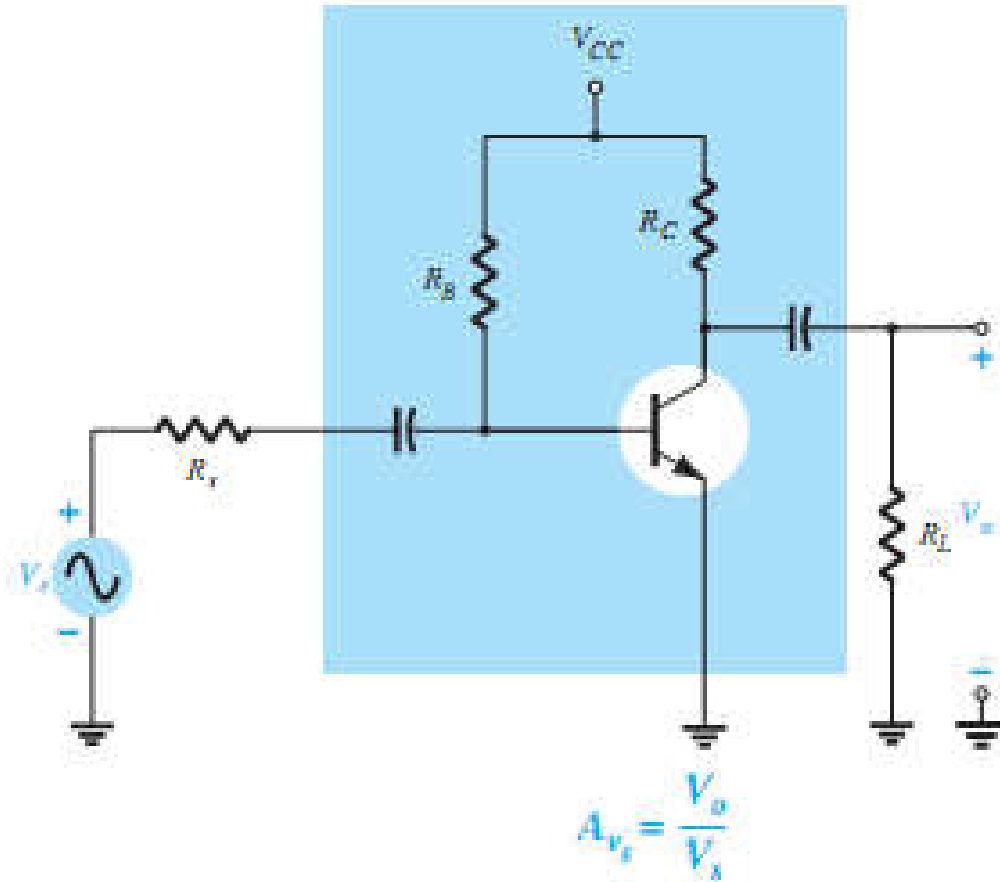
$$R_C = 3k\Omega$$

$$\beta = 100$$

$$r_0 = 50k\Omega$$

$$R_L = 4,7k\Omega$$

$$R_s = 0,3k\Omega$$

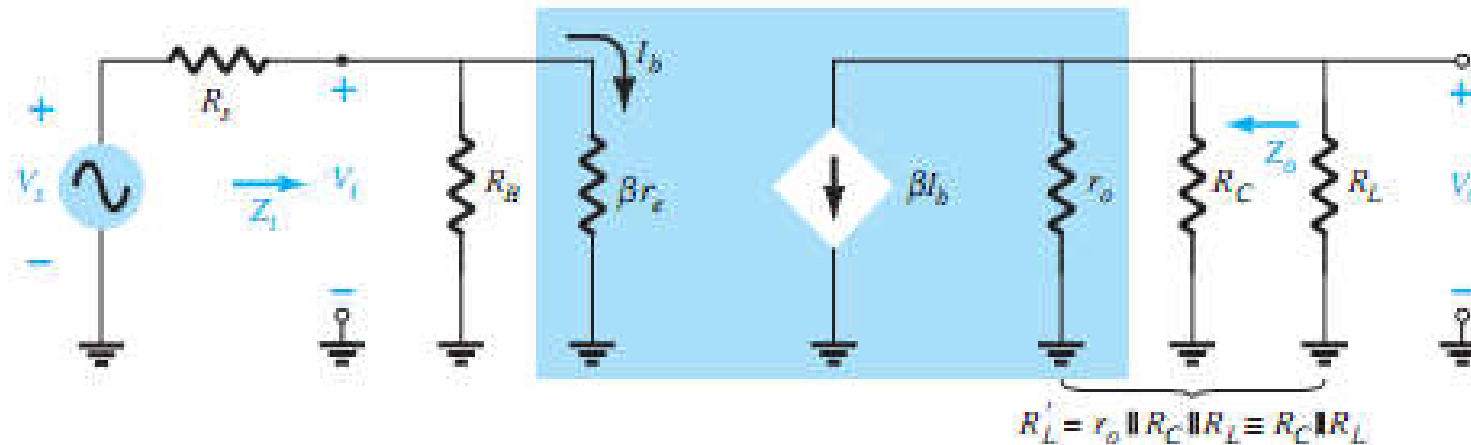


**Xác định**  $Z_i; Z_o; A_{v_L}; A_{v_s}$



## 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

Ví dụ 6:



$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{470 \text{ k}\Omega} = 24.04 \mu\text{A}$$

$$I_E = (\beta + 1)I_B = (101)(24.04 \mu\text{A}) = 2.428 \text{ mA}$$

$$r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \text{ mV}}{2.428 \text{ mA}} = 10.71 \Omega$$

### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

Ví dụ 6:

$$\beta r_e = (100)(10.71 \Omega) = 1.071 \text{ k}\Omega$$

$$Z_i = R_B \parallel \beta r_e = 470 \text{ k}\Omega \parallel 1.071 \text{ k}\Omega = 1.07 \text{ k}\Omega$$

$$Z_o = R_C = 3 \text{ k}\Omega$$

### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

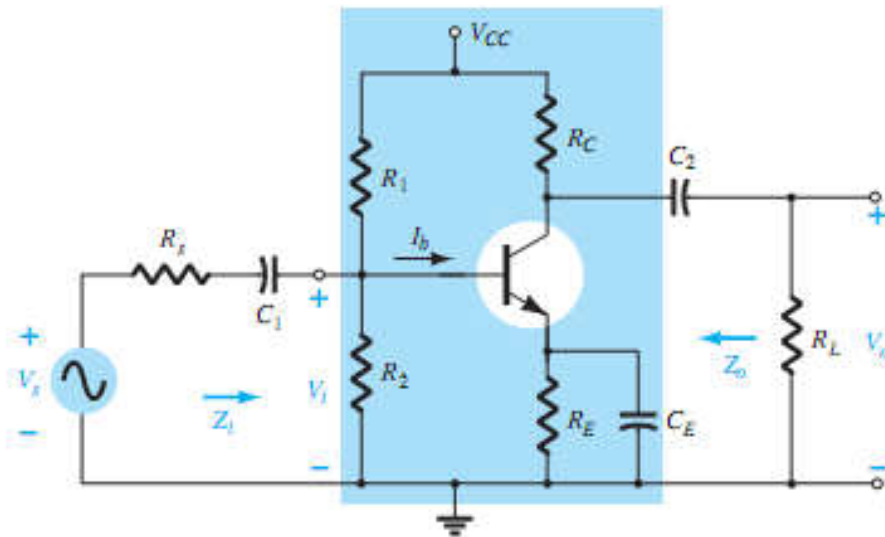
Ví dụ 6:

$$A_{v_L} = -\frac{R_C \parallel R_L}{r_e} = -\frac{3 \text{ k}\Omega \parallel 4.7 \text{ k}\Omega}{10.71 \text{ }\Omega} = -\frac{1.831 \text{ k}\Omega}{10.71 \text{ }\Omega} = -170.98$$

$$A_{v_s} = \frac{Z_i}{Z_i + R_s} A_{v_L}$$

$$A_{v_s} = \frac{1.07 \text{ k}\Omega}{1.07 \text{ k}\Omega + 0.3 \text{ k}\Omega} (-170.98) = -133.54$$

## 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải

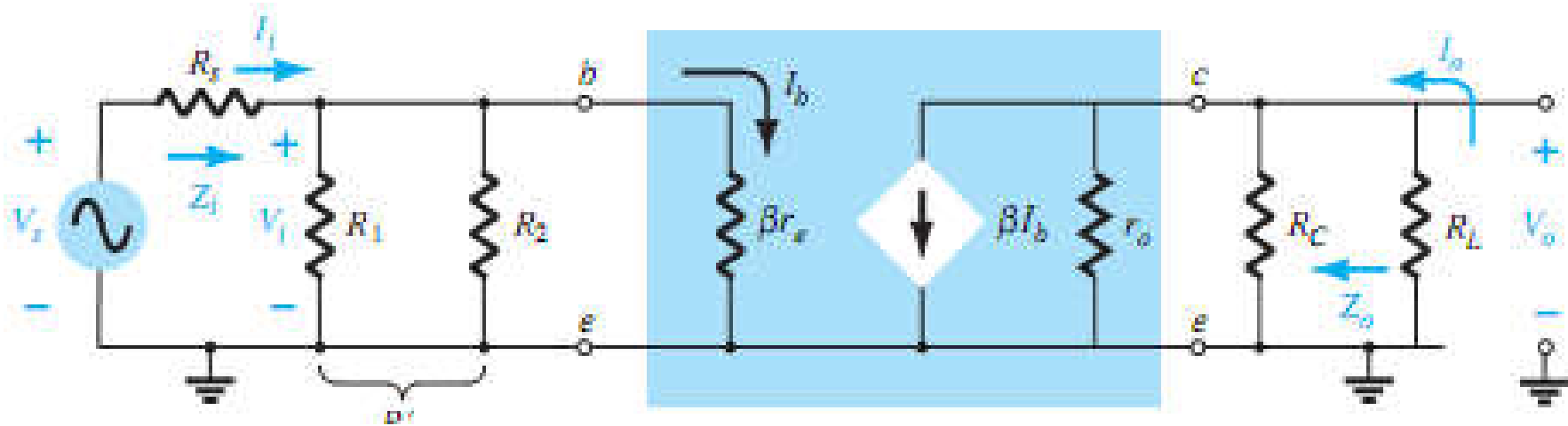


$$A_{v_L} = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_C \parallel R_L}{r_e}$$

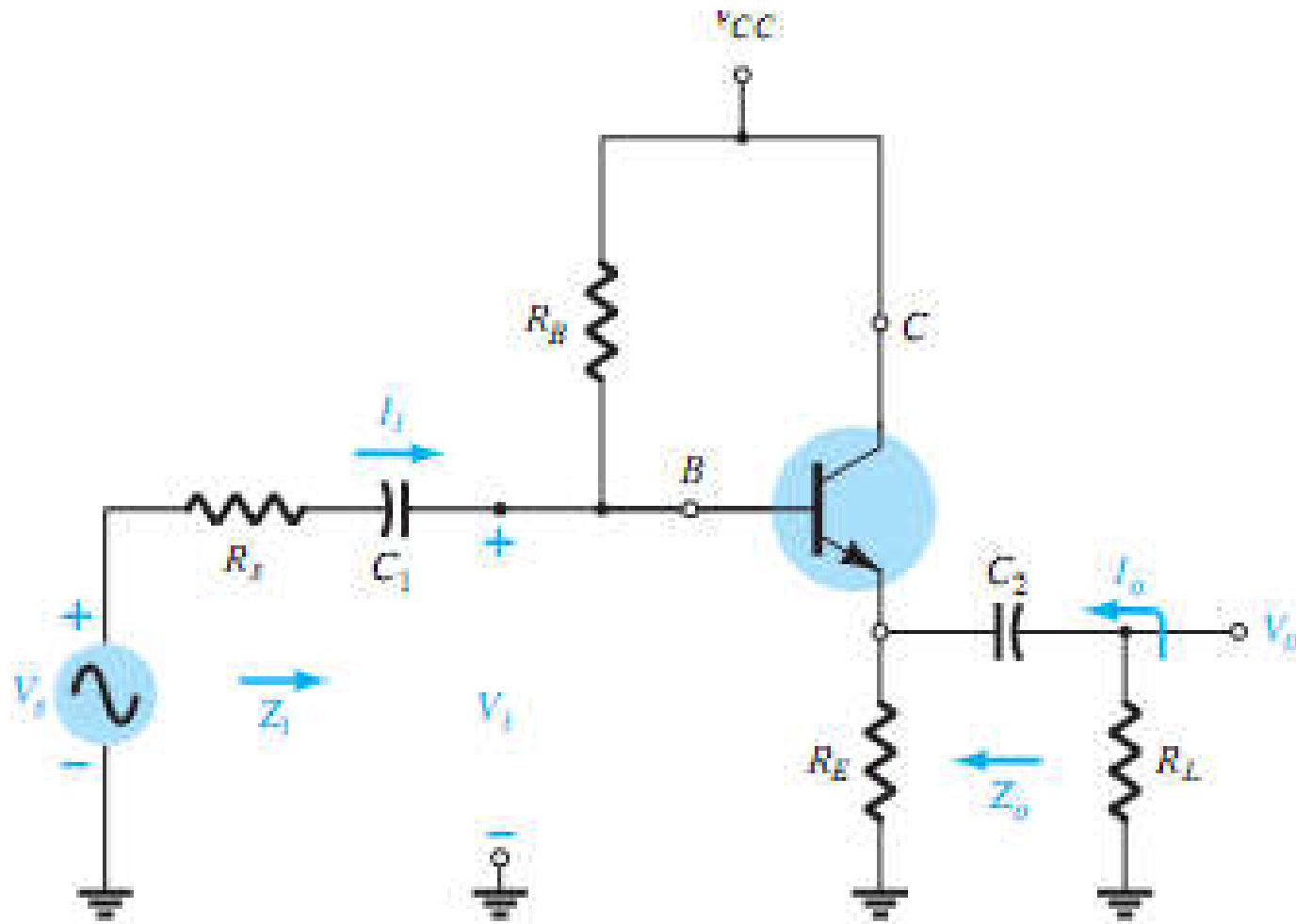
$$Z_i = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta r_e$$

$$Z_o = R_C \parallel r_o$$

*Mạch khuếch đại CE, kiểu phân áp có tải*

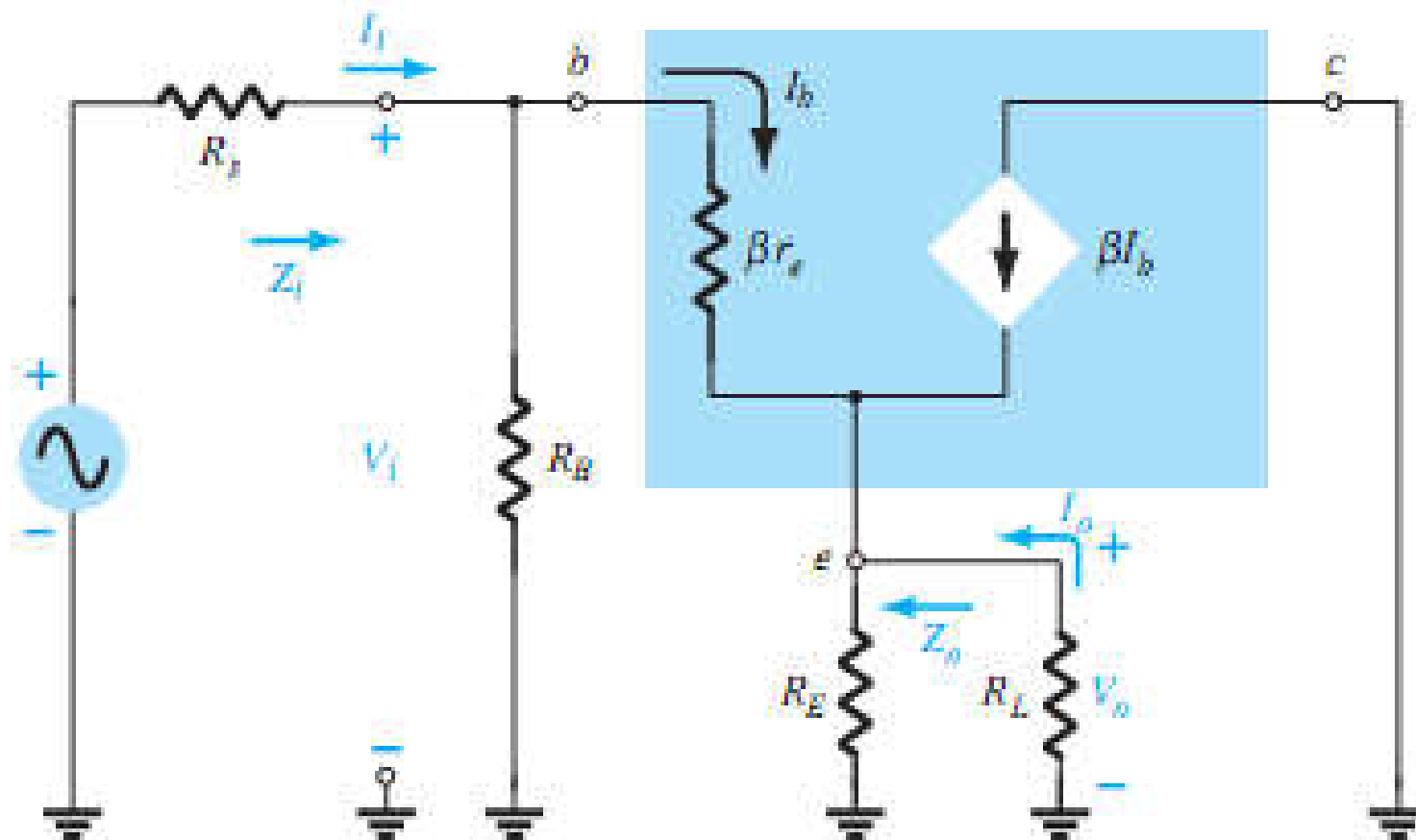


### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải



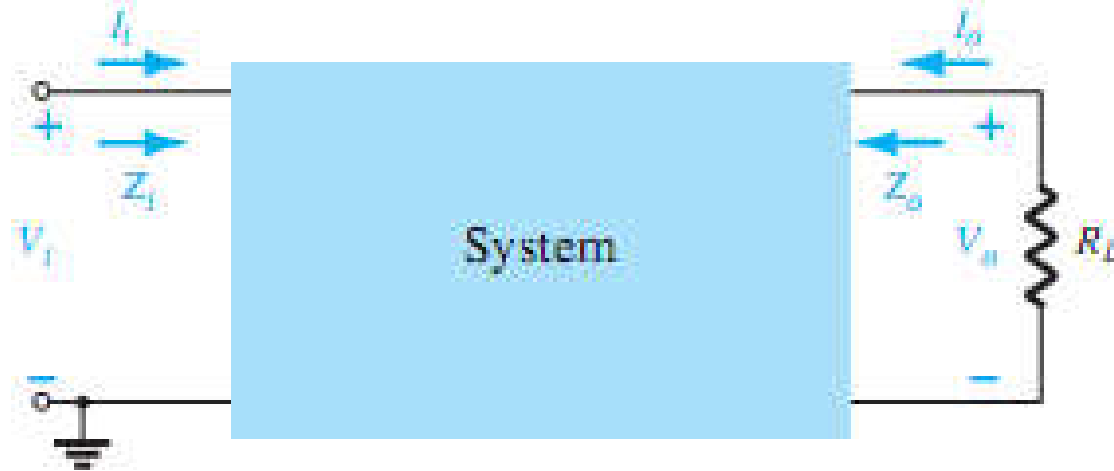
*Mạch khuếch đại CC, kiểu phân cực cố định có tải*

### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải



$$A_{v_L} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E \parallel R_L}{R_E \parallel R_L + r_e}$$

### 2.3.5. Mạch khuếch đại có tải



$$A_{I_L} = \frac{I_o}{I_i} = \frac{-\frac{V_o}{R_L}}{\frac{V_i}{Z_i}} = -\frac{V_o}{V_i} \cdot \frac{Z_i}{R_L}$$

$$A_{I_L} = -A_{v_L} \frac{Z_i}{R_L}$$

Bài 4.2 trang 77, Mạch điện tử 1