

### III. Bài tập áp dụng:

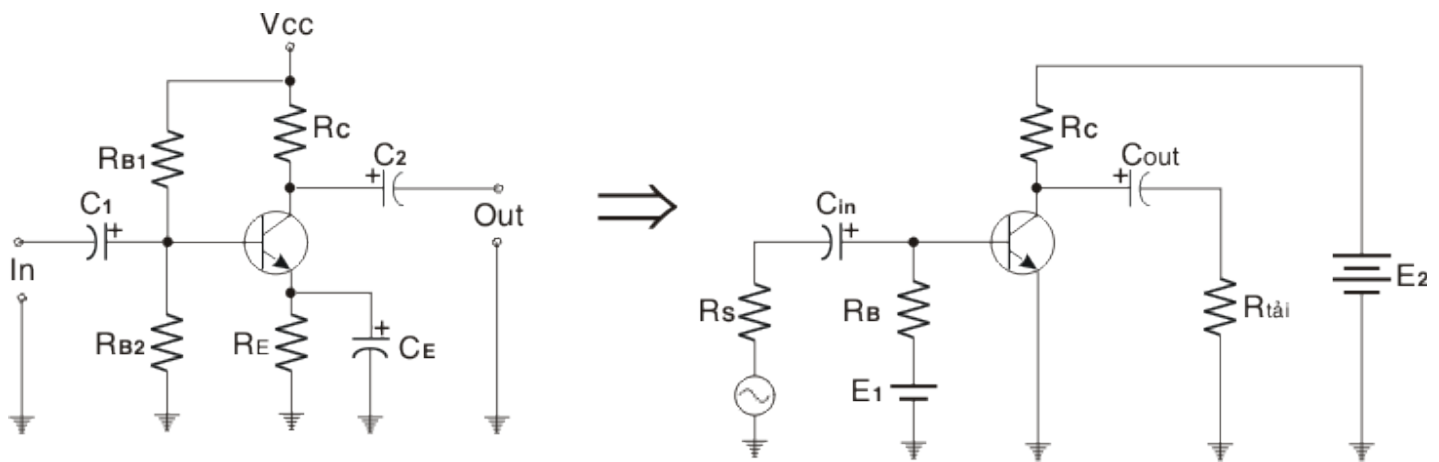
#### 1. Tính phân cực ban đầu của transistor:

##### a. Phương pháp toán học:

##### ▪ Điện áp phân cực ban đầu:

Với mạch điện sau: cho  $R_{B1} = 68K$ ;  $R_{B2} = 12K$ ;  $R_E = 0,5K$ ;  $R_C = 2,5K$ ;  $V_{CC} = 12V$ ;  $\beta = 100$ , tính điện áp phân cực ban đầu.

Theo biến đổi Thevenin ta có mạch tương đương như hình 3.32



Hình 3.32

$$E_1 = V_{BB} = \frac{R_{b2} \cdot V_{CC}}{R_{b1} + R_{b2}} = \frac{12000 \cdot 12}{68000 + 12000} = 1,8V$$

$$R_B = \frac{R_{b1} R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} = \frac{68000 \cdot 12000}{68000 + 12000} = 10000 = 10^4 \Omega$$

$$I_b = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + R_E} = \frac{1,8 - 0,6}{10000 + 500} = \frac{1,2}{10500} = 2 \cdot 10^{-5} A = 0,02 mA$$

$$I_C = \beta \cdot I_b = 100 \times 2 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-3} A = 2 mA \quad I_E = I_C + I_b \approx I_C$$

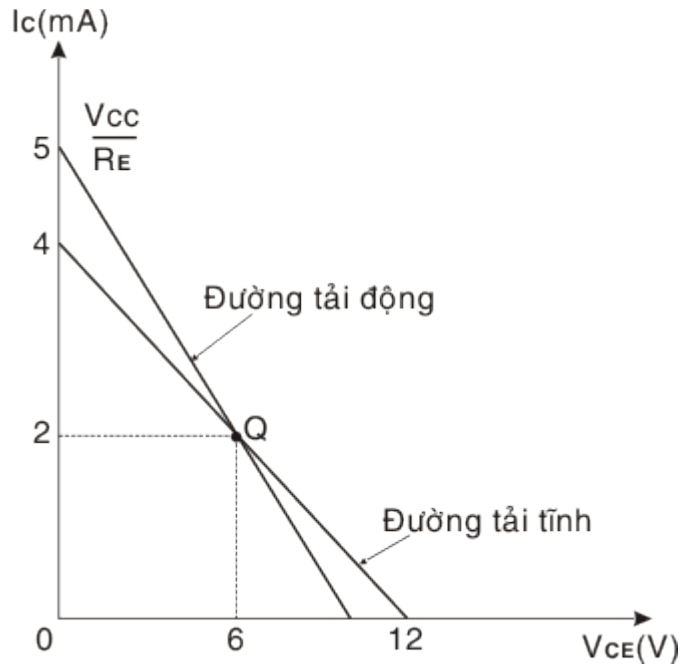
$$V_E = I_E \cdot R_E = 2 \cdot 10^{-3} \times 500 = 1V$$

$$V_B = V_E + V_{BE} = 1 + 0,6 = 1,6V$$

$$V_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 12 - 2 \cdot 10^{-3} \times 2500 = 7V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 7 - 1 = 6V$$

##### ▪ Đường tải tĩnh – Đường tải động:



Hình 3.33

$$I_{C\max} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = \frac{12}{2500 + 500} = 4,10^{-3} \text{ A} = 4 \text{ mA} \quad I_{C(AC)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{12}{2500} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 4,8 \text{ mA}$$

▪ **Tổng trở ngõ vào:**

$$R_L = h_{ie} \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 1300 = 1,3 \text{ K}$$

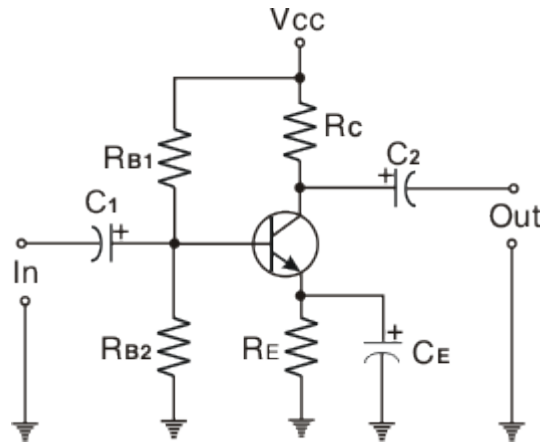
a. **Phương pháp đồ thị:**

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

Đường tải tĩnh đi qua 2 điểm:  $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$  và  $V_{CE} = V_{CC}$

2. **Thiết kế mạch khuếch đại tuyến tính:**

a. **Chọn kiểu mạch khuếch đại:**



Hình 3.34

$$V_{CC} = 9V$$

$$= 100$$

$$r_i = h_{ie} = 2.5k$$

$$\bar{S} = 20$$

Tính  $I_E$ ,  $I_C$ ,  $R_E$ ,  $R_C$ ,  $R_B$

**b. Xác định điểm làm việc tĩnh của Transistor:**

Ta có  $h_{ie} = r_b + r_e$       $r_e = \frac{h_{ie}}{100} = \frac{2.5}{100} = 25$

Mặt khác điện trở  $r_e$  còn được tính theo công thức

$$r_e = \frac{26mV}{I_E} \quad I_E = \frac{26mV}{r_e} = \frac{26mV}{25} \quad 1mA \rightarrow I_C \quad I_E = 1mA.$$

Chọn  $R_E$  và  $R_C$  sao cho  $V_{CE} = 1/2V_{CC}$  và  $I_E \cdot R_E = 1/10V_{CC}$

**c. Tính giá trị điện trở:**

- Tính  $R_E$

Chọn  $I_E \cdot R_E = 1/10V_{CC}$       $R_E = \frac{V_{CC}}{10I_E} = 0.9k$

Chọn  $R_E$  theo giá trị tiêu chuẩn là  $1k$

- Tính  $R_C$

Chọn  $R_C$  sao cho  $V_{CE} = 1/2V_{CC} = 0.45V$

Ta có  $V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE} + I_E \cdot R_E$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE} - I_E R_E}{I_C} = \frac{9 - 4.5 - 1.1}{1} = 3.5k$$

Chọn  $R_C = 3.9k$

Khi chọn  $R_C$  và  $R_E$  theo chuẩn thì điện áp  $V_{CE}$  bị thay đổi chút ít trên đặt tuyến  $I_C$  và  $V_{CE}$

- Tính  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$

Để tính  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$  thì đầu tiên phải tính trị số  $R_B$  và  $V_{BB}$  theo mạch điện được quy đổi theo định luật Thevenin.

Ta có công thức hệ số ổn định nhiệt:  $\bar{S} = \frac{R_B}{R_E} = 20 \quad R_B = 20R_E$

$$R_B = 20 \cdot 1 = 20k$$

Theo mạch điện ở ngõ vào ta có:  $V_{BB} = I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_E \cdot R_E$

Trong đó  $I_E = 1mA$ ,  $I_B = \frac{I_C}{100} = \frac{1}{100} mA$

Thay vào ta có  $V_{BB} = 0.01 \times 20 + 0.6 + 1.1 = 1.8V$

Mặt khác  $V_{BB} = V_{CC} \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}$  và  $R_B = \frac{R_{b1} R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}$

Giải hệ 2 phương trình 2 ẩn số này ta được trị số  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$  là:

$$R_{b1} = 100k, \quad R_{b2} = 27k$$

**d. Nghiệm lại:** trình tự nghiệm lại trên mạch điện giống như cách tính trạng thái 1 chiều theo phương pháp toán học và tính trên mạch điện đã thiết kế:

$$V_{BB} = V_{CC} \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} = 9 \frac{27}{100 + 27} = 1.9V$$

$$R_B = \frac{R_{b1} R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} = \frac{100 \times 27}{100 + 27} = 21.25k$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + R_E} = \frac{1.9 - 0.6}{21.25 + 100 \times 1} = 0.01mA \quad I_C = I_E = I_B = 100 \times 0.01 = 1mA$$

- Điện thế các chân transistor là:

$$V_E = I_E \cdot R_E = 1 \times 1 = 1V$$

$$V_B = V_E + V_{BE} = 1.6V$$

$$V_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 9 - 1 \times 3.3 = 5.7V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 5.7 - 1 = 4.7V$$

Mạch điện đã có các giá trị điện trở với trị số theo tiêu chuẩn.

**e. Nghiệm lại theo phương pháp đồ thị:**

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E} \quad \text{Nếu } V_{CE} = 0 \quad \text{thì} \quad I_{C_{max}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = 2.1mA$$

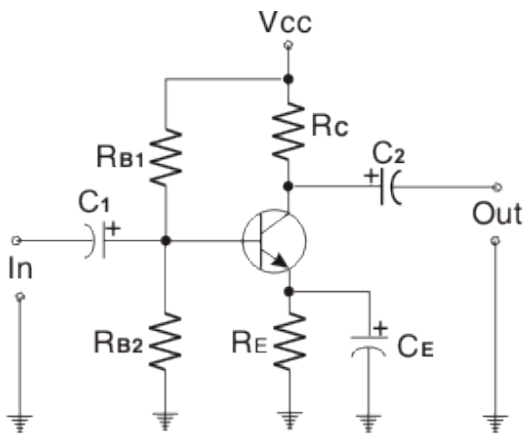
Nếu  $I_C = 0$  thì  $V_{CE} = V_{CC}$

Đường tải tĩnh là đường thẳng nối 2 điểm.  $V_{CE} = 9V$  và  $I_C = 2.1mA$

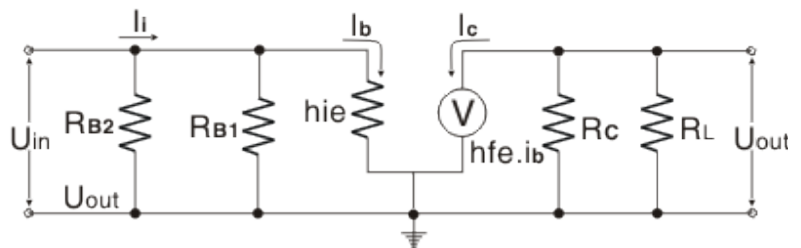
Điểm làm việc Q có tọa độ là  $V_{CE} = 4.7V$  và  $I_C = 1mA$ .

**2. Tính các thông số ở trạng thái xoay chiều:**

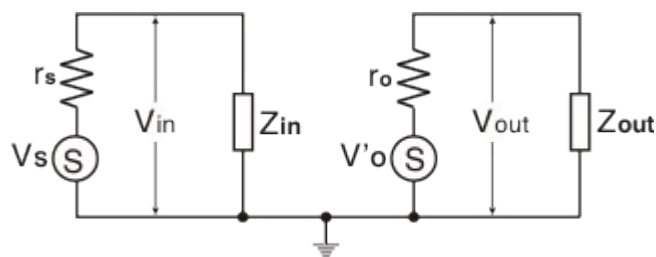
**a. Phân tích mạch khuếch đại bằng mạch tương đương:**



Hình 3.35: Mạch khuếch đại điện hình



Hình 3.36: Mạch tương đương theo thông số h



**Hình 3.37: Mạch tương đương rút gọn**

- $h_{ie}$ : Tổng trở vào của transistor mắc kiểu E chung.
- $Z_i$ : Tổng trở vào của mạch khuếch đại.  
 $Z_i = R_{b1} // R_{b2} // h_{ie}$ .
- $R_o$ : Tổng trở ngõ ra của transistor.
- $V'_o$ : Điện áp ngõ ra lúc không tải.
- $V_o$ : Điện áp ngõ ra lúc mạch có tải.
- $Z_L = R_C // R_L$

Từ 2 mạch tương đương ta tính được các thông số sau:

- Tổng trở ngõ vào:  $Z_i = R_{b1} // R_{b2} // h_{ie}$  với  $R_B = \frac{R_{b1} R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}$   $Z_i = \frac{R_B \cdot h_{ie}}{R_B + h_{ie}}$
- Điện áp tín hiệu vào:  $V_i = V_s \frac{Z_{in}}{Z_{in} + R_s}$
- Độ khuếch đại điện áp của Transistor:
  - Tải của mạch là:  $Z_L = R_C // R_L \rightarrow Z_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$
  - Hệ số khuếch đại của Transistor là:  $AV = \frac{V_o}{V_i} = \frac{Z_L}{Z_i}$
- Hệ số khuếch đại toàn mạch là:  $AV_s = AV \cdot \frac{V_i}{V_s} = \frac{Z_L}{Z_i} \cdot \frac{Z_i}{Z_i + r_s} \rightarrow AV_s = \frac{Z_L}{Z_i + r_s}$
- Tổng trở ngõ ra: Trong mạch tương đương như hình 3.xxx1 ta còn các quan hệ sau :

- Điện áp ra khi có tải là:  $V_o = V'_o \cdot \frac{R_L}{r_o + R_L}$  ( $V'_o$  điện áp ra không tải)

$\rightarrow V_o \cdot (r_o + R_L) = V'_o \cdot R_L$  ,  $r_o = \frac{V'_o}{V_o} \cdot R_L$   $R_L \Rightarrow r_o = \frac{V'_o}{V_o} \cdot R_L$

**b. Đường tải động:** Đối với tín hiệu xoay chiều các tụ điện liên lạc, tụ thoát ( $C_E$ ) được xem như nối tắt, nên cực E xem như nối mass. Phương trình đường tải động được viết lại là:

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

Đường tải động là đường thẳng cắt trục  $I_C$  tại  $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$  và đi qua điểm làm việc tĩnh Q.

**c. Tính các thông số trường hợp có tụ  $C_E$ :**

Các thông số được tính theo công thức ở phần 1

$$\text{Tổng trở vào của transistor là: } h_{ie} = \frac{26\text{mV}}{I_E} = \frac{26}{1} \times 100 = 2600 = 2.5\text{k}$$

$$\text{Tổng trở của mạch khuếch đại: } Z_i = \frac{R_B \cdot h_{ie}}{R_B + h_{ie}} = \frac{21 \times 25}{21 + 25} = 2.2\text{k}$$

Độ khuếch đại điện áp  $A_i = 100$  (cho trước)

$$\text{Độ khuếch đại riêng của transistor: } A_V = \frac{Z_L}{h_{ie}}$$

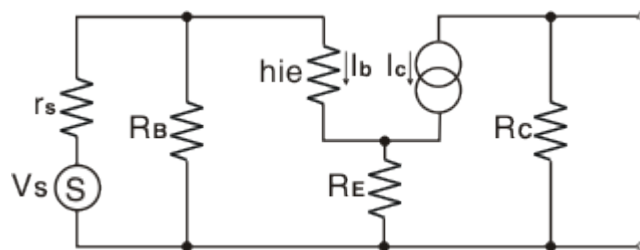
$$\text{Mà } Z_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} = \frac{3.3 \times 5}{3.3 + 5} = 2\text{k} \Rightarrow A_V = \frac{100 \times 2}{2.2} = -90 \text{ Lần}$$

Nếu nguồn tín hiệu vào là mass có nội trở nguồn là  $r_s = 600$  thì độ khuếch đại chung của mạch

$$\text{là: } A_{V_s} = \frac{Z_L}{Z_L + r_s} = 77 \text{ Lần}$$

**d. Tính thông số trường hợp không có tụ  $C_E$ :**

Nếu không có tụ  $C_E$  thì cực E không được nối mass. Ôu trạng thái xoay chiều mạch được vẽ lại như sau:



Hình 3.38: Tính thông số khi không có tụ

Trường hợp này đường tải động cũng chính là đường tải tĩnh, các thông số được tính như sau:

- Tổng trở vào của transistor là.

$$r_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{i_b h_{ie}}{i_b} + R_E = h_{ie} + R_E$$

$$r_i = 2.5 + 100 \times 1 = 102.5k$$

- Độ khuếch đại điện áp riêng của transistor là:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_C R_C}{i_B r_i} = \frac{i_b R_C}{i_b h_{ie} R_E} = \frac{R_C}{h_{ie} R_E}$$

$$\text{Do } R_E \gg h_{ie} \quad \text{Nên } A_v = -\frac{R_C}{R_E} \quad \text{Và } r_i = R_E$$

$$\text{Như vậy: } A_v = -\frac{3.3}{1} = -3.3 \text{ lần}$$

Độ khuếch đại điện áp khi không có tụ  $C_E$  bị giảm rất nhỏ, nhưng tổng trở vào rất lớn.