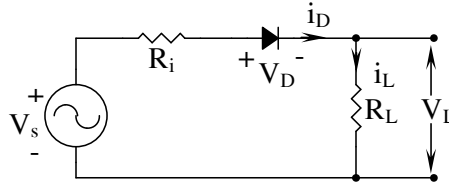


MỘT SỐ BÀI TẬP MẪU CHO QUYỂN “Giáo trình mạch điện tử I”

Chương I: DIODE BÁN DẪN.

I. Diode bán dẫn thông thường:

1) Vẽ dạng sóng chỉnh lưu: (Bài 1-1 trang 29)

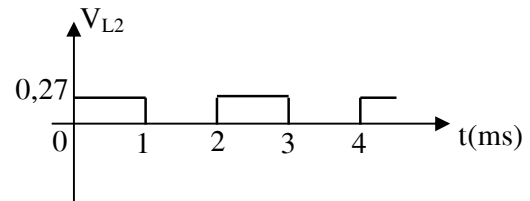
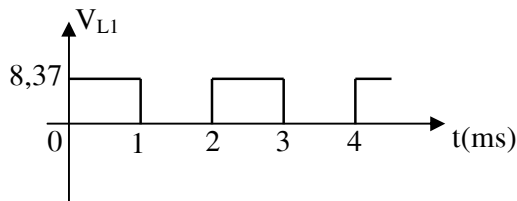
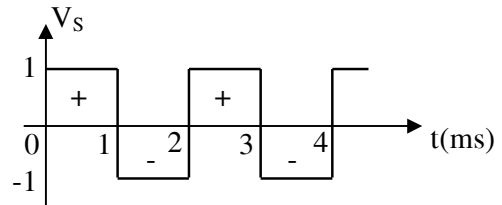
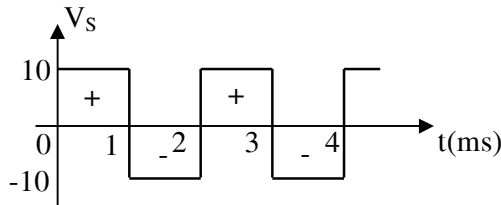


Công thức tổng quát tính V_L :

$$V_L = \frac{V_s - V_D}{R_i + R_L} R_L$$

$V_D = 0,7V$ (Si) và $V_D = 0,2V$ (Ge)

a- Vẽ $V_L(t)$ với $V_s(t)$ dạng sóng vuông có biên độ 10 và 1V



Kết quả với giả thiết: $R_i = 1\Omega$, $R_L = 9\Omega$, $V_D = 0,7V$.

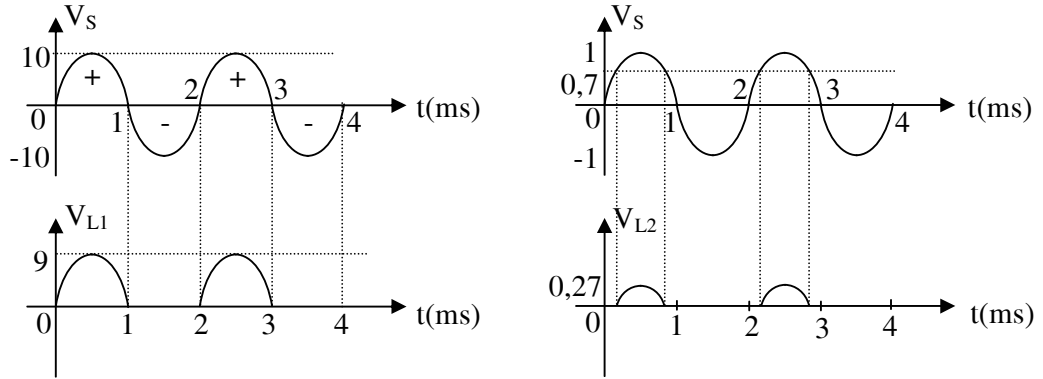
Vì Diode chỉnh lưu chỉ dẫn điện theo một chiều nên:

* Trong $\frac{1}{2}T > 0$, Diode dẫn $\rightarrow i_D \neq 0 \rightarrow i_L \neq 0 \rightarrow V_L \neq 0$.

$$V_{L1} = \frac{10 - 0,7}{1 + 9} \cdot 9 = 8,37V \quad \text{và} \quad V_{L2} = \frac{1 - 0,7}{1 + 9} \cdot 9 = 0,27V$$

* Trong $\frac{1}{2}T < 0$, Diode tắt $\rightarrow i_D = 0 \rightarrow i_L = 0 \rightarrow V_L = 0$.

b- Vẽ $V_L(t)$ với $V_S(t)$ dạng sóng sin có biên độ 10 và 1V.



* Khi $V_S = 10\sin\omega_0 t$ nghĩa là $V_{Sm} = 10V \gg V_D = 0,7V$ ta có:

$$V_{L1} \approx \frac{V_{Sm}}{R_i + R_L} R_L \approx \frac{10}{1+9} 9 = 9$$

$$V_{L1} \approx 9 \sin \omega_0 t$$

(Ta giải thích theo $\frac{1}{2}T > 0$ và $\frac{1}{2}T < 0$)

* Khi $V_S = 1\sin\omega_0 t$ nghĩa là $V_{Sm} = 1V$ so sánh được với $0,7V$:

+ $V_S > 0,7V$, Diode dẫn, $i_D \neq 0$, $i_L \neq 0$, $V_L \neq 0$.

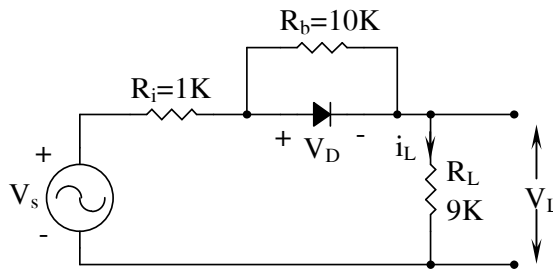
$$V_{L2} = \frac{1\sin\omega_0 t - 0,7}{1+9} 9 = 0,9 \sin \omega_0 t - 0,6$$

Tại $\sin\omega_0 t = 1$, $|V_{L2}| = 0,27V$.

+ $V_S < 0,7V$, Diode tắt, $i_D = 0$, $i_L = 0$, $V_L = 0$.

Với dạng sóng tam giác ta có kết quả tương tự như sóng sin.

2) **Bài 1-3:** Để có các kết quả rõ ràng ta cho thêm các giá trị điện trở: $R_i = 1K\Omega$, $R_b = 10K\Omega$, $R_L = 9K\Omega$.



a- Vẽ $V_L(t)$ với dạng sóng vuông có biên độ 10V và 1 V.

* $\frac{1}{2}T > 0$, Diode dẫn, $R_{thD} \approx 0$, dòng i_L chảy qua R_i , D , R_L nên ta có:

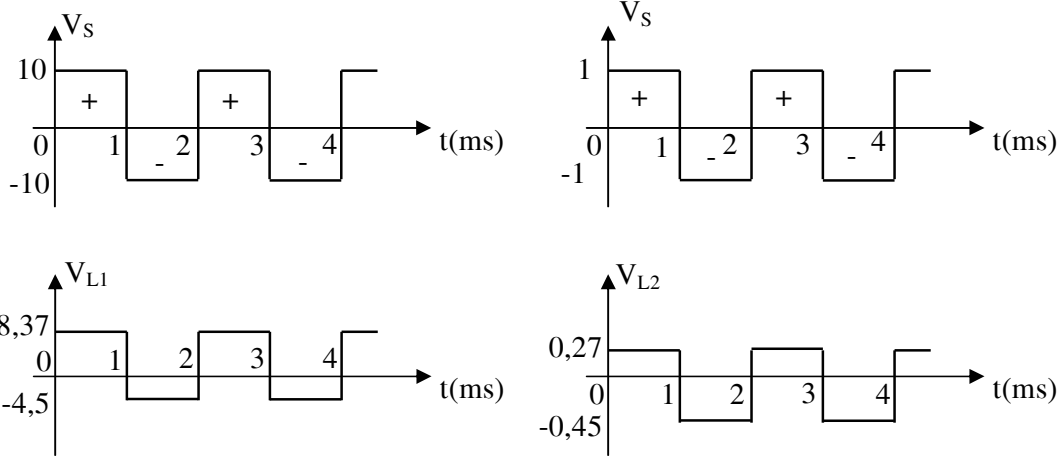
$$V_{L1} = \frac{V_S - V_D}{R_i + R_L} R_L = \frac{10 - 0,7}{10^3 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 8,37V$$

$$V_{L2} = \frac{V_S - V_D}{R_i + R_L} R_L = \frac{1 - 0,7}{10^3 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 0,27V$$

* $\frac{1}{2}T < 0$, Diode tắt, $R_{ng} = \infty$, dòng i_L chảy qua R_i, R_b, R_L nên ta có.

$$V_{L1} = \frac{V_s}{R_i + R_b + R_L} R_L = \frac{10}{10^3 + 10^4 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 4,5V$$

$$V_{L1} = \frac{V_s}{R_i + R_b + R_L} R_L = \frac{1}{10^3 + 10^4 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 0,45V$$



b- Vẽ $V_L(t)$ với dạng sóng sin có biên độ 10V và 1 V.

* Để đơn giản khi $V_{Sm} = 10V (>>V_D = 0,7V)$ ta bỏ qua V_D . Khi đó:

+ $\frac{1}{2}T > 0$, Diode dẫn, $R_{thD} \approx 0$, dòng i_L chảy qua R_i, D, R_L nên ta có:

$$V_{L1} = \frac{V_s}{R_i + R_L} R_L = \frac{10 \sin \omega_0 t}{10^3 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 9 \sin \omega_0 t (V)$$

+ $\frac{1}{2}T < 0$, Diode tắt, $R_{ng} = \infty$, dòng i_L chảy qua R_i, R_b, R_L nên ta có.

$$V_{L1} = \frac{V_s}{R_i + R_b + R_L} R_L = \frac{10 \sin \omega_0 t}{10^3 + 10^4 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 4,5 \sin \omega_0 t (V)$$

* Khi $V_s = 1 \sin \omega_0 t$ so sánh được với V_D ta sẽ có:

+ $\frac{1}{2}T > 0$, khi $V_{Sm} \geq 0,7$, Diode dẫn, $R_{thD} \approx 0$, dòng i_L chảy qua R_i, D, R_L nên ta có:

$$V_{L2} = \frac{1 \sin \omega_0 t - 0,7}{R_i + R_L} R_L = \frac{1 \sin \omega_0 t - 0,7}{10^3 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 0,9 \sin \omega_0 t - 0,63 (V)$$

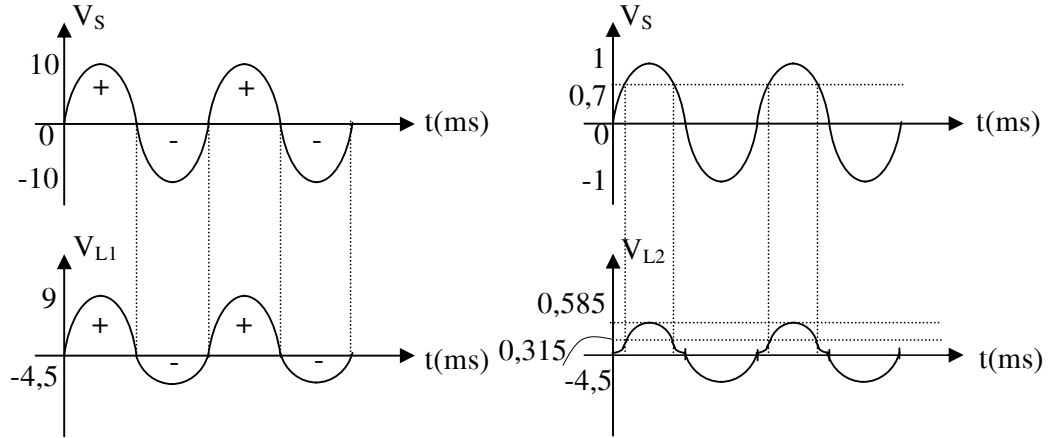
Tại $\omega_0 t = \frac{\pi}{2}$, $\sin \omega_0 t = 1$, ta có $V_{L2m} = 0,9 - 0,63 = 0,27V$

+ $\frac{1}{2}T > 0$, khi $V_{Sm} < 0,7$, Diode tắt, $R_{ngD} = \infty$, dòng i_L chảy qua R_i, R_b, R_L nên ta có:

$$V_{L2} = \frac{0,7 \sin \omega_0 t}{R_i + R_b + R_L} R_L = \frac{0,7 \sin \omega_0 t}{10^3 + 10^4 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 0,315 \sin \omega_0 t$$

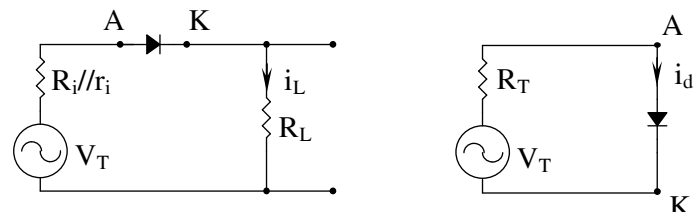
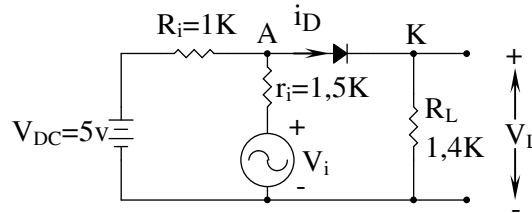
+ $\frac{1}{2}T < 0$, Diode tắt, $R_{ng} = \infty$, dòng i_L chảy qua R_i, R_b, R_L nên ta có.

$$V_{L2} = \frac{1 \sin \omega_0 t}{R_i + R_b + R_L} R_L = \frac{1 \sin \omega_0 t}{10^3 + 10^4 + 9 \cdot 10^3} \cdot 9 \cdot 10^3 = 0,45 \sin \omega_0 t$$



2) **Dạng mạch Thevenin áp dụng nguyên lý chồng chập:**

Bài 1-20 với $V_i(t) = 10\sin\omega_0 t$



a- Vẽ mạch Thevenin:

Áp dụng nguyên lý xếp chồng đối với hai nguồn điện áp V_{DC} và V_i :

* Khi chỉ có V_{DC} , còn $V_i = 0$ thì điện áp giữa hai điểm A-K:

$$V_{AK} = V_{DC} \frac{r_i}{R_i + r_i} = 5 \frac{1,5 \cdot 10^3}{10^3 + 1,5 \cdot 10^3} = 3V$$

* Khi chỉ có V_i , còn $V_{DC} = 0$ thì điện áp giữa hai điểm A-K là:

$$V_{AK} = V_i \frac{R_i}{R_i + r_i} = 10 \cdot \sin \omega_0 t \frac{10^3}{10^3 + 1,5 \cdot 10^3} = 4 \sin \omega_0 t (V)$$

- * Vậy khi tác động đồng thời cả V_{DC} và V_i thì sức điện động tương đương Thevenin giữa hai điểm A-K là:

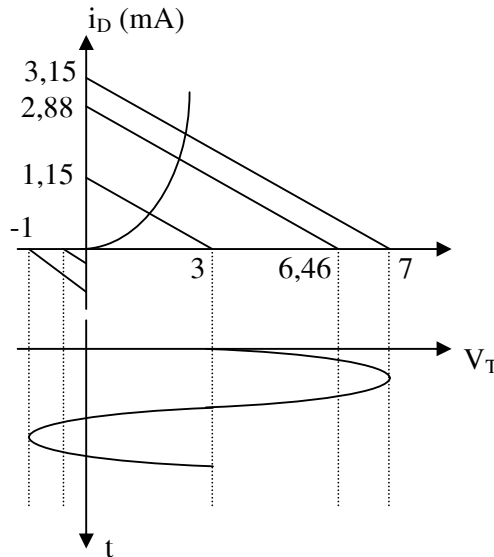
$$V_T = V_{DC} \frac{r_i}{R_i + r_i} + V_i \frac{R_i}{R_i + r_i} = 3 + 4 \sin \omega_0 t (V)$$

- * Điện trở tương đương Thevenin chính là điện trở tương đương của phần mạch khi Diode hở mạch là:

$$R_T = \frac{R_i \cdot r_i}{R_i + r_i} + R_L = \frac{10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{10^3 + 1,5 \cdot 10^3} + 1,4 \cdot 10^3 = 2K\Omega$$

b- Vẽ đường tải DC khi $\omega_0 t = 0, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{3}, -\frac{\pi}{2}$.

- * Tại $\omega_0 t = 0 \Rightarrow V_T = 3V$
- * Tại $\omega_0 t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow V_T = 3 + 4 \frac{\sqrt{3}}{2} = 6,46(V)$
- * Tại $\omega_0 t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow V_T = 3 + 4 \cdot 1 = 7(V)$
- * Tại $\omega_0 t = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow V_T = 3 - 4 \frac{\sqrt{3}}{2} = -0,46(V)$
- * Tại $\omega_0 t = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow V_T = 3 - 4 \cdot 1 = -1(V)$



Theo định luật Ohm cho toàn mạch ta có.

$$i = \frac{V_T - V_D}{R_T} = -\frac{1}{R_T} \cdot V_D + \frac{V_T}{R_T}$$

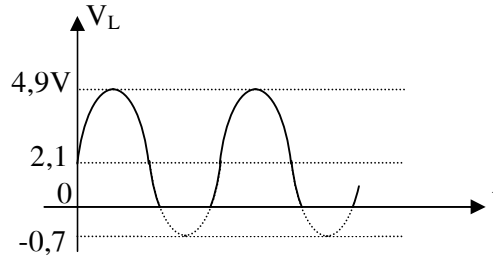
- * Tại $\omega_0 t = 0 \Rightarrow i = -\frac{1}{2 \cdot 10^3} \cdot 0,7 + \frac{3}{2 \cdot 10^3} = 1,15(mA)$
- * Tại $\omega_0 t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow i = -\frac{1}{2 \cdot 10^3} \cdot 0,7 + \frac{6,46}{2 \cdot 10^3} = 2,88(mA)$

- * Tại $\omega_0 t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow i = -\frac{1}{2.10^3} \cdot 0,7 + \frac{7}{2.10^3} = 3,15(\text{mA})$
- * Tại $\omega_0 t = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow i = -\frac{1}{2.10^3} \cdot 0,7 - \frac{0,46}{2.10^3} = -0,58(\text{mA})$
- * Tại $\omega_0 t = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow i = -\frac{1}{2.10^3} \cdot 0,7 - \frac{1}{2.10^3} = -0,85(\text{mA})$

c- Vẽ

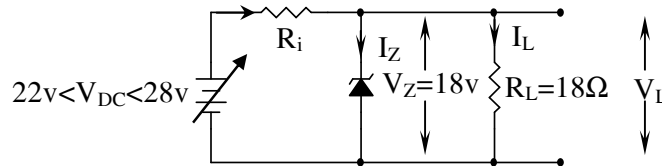
$$V_L(t) = R_L \cdot i_D = R_L \cdot \frac{V_T}{R_T} = R_L \frac{V_T}{(R_i // r_i) + R_L} = 1,4 \cdot 10^3 \frac{V_T}{2.10^3}$$

$$= 0,7V_T = 0,7(3 + 4 \sin \omega_0 t) = 2,1 + 2,8 \sin \omega_0 t (\text{V})$$



II. Diode Zenner:

- 1) Dạng dòng $I_L = \text{const}$ (bài 1-40); $200\text{mA} \leq I_Z \leq 2\text{A}$, $r_Z = 0$



- a- Tìm R_i để $V_L = 18\text{V} = \text{const}$.

$$I_{\min} = I_{Z\min} + I_L = 0,2 + 1 = 1,2 \text{ A.}$$

$$I_{\max} = I_{Z\max} + I_L = 1 + 2 = 3 \text{ A.}$$

Mặt khác ta có: $V_{i\min} = 22\text{V} = I_{Z\min} \cdot R_i + V_Z$.

Suy ra:

$$R_i = \frac{V_{i\min} - V_Z}{I_{Z\min}} = \frac{22 - 18}{1,2} = \frac{4}{1,2} = 3,3\Omega$$

$$V_{i\max} = 28\text{V} = I_{Z\max} R_i + V_Z$$

Suy ra

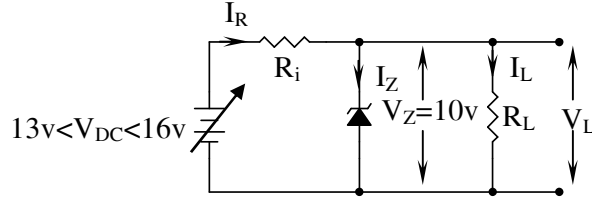
$$R_i = \frac{V_{i\max} - V_Z}{I_{Z\max}} = \frac{28 - 18}{3} = \frac{10}{3} = 3,3\Omega$$

Vậy $R_i = 3,3\Omega$.

- b- Tìm công suất tiêu thụ lớn nhất của Diode Zenner:

$$P_{Z\max} = I_{Z\max} \cdot V_Z = 2 \cdot 18 = 36\text{W.}$$

- 2) Dạng dòng $I_L \neq \text{const}$: (bài 1-41), $10\text{mA} \leq I_L \leq 85\text{mA}$.
 $I_{Z\text{min}} = 15\text{mA}$.



- a- Tính giá trị lớn nhất của R_i

$$\frac{V_i - V_Z}{I_{Z\text{max}} + I_{L\text{min}}} \leq R_i \leq \frac{V_i - V_Z}{I_{Z\text{min}} + I_{L\text{max}}}$$

- * Khi $V_{DC} = 13\text{V}$ ta có

$$R_{i\text{max}} \leq \frac{13 - 10}{0,015 + 0,085} = 30\Omega$$

- * Khi $V_{DC} = 16\text{V}$ ta có

$$R_{i\text{max}} \leq \frac{16 - 10}{0,015 + 0,085} = 60\Omega$$

Vậy ta lấy $R_{i\text{max}} = 30\Omega$.

- b- Tìm công suất tiêu thụ lớn nhất của Diode Zenner.

$$P_{Z\text{max}} = I_{Z\text{max}} \cdot V_Z.$$

Mặt khác: $V_{i\text{max}} = I_{Z\text{max}} R_i + V_Z$

$$\Rightarrow I_{\text{max}} = \frac{V_{i\text{max}} - V_Z}{R_i} = \frac{16 - 10}{30} = 200\text{mA}$$

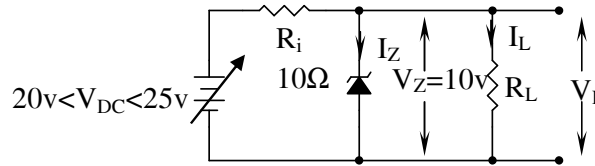
$$\Rightarrow I_{Z\text{max}} = I_{\text{max}} - I_{L\text{min}} = 0,2 - 0,01 = 0,19 = 190\text{mA}$$

$$\Rightarrow P_{Z\text{max}} = 0,19 \times 10 = 1,9\text{W}$$

- 3) Dạng $I_Z \neq \text{const}$; $I_L \neq \text{const}$ (Bài 1-42)

$$30 \leq I_L \leq 50\text{mA}, I_{Z\text{min}} = 10\text{mA}.$$

$$r_Z = 10\Omega \text{ khi } I_Z = 30\text{mA}; P_{Z\text{max}} = 800\text{mW}.$$



- a- Tìm R_i để Diode ổn định liên tục:

$$I_{Z\text{max}} = \frac{P_{Z\text{max}}}{V_Z} = \frac{0,8}{10} = 80\text{mA}$$

Vậy $10\text{mA} \leq I_Z \leq 80\text{mA}$

Ta có: $I_{\text{min}} = I_{Z\text{min}} + I_{L\text{max}} = 60\text{mA}$

$$I_{\text{max}} = I_{Z\text{max}} + I_{L\text{min}} = 110\text{mA}$$

Mặt khác: $V_{i\min} = I_{\min} \cdot R_i + V_Z = 20V$

$$\Rightarrow R_{i\max} = \frac{20 - 10}{0,06} = 166,7\Omega$$

$V_{i\max} = I_{\max} \cdot R_i + V_Z = 25V$

$$\Rightarrow R_{i\min} = \frac{25 - 10}{0,11} = 136,36\Omega$$

Suy ra: $136,4\Omega \leq R_i \leq 166,7\Omega$

Vậy ta chọn $R_i = 150\Omega$

b- Vẽ đặc tuyến tải:

Ta có: $V_Z + I_Z R_i = V_{DC} - I_L R_i$

* Với $V_{DC} = 20V$ ta có:

$$V_Z + I_Z 150 = \begin{cases} 20 - 0,03 \times 150 = 15,5V & \text{khi } I_L = 30mA \\ 20 - 0,05 \times 150 = 12,5V & \text{khi } I_L = 50mA \end{cases}$$

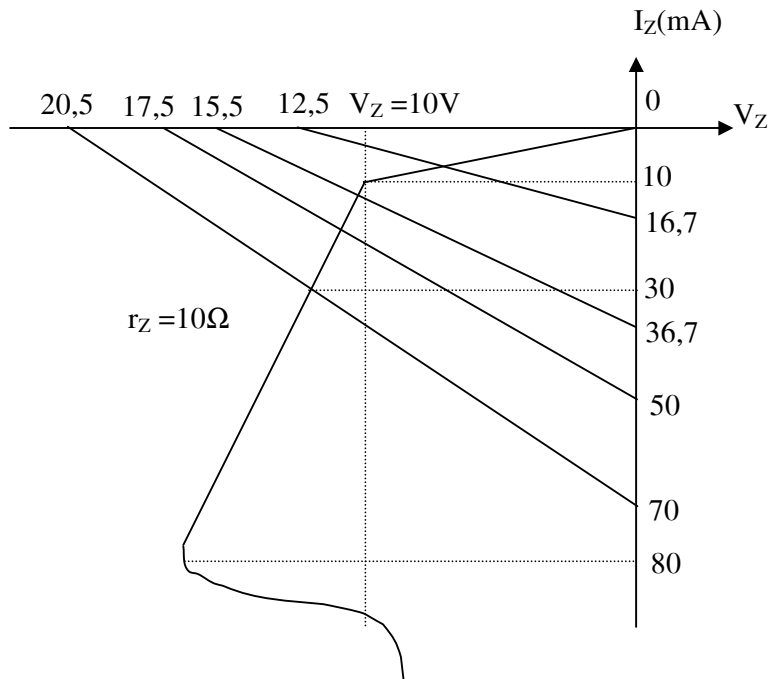
* Với $DC = 25V$ ta có:

$$V_Z + I_Z 150 = \begin{cases} 25 - 0,03 \times 150 = 20,5V & \text{khi } I_L = 30mA \\ 25 - 0,05 \times 150 = 17,5V & \text{khi } I_L = 50mA \end{cases}$$

Tương ứng ta tính được các dòng I_Z :

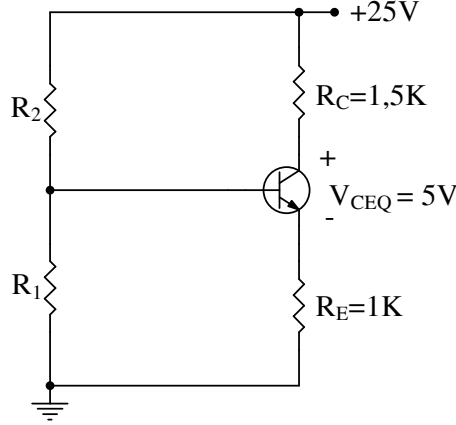
$$I_{Z1} = \frac{15,5 - 10}{150} = 36,7mA ; I_{Z2} = \frac{12,5 - 10}{150} = 16,7mA$$

$$I_{Z3} = \frac{20,5 - 10}{150} = 70mA ; I_{Z4} = \frac{17,5 - 10}{150} = 50mA ;$$



Chương II: TRANSISTOR HAI LỚP TIẾP GIÁP**I. Bộ khuếch đại R-C không có C_C và không có C_E (E.C).**

- 1) Bài 2-10:
- $20 \leq \beta \leq 60$
- , suy ra
- I_{CQ}
- không thay đổi quá 10%.



- * Phương trình tải một chiều:

$$V_{CC} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_C + R_E).$$

$$\Rightarrow I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{R_C + R_E} = \frac{25 - 5}{1,5 \cdot 10^3 + 10^3} = 8\text{mA}$$

Nếu coi đây là dòng điện ban đầu khi $\beta = 60$ sao cho sau một thời gian β chỉ còn $\beta = 20$ thì yêu cầu $I_{CQ} \geq 7,2\text{mA}$.

- * Ta giải bài toán bài toán một cách tổng quát coi
- $\beta_1 = 20$
- ;
- $\beta_2 = 60$
- .

$$R_{b1} = \frac{1}{10} \beta_1 R_E \leq R_b \leq R_{b2} = \frac{1}{10} \beta_2 R_E$$

$$R_{b1} = \frac{1}{10} \cdot 20 \cdot 10^3 = 2\text{K}\Omega \leq R_b \leq R_{b2} = \frac{1}{10} \cdot 60 \cdot 10^3 = 6\text{K}\Omega$$

Vậy $2\text{K}\Omega \leq R_b \leq 6\text{K}\Omega$

- * Mặt khác
- $I_{CQ} = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E + \frac{R_b}{\beta}}$
- , nếu coi
- $V_{BB} \approx \text{const}$
- thì ta có:

$$\frac{I_{CQ1}}{I_{CQ2}} = \frac{R_E + \frac{R_b}{\beta_2}}{R_E + \frac{R_b}{\beta_1}} \geq 0,9 \quad (1)$$

- * Có thể tính trực tiếp từ bất phương trình (1):

$$R_E + \frac{R_b}{\beta_2} \geq 0,9 \left(R_E + \frac{R_b}{\beta_1} \right) \Rightarrow 0,1R_E \geq R_b \left(-\frac{1}{\beta_2} + \frac{0,9}{\beta_1} \right)$$

$$\Rightarrow R_b \leq \frac{0,1R_E}{-\frac{1}{\beta_2} + \frac{0,9}{\beta_1}} = \frac{0,1 \cdot 10^3}{-\frac{1}{60} + \frac{0,9}{20}} = \frac{100}{28,3 \cdot 10^{-3}} = 3,53\text{K}\Omega$$

Chọn $R_b = 3,5K\Omega$.

* Nếu bỏ qua I_{BQ} ta có $V_{BB} \approx V_{BE} + I_{EQ}R_E = 0,7 + 8.10^{-3}.10^3 = 8,7V$.

Suy ra:

$$R_1 = R_b \frac{1}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = 3,5.10^3 \frac{1}{1 - \frac{8,7}{25}} = \frac{3,5.10^3}{0,652} = 5368\Omega \approx 5,4K\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 3,5.10^3 \frac{25}{8,7} = 10057\Omega \approx 10,06K\Omega$$

* Ta có thể tính tổng quát: Chọn $R_b = 4K\Omega$ thay vào (1):

$$\frac{I_{CQ1}}{I_{CQ2}} = \frac{10^3 + \frac{4.10^3}{60}}{10^3 + \frac{4.10^3}{20}} = \frac{1067}{1200} = 88,9\%, \text{ bị loại do không thỏa mãn (1).}$$

* Chọn $R_b = 3K\Omega$ thay vào (1): $\frac{I_{CQ1}}{I_{CQ2}} = \frac{10^3 + \frac{3.10^3}{60}}{10^3 + \frac{3.10^3}{20}} = \frac{1050}{1150} = 0,91$ thỏa

mãn bất phương trình (1), ta tính tiếp như trên.

2) Bài 2-11: Với hình vẽ bài (2-10) tìm giá trị cho R_1, R_2 sao cho dòng i_C xoay chiều có giá trị cực đại.

* Điểm Q tối ưu được xác định như sau:

$$I_{Cm\max} = I_{CQTU} = \frac{V_{CC}}{R_{DC} + R_{AC}}$$

$$V_{CEQTU} = I_{CQTU} \cdot R_{AC}$$

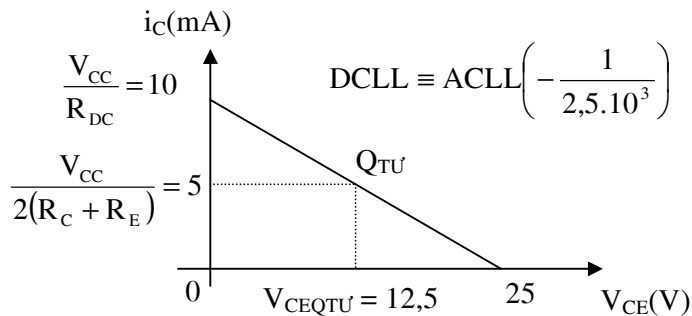
$$\text{Từ hình vẽ: } R_{DC} = R_C + R_E = 1,5.10^3 + 10^3 = 2,5K\Omega.$$

$$R_{AC} = R_C + \frac{R_E}{2} = 1,5.10^3 + 10^3 = 2,5K\Omega.$$

$$\text{Suy ra: } I_{CQTU} = \frac{V_{CC}}{2,5.10^3 + 2,5.10^3} = 5mA$$

$$V_{CEQTU} = 5.10^{-3} \cdot 2,5.10^3 = 12,5V$$

* Chọn $R_b = \frac{1}{10} \beta R_E = \frac{1}{10} \cdot 100 \cdot 10^3 = 10K\Omega$ (bỏ qua I_{BQ})



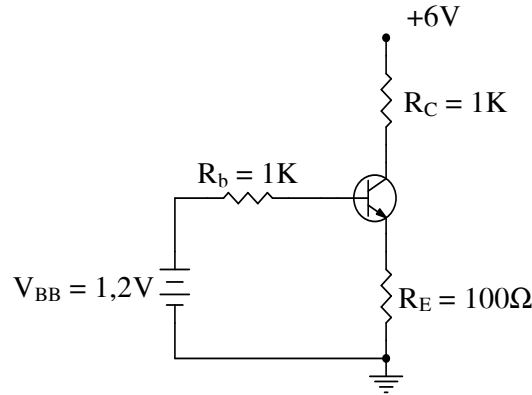
$$V_{BB} \approx V_{BE} + I_{CQTU} \cdot R_E = 0,7 + 5.10^{-3} \cdot 10^3 = 5,7V$$

$$R_1 = R_b \frac{1}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = 10 \cdot 10^3 \frac{1}{1 - \frac{5,7}{25}} = \frac{10^4}{0,772} = 12,95K\Omega \approx 13K\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 10^4 \frac{25}{5,7} = 43,85K\Omega \approx 44K\Omega$$

Vì $R_{DC} = R_{AC}$ nên phương trình tải DC và AC trùng nhau.

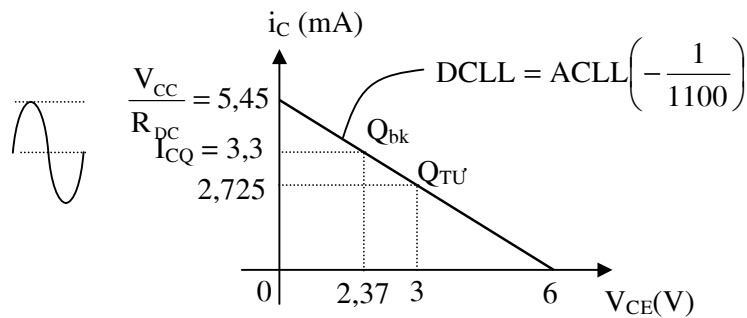
- 3) Bài 2-14: Điểm $Q_{bất\ k\ y}$ vì biết $V_{BB} = 1,2V$; $\beta = 20$. Tìm giá trị tối đa của dao động có thể có được ở C và tính η .



Biết $\beta = 20$, $V_{BEQ} = 0,7V$.

Ta có:
$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - V_{BEQ}}{R_E + \frac{R_b}{\beta}} = \frac{1,2 - 0,7}{100 + 50} = 3,3mA$$

- * Để tìm giá trị tối đa của dao động có thể có được ở C ta phải vẽ phương trình tải DC, AC



$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 6 - 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 10^3 = 2,37V$$

- * Vậy giá trị tối đa của dao động là:

$$I_{Cmax} = i_{Cmax} - I_{CQ} = 5,45 - 3,3 = 2,15mA$$

Suy ra $V_{Lmax} = I_{Cmax} \cdot R_C = 2,15 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 2,15V$

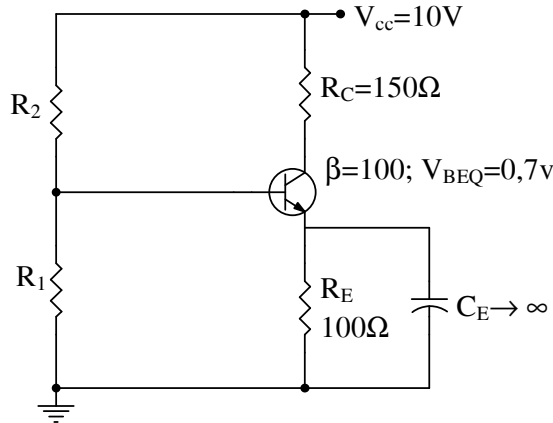
- * $P_{CC} = I_{CQ} \cdot V_{CC} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 6 = 19,8mW$

$$P_L = \frac{1}{2} (I_{Cm \max})^2 \cdot R_C = \frac{1}{2} (2,15 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 10^3 = 2,31 \text{mW}$$

$$\text{Hiệu suất: } \eta = \frac{P_L}{P_{CC}} = \frac{2,31 \cdot 10^{-3}}{19,8 \cdot 10^{-3}} = 11,7\%$$

II. Bộ KĐRC không có C_C, C_E (tu bypass Emitter) (EC)

1) Bài 2-15: Điểm Q bất kỳ.



a- Tìm R_1, R_2 để $I_{CQ} = 01 \text{mA}$ ($R_b \ll \beta R_E$)

Vì $R_b \ll \beta R_E$ nên ta có:

$$I_{CQ} \approx \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E} = 10 \text{mA} = 10^{-2} \text{A}$$

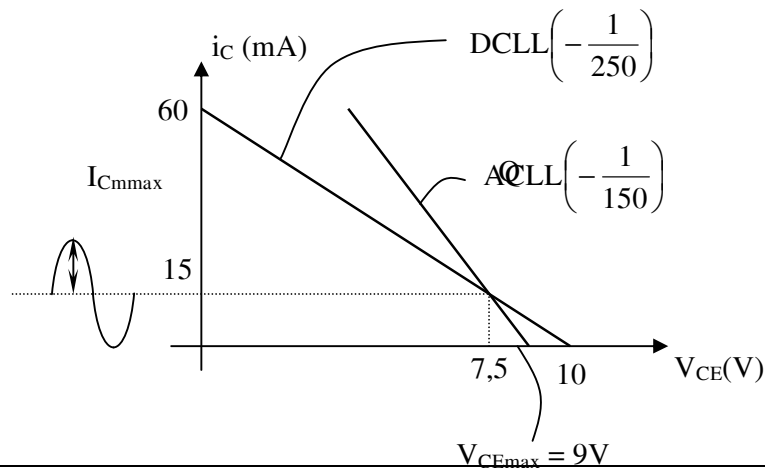
$$\text{suy ra } V_{BB} = 0,7 + 100 \cdot 10^{-2} = 1,7 \text{V}$$

$$R_b = \frac{1}{10} \beta R_E = \frac{1}{10} 100 \cdot 100 = 1 \text{K}\Omega$$

$$R_1 = R_b \frac{1}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{10^3}{1 - \frac{1,7}{10}} = \frac{10^3}{0,83} \approx 1,2 \text{K}\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 10^3 \frac{10}{1,7} = 5,88 \text{K}\Omega$$

b- Để tìm $I_{Cm \max}$ với R_1, R_2 như trên ta phải vẽ DCLL và ACLL:



$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 10 - 10^{-2} \cdot 250 = 7,5V$$

Từ hình vẽ ta nhận thấy để I_{Cm} lớn nhất và không bị méo thì $I_{Cmmax} = 10mA$.

Ta có thể tìm i_{Cmax} và V_{Cemax} theo phương trình

$$i_C - I_{CQ} = -\frac{1}{R_C}(V_{CE} - V_{CEQ})$$

$$\text{Cho } V_{CE} = 0 \Rightarrow i_{Cmax} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_C} = 10^{-2} + \frac{7,5}{150} = 60mA$$

$$\text{Cho } i_C = 0 \Rightarrow V_{CEmax} = I_{CQ} \cdot R_C + V_{CEQ} = 10^{-1} \cdot 150 + 7,5 = 9V$$

2) Bài 2-16: Điểm Q tối ưu (hình vẽ như hình 2-15).

Để có dao động Collector cực đại ta có:

$$I_{Cmmax} = I_{CQTU} = \frac{V_{CC}}{R_{DC} + R_{AC}} \tag{1}$$

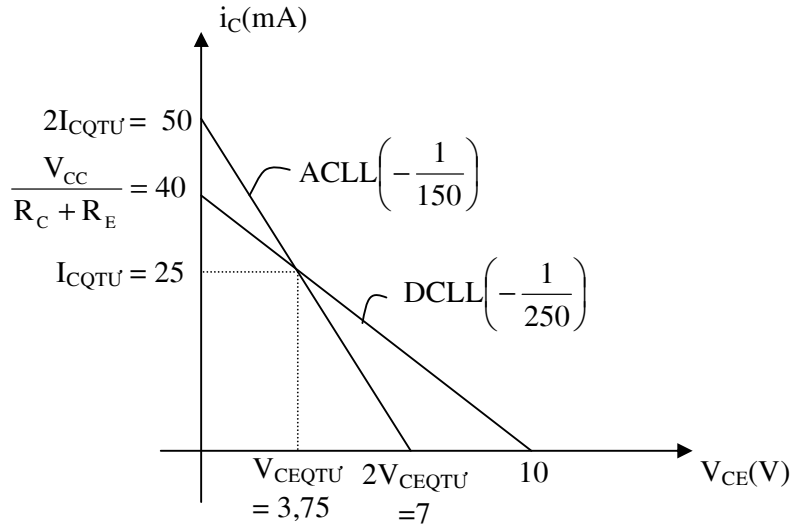
$$V_{CEQTU} = R_{AC} \cdot I_{CQTU} \tag{2}$$

$$R_{DC} = R_C + R_E = 150 + 100 = 250\Omega$$

$$R_{AC} = R_C = 150\Omega$$

$$\text{Thay vào (1) ta được: } I_{CQTU} = \frac{10}{250 + 150} = 25mA$$

$$V_{CEQTU} = 150 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 3,75V$$



$$V_{BB} \approx 0,7 + I_{CQTU} \cdot R_E = 3,2V.$$

$$R_b = \frac{1}{10} \beta R_E = \frac{1}{10} \cdot 100 \cdot 100 = 1K\Omega$$

$$R_1 = R_b \frac{1}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{10^3}{1 - \frac{3,2}{10}} = \frac{10^3}{0,68} \approx 1,47K\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 10^3 \frac{10}{3,2} = 3125\Omega \approx 3,1K\Omega$$

Để vẽ ACLL, rất đơn giản ta chỉ cần xác định:

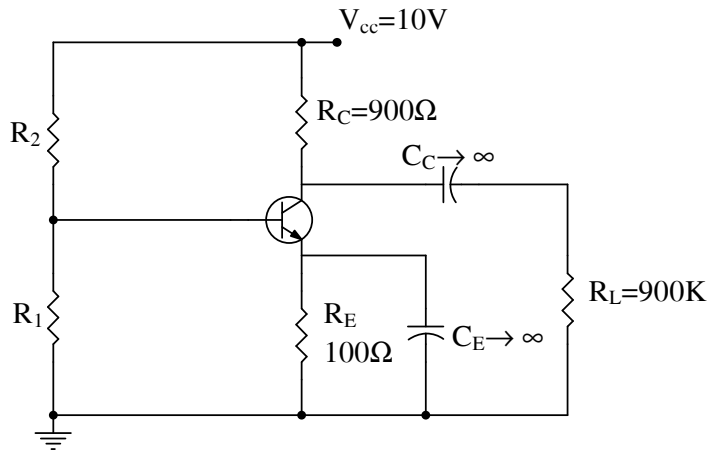
$$i_{Cmax} = 2I_{CQTƯ} \text{ và } V_{CEmax} = 2V_{CEQTƯ}.$$

III. BỘ KĐ R-C có C_C và C_E (E.C).

1) Bài 2-20: Điểm Q tối ưu

$$R_{DC} = R_C + R_E = 900 + 100 = 1K\Omega$$

$$R_{AC} = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} = \frac{900.900}{900 + 900} = 450\Omega$$

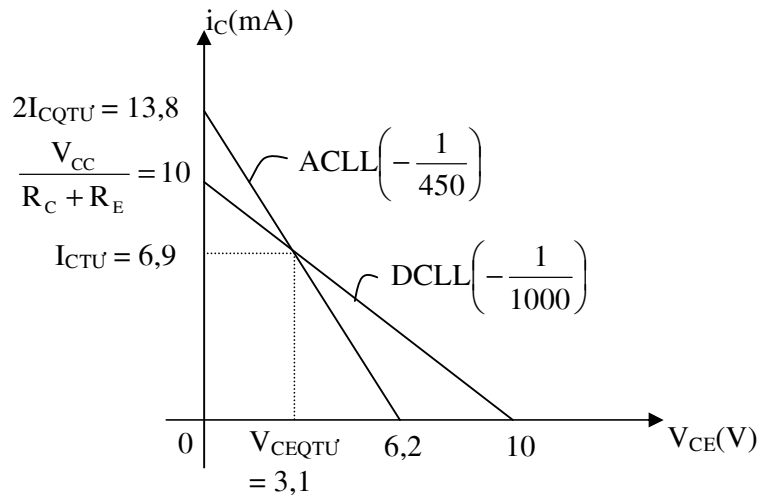


$$I_{Cm\ max} = I_{CQTƯ} = \frac{V_{CC}}{R_{AC} + R_{DC}} \approx 6,9mA$$

$$V_{CEQTƯ} = I_{CQTƯ} \cdot R_{AC} = 6,9 \cdot 10^{-3} \cdot 450 = 3,1V$$

$$V_{BB} = 0,7 + R_E \cdot I_{CQTƯ} = 0,7 + 100 \cdot 6,9 \cdot 10^{-3} = 1,4V$$

$$R_b = \frac{1}{10} \beta R_E = \frac{1}{10} \cdot 100 \cdot 100 = 1K\Omega$$



$$R_1 = R_b \frac{1}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{10^3}{1 - \frac{1,4}{10}} = \frac{10^3}{0,86} \approx 1163\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 10^3 \frac{10}{1,4} = 7143\Omega$$

Ta có dòng xoay chiều:

$$I_{Lm} = \frac{R_C}{R_C + R_L} I_{Cm} = \frac{900}{900 + 900} 6,9 = 3,45\text{mA}$$

$$\Rightarrow V_{Lm} = 3,1\text{V}$$

- 2) Vẫn bài 2-20 nếu ta bỏ tụ C_E thì ta sẽ có bộ khuếch đại R.C có C_C mà không có C_E . Khi đó kết quả tính toán sẽ khác rất ít vì $R_E \ll R_C, R_L$

$$R_{DC} = R_C + R_E = 900 + 100 = 1\text{K}\Omega$$

$$R_{AC} = R_E + \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} = 100 + \frac{900 \cdot 900}{900 + 900} = 550\Omega$$

$$I_{CQTU} = I_{Cm\max} = \frac{V_{CC}}{R_{DC} + R_{AC}} = \frac{10}{10^3 + 550} = 6,45\text{mA}$$

$$V_{CEQTU} = I_{CQTU} \cdot R_{AC} = 6,45 \cdot 10^{-3} \cdot 550 = 3,55\text{V}$$

$$V_{BB} = 0,7 + I_{CQ} \cdot R_E = 0,7 + 6,45 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 1,345\text{V}$$

$$R_b = \frac{1}{10} \beta R_E = \frac{1}{10} \cdot 100 \cdot 100 = 1\text{K}\Omega$$

$$R_1 = R_b \frac{1}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{10^3}{1 - \frac{1,345}{10}} = \frac{10^3}{0,8655} = 1155\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 10^3 \frac{10}{1,345} = 7435\Omega$$

$$I_{Lm} = \frac{R_C}{R_C + R_L} I_{Cm} = \frac{900}{900 + 900} \cdot 6,45 \cdot 10^{-3} = 3,225\text{mA}$$

$$V_{Lm} = R_L \cdot I_{Lm} = 900 \cdot 3,225 \cdot 10^{-3} = 2,9\text{V}$$

IV. BỘ KĐ R.C MẮC THEO KIỂU C.C.

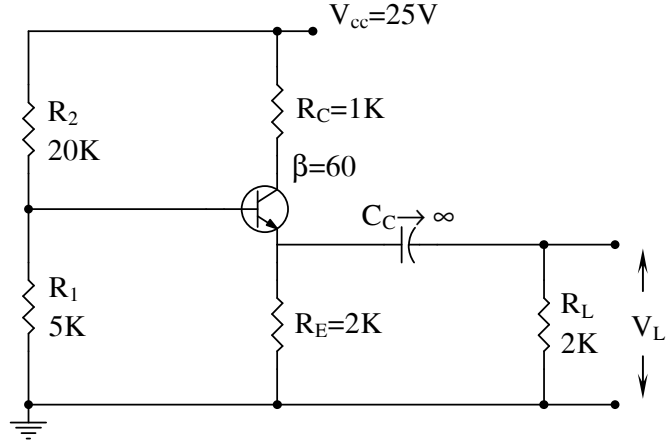
- 1) Bài 2-22: Mạch có thiên áp Base.

* Đây là dạng bài điểm Q bất kỳ vì đã biết R_1, R_2 .

$$R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^3 + 20 \cdot 10^3} = 4\text{K}\Omega$$

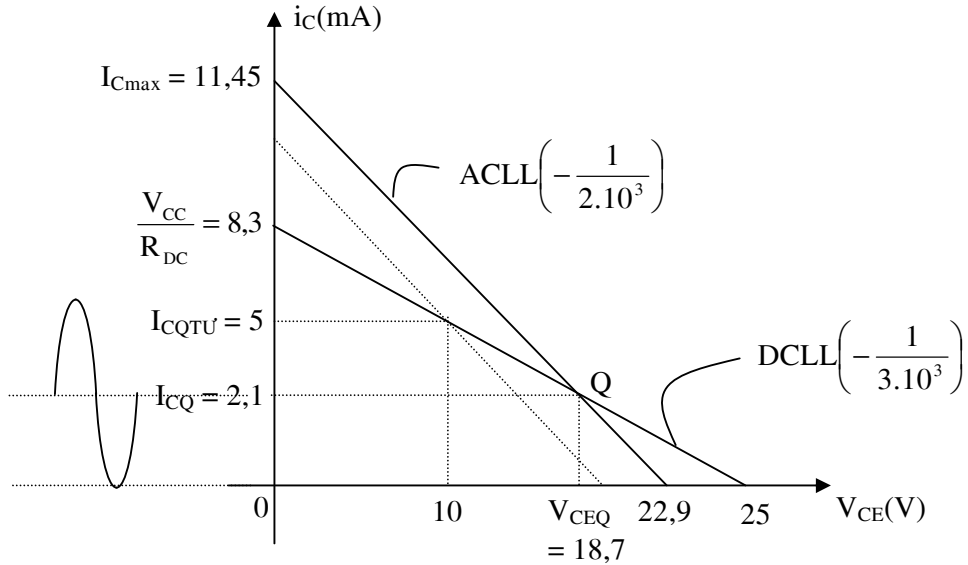
$$V_{BB} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{5 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^3 + 20 \cdot 10^3} \cdot 25 = 5\text{V}$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E + \frac{R_b}{\beta}} = \frac{5 - 0,7}{2 \cdot 10^3 + \frac{4 \cdot 10^3}{60}} = 2,1\text{mA}$$



(Vì $R_E \gg \frac{R_b}{\beta}$ nên có thể tính gần đúng theo công thức $I_{CQ} = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E}$)

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 25 - 2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 18,7V$$



Từ hình vẽ ta thấy: $I_{CQ} < I_{CQTU}$ nên $I_{cm} = I_{CQ} = 2,1mA$

$$I_{Lm} = \frac{R_L}{R_E + R_L} I_{cm} = \frac{2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3} \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} = 1,05mA$$

$$V_{Lmmax} = R_L \cdot I_{Lm} = 2 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 10^{-3} = 2,1V$$

* Cách vẽ DCLL và ACLL của bộ KĐ R.C mắc C.C tương tự như cách mắc E.C

$$i_c - I_{CQ} = -\frac{1}{R_{AC}} (V_{CE} - V_{CEQ})$$

$$\text{với } R_{AC} = R_C + \frac{R_E R_L}{R_E + R_L} = 2k\Omega$$

$$\text{Cho } V_{CE} = 0 \text{ suy ra } i_c = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{AC}} = 2,1 \cdot 10^{-3} + \frac{18,7}{2 \cdot 10^3} = 11,45mA$$

$$i_c = 0 \text{ suy ra } V_{CEQ_{max}} = V_{CEQ} + R_{AC} I_{CQ} = 18,7 + 2.10^3 \cdot 2,1.10^{-3} = 22,9V$$

* Với bài toán trên nếu chưa biết R_1 và R_2 ta có thể thiết kế để dòng điện ra lớn nhất: $R_{DC} = R_C + R_E = 10^3 + 2.10^3 = 3K\Omega$.

$$\text{Ta có: } I_{CQTƯ} = \frac{V_{CC}}{R_{DC} + R_{AC}} = \frac{25}{3.10^3 + 2.10^3} = 5mA$$

$$V_{CEQTƯ} = I_{CQTƯ} \cdot R_{AC} = 10V.$$

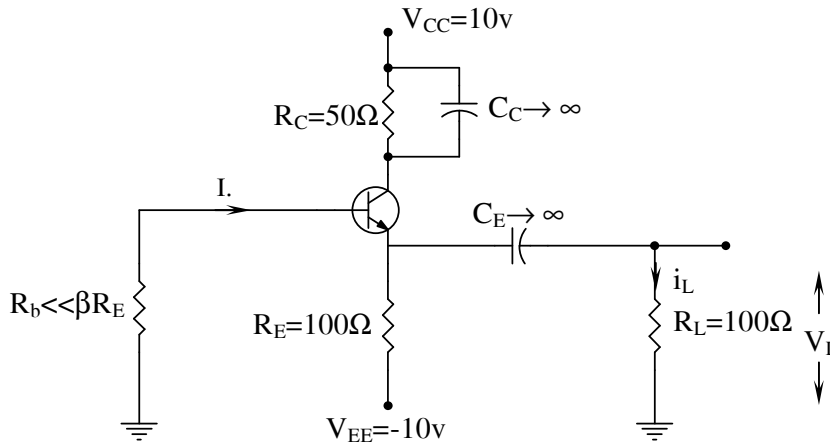
2) Bài 2-24: Mạch được định dòng Emitter.

Theo định luật K.II: $\Sigma V_{kín} = 0$ ta có

$$R_b I_{BQ} + V_{BEQ} + R_E I_{EQ} - V_{EE} = 0$$

$$\text{Suy ra } I_{EQ} = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E + \frac{R_b}{\beta}} \approx \frac{10 - 0,7}{100} = 93mA$$

$$\begin{aligned} V_{CEQ} &= V_{CC} + V_{EE} - I_{CQ}(R_C + R_E) \\ &= 10 + 10 - 93.10^{-3} \cdot 150 = 6,05V \end{aligned}$$



$$* I_{Lm} = \frac{R_E}{R_E + R_L} I_{Em} = \frac{100}{100 + 100} \cdot 93.10^{-3} = 46,5mA$$

$$* V_{Lm} = I_{Lm} R_L = 46,5.10^{-3} \cdot 10^2 = 4,65V$$

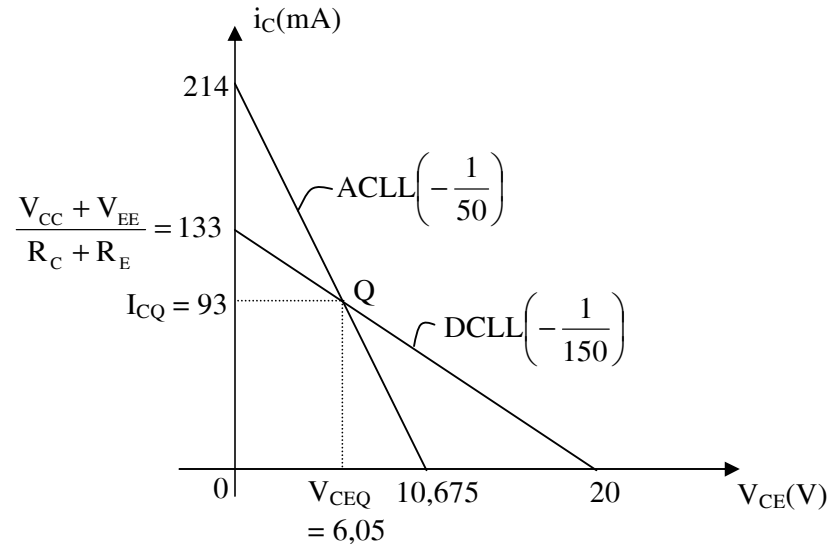
* Đây là điểm Q bất kỳ nên ta có:

$$i_c - I_{CQ} = -\frac{1}{R_{AC}} (V_{CE} - V_{CEQ})$$

$$+ \text{ Cho } V_{CE} = 0 \text{ suy ra } i_{c_{max}} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{AC}} = 214mA$$

+ Cho $i_c = 0$ suy ra

$$V_{CE} = V_{CEQ} + I_{CQ} R_{AC} = 6,05 + 93.10^{-3} \cdot 50 = 10,675V$$



* Nếu bài này được tính ở chế độ tối ưu thì:

$$R_{DC} = R_C + R_E = 150\Omega$$

$$R_{AC} = \frac{R_E R_L}{R_E + R_L} = 50\Omega \text{ khi đó}$$

$$I_{CQTU} = \frac{V_{CC}}{R_{AC} + R_{DC}} = \frac{20}{150 + 50} = 0,1A = 100mA$$

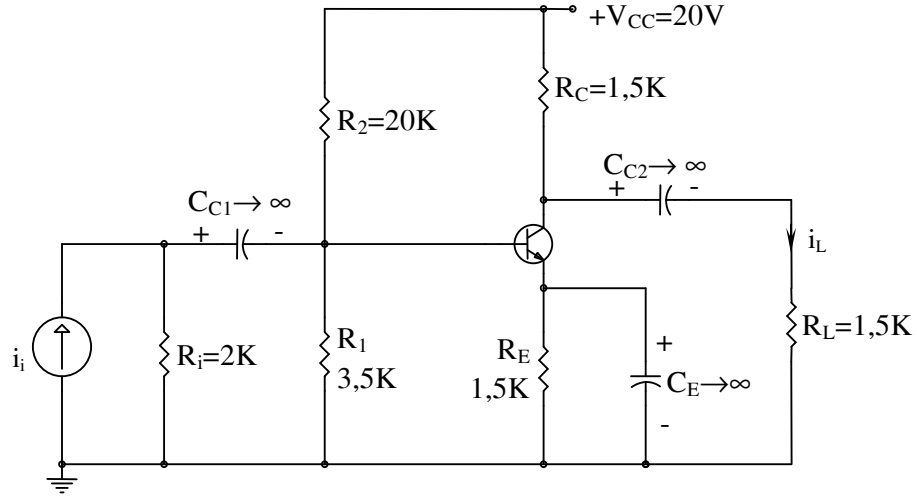
$$V_{CEQTU} = I_{CQTU} \cdot R_{AC} = 5V$$

Chương IV:

THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH TÍN HIỆU NHỎ TẦN SỐ THẤP.

I. Sơ đồ mắc Emitter chung E.C:

- 1) Bài 4-7: Q bất kỳ.
- a- Chế độ DC



$$R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3,5 \cdot 20}{3,5 + 20} \approx 3K$$

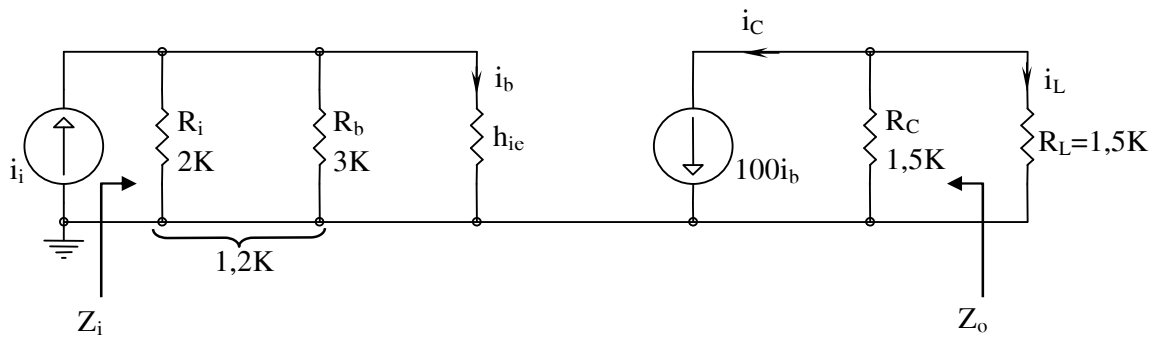
$$V_{BB} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{3,5}{3,5 + 20} \cdot 20 \approx 3V$$

$$I_{CQ} = \frac{3 - 0,7}{500 + \frac{3 \cdot 10^3}{100}} \approx 4,6mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 20 - 4,6 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3 = 10,8V$$

$$h_{ic} = 1,4 \cdot h_{fc} \frac{25 \cdot 10^{-3}}{4,6 \cdot 10^{-3}} = 760\Omega$$

- b- Chế độ AC:



$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{i_L}{i_b} \frac{i_b}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{i_L}{i_b} = \frac{i_L}{i_C} \frac{i_C}{i_b} = -\frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot h_{fc} = -\frac{1,5 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 10^3 + 1,5 \cdot 10^3} \cdot 100 = -50$$

$$\frac{i_b}{i_i} = \frac{R_i // R_b}{(R_i // R_b) + h_{ic}} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{1,2 \cdot 10^3 + 760} = 0,61$$

Thay vào (1) ta có: $A_i = -50 \cdot 0,61 = -30,6$

$$Z_i = R_i // R_b // h_{ic} = 1200 // 760 = 465 \Omega$$

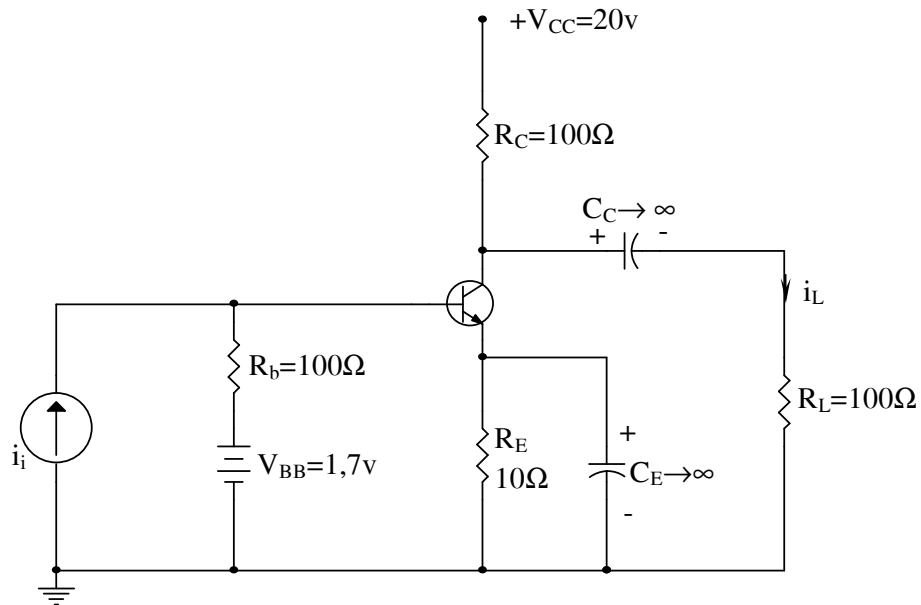
$$Z_o = R_C = 1,5 K \Omega.$$

2) Bài 4-11: Q bất kỳ và h_{fc} thay đổi.

a- Chế độ DC:

$$* R_{b1} = \frac{1}{10} \beta_1 R_E = \frac{1}{10} \cdot 50 \cdot 10 = 50 \Omega < R_b = 100, \text{ không bỏ qua } I_{BQ}.$$

$$* R_{b2} = \frac{1}{10} \beta_2 R_E = \frac{1}{10} \cdot 150 \cdot 10 = 150 \Omega > R_b = 100, \text{ bỏ qua } I_{BQ}.$$



$$I_{EQ1} = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E + \frac{R_b}{\beta_1}} = \frac{1,7 - 0,7}{10 + \frac{100}{50}} = 83 \text{mA}$$

$$I_{EQ2} \approx \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E} = \frac{1,7 - 0,7}{10} = 100 \text{mA}$$

$$h_{ic1} = 1,4 \cdot 50 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{83 \cdot 10^{-3}} \approx 21 \Omega$$

$$h_{ic2} = 1,4 \cdot 150 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 52,5 \Omega$$

suy ra $21 \Omega \leq h_{ic} \leq 52,5 \Omega$

b- Chế độ AC:

$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{i_L}{i_b} \cdot \frac{i_b}{i_i} = -\frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot h_{fe} \cdot \frac{R_b}{R_b + h_{ie}}$$

$$A_{i1} = -\frac{100}{100 + 100} \cdot 50 \cdot \frac{100}{100 + 21} = -20,66$$

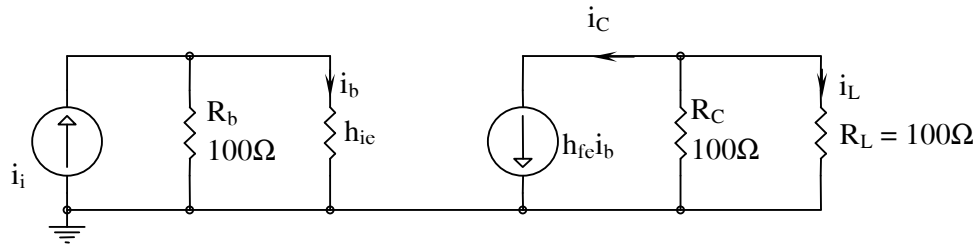
$$A_{i2} = -\frac{100}{100 + 100} \cdot 150 \cdot \frac{100}{100 + 52,5} = -49,1$$

$$Z_i = R_b // h_{ie} \text{ suy ra } Z_{i1} = 100 // 21 = 17,36\Omega$$

$$Z_{i2} = 100 // 52,5 = 34,43\Omega$$

$$\text{Vậy } 20,66 \leq A_i \leq 49,18$$

$$17,36\Omega \leq Z_i \leq 34,43\Omega$$



3) Bài 4-12: Dạng không có tụ C_E

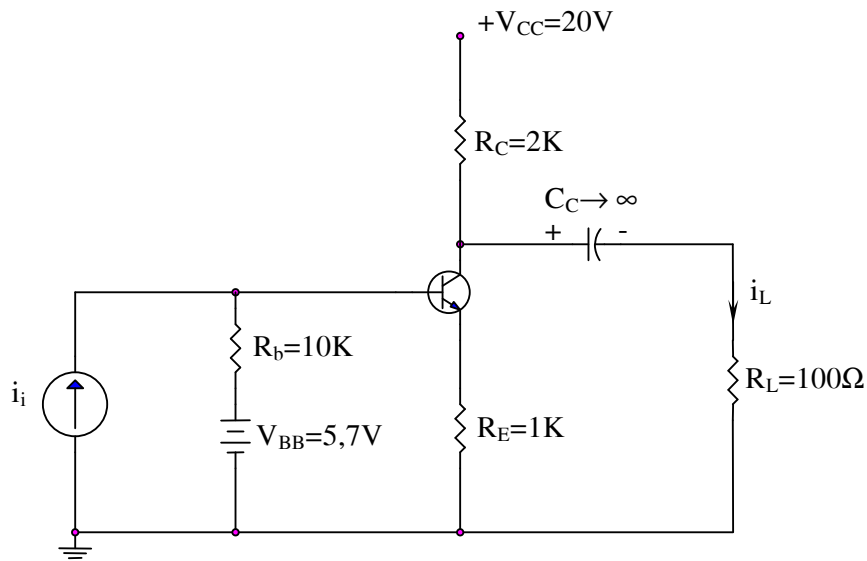
a- Chế độ DC:

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_E + \frac{R_b}{h_{fe}}} = \frac{5,7 - 0,7}{10^3 + \frac{10^4}{100}} = 4,5\text{mA}$$

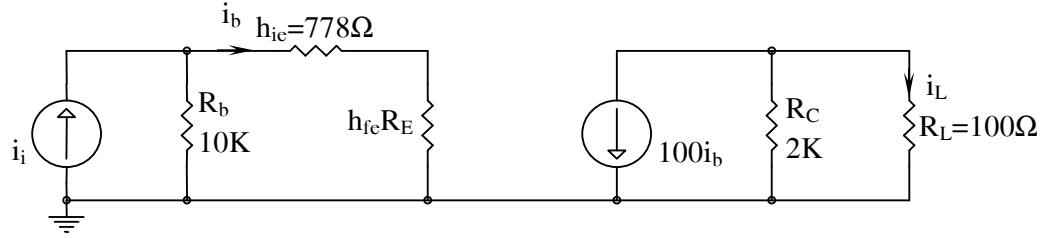
(có thể tính I_{CQ} = 5 mA)

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 20 - 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^3) = 6,5\text{V}$$

$$h_{ie} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{4,5 \cdot 10^{-3}} = 778\Omega$$



b- Chế độ AC:



$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{i_L}{i_b} \cdot \frac{i_b}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{i_L}{i_b} = \frac{i_L}{i_C} \cdot \frac{i_C}{i_b} = - \frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot h_{fc} = -95,24$$

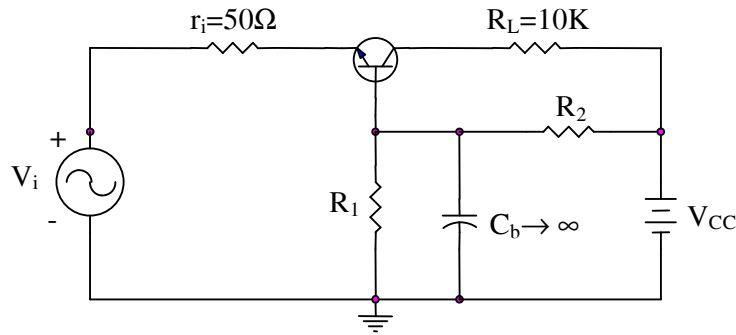
$$\frac{i_b}{i_i} = \frac{R_b}{R_b + h_{ic} + h_{fc} R_E} = \frac{10^4}{10^4 + 778 + 10^5} = 0,09$$

Thay vào (1) ta được $A_i = -95,24 \cdot 0,09 = -8,6$

$$Z_i = R_b // [h_{ic} + h_{fc} R_E] \approx 10^4 // 10^5 = 9,1K\Omega$$

II. **Sơ đồ mắc B.C:** Bài 4-21, $h_{oc} = 10^4$

1) Chế độ DC:

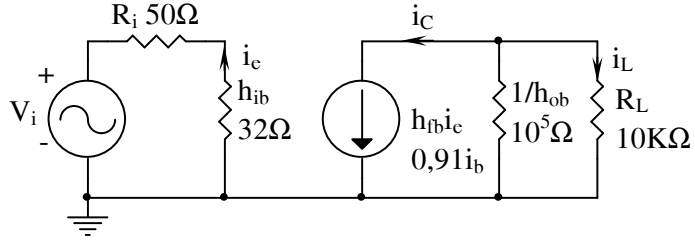


$$h_{fb} = \frac{h_{fc}}{1 + h_{fc}} = \frac{10}{11} = 0,91$$

$$h_{ib} = \frac{h_{ic}}{1 + h_{fc}} = \frac{1}{11} \cdot 1,4 \cdot 10 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 32\Omega$$

$$h_{ob} = \frac{h_{oc}}{1 + h_{fc}} = \frac{10^{-4}}{11} = 10^{-5}$$

2) Chế độ AC:



$$A_v = \frac{V_L}{V_i} = \frac{V_L}{i_c} \cdot \frac{i_c}{V_i} \tag{1}$$

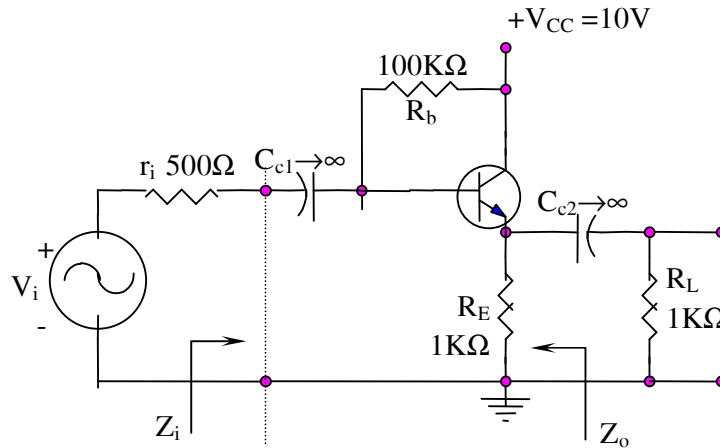
$$\frac{V_L}{i_c} = \frac{i_L R_L}{i_c} \cdot \frac{i_c}{i_c} = - \frac{R_L}{R_L + \frac{1}{h_{ob}}} \cdot h_{fb} = - \frac{10^4 \cdot 10^5}{10^4 + 10^5} \cdot 0,91 = -827$$

$$\frac{i_c}{V_i} = \frac{1}{V_i} \cdot \frac{-V_i}{R_i + h_{ib}} = - \frac{1}{R_i + h_{ib}} = - \frac{1}{50 + 32} = -0,012$$

Thay vào (1) ta được $A_v = (-827) \cdot (-0,012) = 10,085 \approx 10$

III. **Sơ đồ mắc C.C:** Bài 4-23

1) Chế độ DC

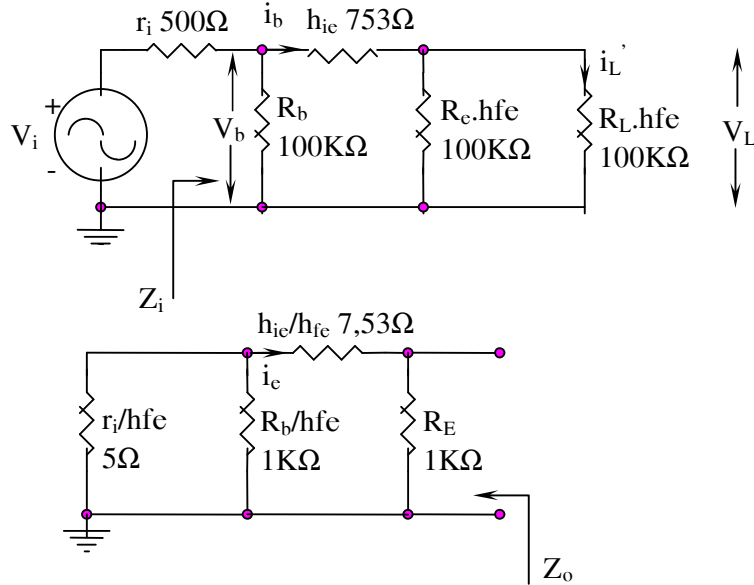


$$V_{CC} = I_{BQ}R_b + V_{BEQ} + R_E I_{EQ}$$

$$\Rightarrow I_{EQ} = \frac{V_{CC} - 0,7}{R_E + \frac{R_b}{\beta}} = \frac{10 - 0,7}{10^3 + \frac{10^5}{100}} = 4,65 \text{mA}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - R_E I_{EQ} = 10 - 4,65 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 5,35 \text{ V}$$

2) Chế độ AC



$$h_{ie} = 1,4h_{fe} \frac{25 \cdot 10^{-3}}{4,65 \cdot 10^{-3}} \approx 753\Omega$$

$$A_v = \frac{V_L}{V_i} = \frac{V_L}{V_b} \frac{V_b}{V_i} \tag{1}$$

$$\frac{V_L}{V_b} = \frac{i_b \cdot h_{fe} (R_E // R_L)}{i_b [h_{ie} + h_{fe} (R_E // R_L)]} \tag{2}$$

$$= \frac{100 \cdot 500}{753 + 50 \cdot 1000} = 0,985$$

$$R'_b = R_b // [h_{ie} + h_{fe} (R_E // R_L)] = 33,3\Omega$$

$$\frac{V_b}{V_i} = \frac{1}{V_i} \cdot R'_b \cdot \frac{V_i}{r_i + R'_b} = \frac{R'_b}{r_i + R'_b} = \frac{33,3K\Omega}{500 + 33,3 \cdot 10^3} = 0,994 \tag{3}$$

Thay (2), (3) vào (1) ta có: $A_v = 0,985 \cdot 0,994 = 0,979 \approx 0,98$

$$Z_o = R_E // \left[h_{ie} + \frac{r_i // R_b}{h_{fe}} \right] \approx 10^3 // [7,53 + 5] \approx 12,37\Omega$$

$$Z_i = R_b // [h_{ie} + h_{fe} (R_E // R_L)] = R'_b = 33,3K\Omega$$

Chương VI: MẠCH TRANSISTOR GHÉP LIÊN TẦNG.

I. Transistor ghép Cascading:

1) E.C – C.E

Bài 6-1: Điểm Q bất kỳ, 2 tầng hoàn toàn độc lập với nhau.

a - Chế độ DC

$$R_{b1} = \frac{R_{11} \cdot R_{21}}{R_{11} + R_{21}} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^3} = 2,1K\Omega > R_b = \frac{1}{10} \cdot h_{fc} \cdot R_E = 500\Omega$$

suy ra, không được bỏ qua I_{BQ1} ;

$$V_{BB1} = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{21}} \cdot V_{CC} = \frac{3 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^3} \cdot 10 = 3V$$

$$I_{EQ1} = \frac{V_{BB1} - 0,7}{R_{E1} + \frac{R_{b1}}{h_{fe1}}} = \frac{3 - 0,7}{100 + \frac{2100}{50}} = 16,2mA$$

$$V_{CEQ1} = V_{CC} - I_{EQ1}(R_{C1} + R_{E1}) = 10 - 16,2 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = 5,14V$$

$$h_{ie1} = 1,4h_{fe1} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ1}} = 1,4 \cdot 50 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{16,2 \cdot 10^{-3}} = 108\Omega$$

$$R_{b2} = \frac{R_{12} \cdot R_{22}}{R_{12} + R_{22}} = \frac{10^3 \cdot 9 \cdot 10^3}{10^3 + 9 \cdot 10^3} = 0,9K\Omega < R_b = \frac{1}{10} \cdot h_{fc} \cdot R_E = 1250\Omega$$

suy ra, được bỏ qua I_{BQ2} ;

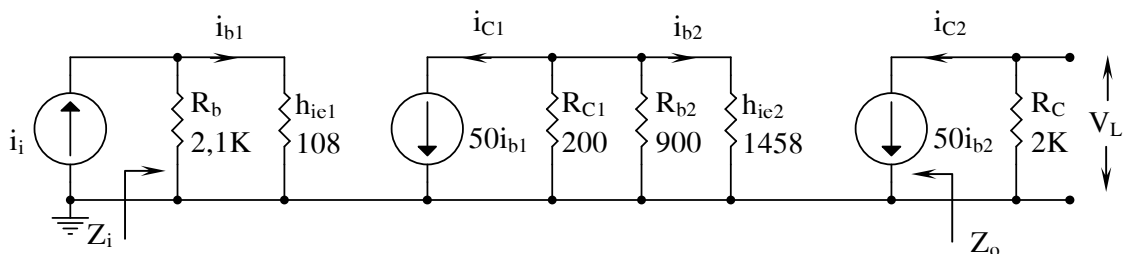
$$V_{BB2} = \frac{R_{12}}{R_{12} + R_{22}} \cdot V_{CC} = \frac{10^3}{10^3 + 9 \cdot 10^3} \cdot 10 = 1V$$

$$I_{EQ2} = \frac{V_{BB2} - 0,7}{R_{E2} + \frac{R_{b2}}{h_2}} = \frac{1 - 0,7}{250 + \frac{900}{50}} \approx \frac{0,3}{250} = 1,2mA$$

$$V_{CEQ2} = V_{CC} - I_{EQ2}(R_{C2} + R_{E2}) = 10 - 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2250 = 7,3V$$

$$h_{ie2} = 1,4h_{fe2} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ2}} = 1,4 \cdot 50 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 10^{-3}} = 1458\Omega$$

b - Chế độ AC



$$A_i = \frac{i_L}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{i_L}{i_{b2}} = \frac{i_L}{i_{C2}} \cdot \frac{i_{C2}}{i_{b2}} = -1 \cdot h_{fe2} = -50 \quad (2)$$

$$\frac{i_{b2}}{i_{b1}} = \frac{i_{b2}}{i_{C1}} \cdot \frac{i_{C1}}{i_{b1}} = \frac{-R_{C1} // R_{b2}}{(R_{C1} // R_{b2}) + h_{ie2}} \cdot h_{fe1} \quad (3)$$

$$\approx \frac{-164}{164 + 1458} \cdot 50 \approx -5,06$$

$$\frac{i_{b1}}{i_i} = \frac{R_b}{R_b + h_{ie1}} = \frac{2100}{2100 + 108} = 0,951 \quad (4)$$

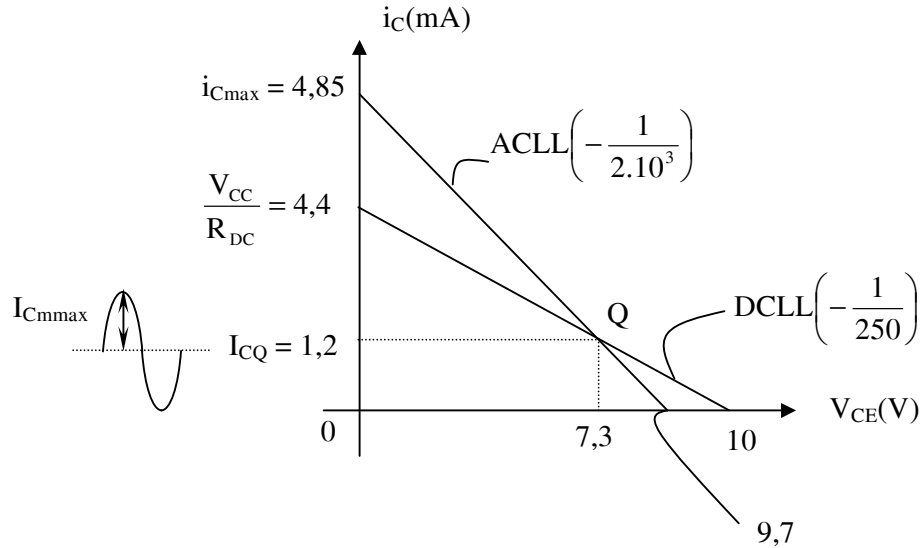
Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có

$$A_i = (-50) \cdot (5,06) \cdot (0,951) \approx 241$$

$$Z_i = R_b // h_{ie1} = 2,1 \cdot 10^3 // 108 \approx 103 \Omega$$

$$Z_o = \infty$$

Để tìm biên độ đỉnh đối xứng cực đại ta vẽ DCLL và ACLL.



$$\text{Từ } i_C - I_{CQ} = -\frac{1}{R_{AC}} (v_{CE} - V_{CEQ})$$

$$v_{CE} = 0 \text{ suy ra, } I_{Cmax} = I_{CQ} + V_{CEQ}/R_{AC}$$

$$= 1,2 \cdot 10^{-3} + 7,3/2 \cdot 10^3 = 4,85 \text{mA}$$

$$i_C = 0 \text{ suy ra, } v_{CEmax} = V_{CEQ} \cdot R_{AC}$$

$$= 7,3 + 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3 = 9,7 \text{V}$$

Từ đặc tuyến DCLL và ACLL ta có $I_{Cmmax} = 1,2 \text{mA}$

Bài 6-2: Điểm Q tối ưu nên phải tính tầng thứ hai trước, tầng 1 sau.

a- Chế độ DC:

$$R_{DC2} = R_{C2} + R_{E2} = 2250 \Omega; R_{AC2} = R_C = 2 \text{K}\Omega.$$

$$I_{CQ2TU} = \frac{V_{CC}}{R_{DC2} + R_{AC2}} = \frac{10}{2250 + 2000} = 2,35 \text{mA}$$

$$V_{CEQ2TU} = I_{CQ2TU} \cdot R_{AC2} = 2,35 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3 = 4,7 \text{V}$$

$$h_{ie2} = 1,4h_{fe2} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ2}} = 1,4 \cdot 50 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{2,35 \cdot 10^{-3}} = 745 \Omega$$

$$R_{DC1} = R_{C1} + R_{E1} = 200 + 100 = 300 \Omega;$$

$$R_{AC1} = R_{C1} // R_{b2} // h_{ie2} = 200 // 900 // 745 \approx 134,4 \Omega$$

$$I_{CQ1TU} = \frac{V_{CC}}{R_{DC1} + R_{AC1}} = \frac{10}{300 + 134,4} = 23 \text{mA}$$

$$h_{ie1} = 1,4h_{fe1} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ1}} = 1,4 \cdot 50 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{23 \cdot 10^{-3}} = 76 \Omega$$

b- **Chế độ AC:** Sơ đồ tương đương tín hiệu nhỏ như trên chỉ có h_{ie1} và h_{ie2} có giá trị khác. Ta áp dụng luôn công thức (1) ở trên:

$$A_i = h_{fe1} \cdot h_{fe2} \cdot \frac{R_{C1} // R_{b2}}{(R_{C1} // R_{b2}) + h_{ie2}} \cdot \frac{R_b}{R_b + h_{ie1}} = 2500 \cdot \frac{164}{164 + 745} \cdot \frac{2100}{2100 + 76} \approx 434$$

2) E.C – C.C:

Bài 6-3 Điểm Q tối ưu

a- **Chế độ DC:**

Tầng 2:

$$R_{DC2} = R_{E2} = 1 \text{K}\Omega; R_{AC2} = R_{E2} // R_L = 500 \Omega.$$

$$I_{CQ2TU} = \frac{V_{CC}}{R_{DC2} + R_{AC2}} = \frac{10}{10^3 + 500} = 6,7 \text{mA}$$

$$V_{CEQ2TU} = I_{CQ2TU} \cdot R_{AC2} = 6,7 \cdot 10^{-3} \cdot 500 = 3,35 \text{V}$$

$$h_{ie2} = 1,4h_{fe2} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ2}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{6,7 \cdot 10^{-3}} = 522 \Omega$$

$$R_{b2} = \frac{1}{10} h_{fe2} \cdot R_{E2} = \frac{1}{10} \cdot 100 \cdot 10^3 = 10^4 \Omega = 10 \text{K}\Omega$$

$$V_{BB} = 0,7 + I_{CQ2TU} \cdot R_E = 0,7 + 6,7 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 7,4 \text{V}$$

$$R_{12} = \frac{R_b}{1 - \frac{V_{BB2}}{V_{CC}}} = \frac{10^4}{1 - \frac{7,4}{10}} = \frac{10^4}{0,26} = 38,46 \text{K}\Omega$$

$$R_{22} = R_b \frac{V_{CC}}{V_{BB2}} = 10^4 \frac{10}{7,4} = 13,5 \text{K}\Omega$$

Tầng 1:

$$R_{DC1} = R_{C1} + R_{E1} = 400 + 100 = 500 \Omega;$$

$$R_{AC1} = R_{C1} // R_{b2} // [h_{ie2} + h_{fe}(R_L // R_E)] \\ = 400 // 10^4 // [261 + 100 \cdot 500] = 400 // 8333 \approx 382 \Omega.$$

$$I_{CQ1TU} = \frac{V_{CC}}{R_{DC1} + R_{AC1}} = \frac{10}{500 + 382} = 11,34 \text{mA}$$

$$V_{CEQ1TU} = I_{CQ1TU} \cdot R_{AC1} = 11,34 \cdot 10^{-3} \cdot 382 = 4,33 \text{V}$$

$$h_{ic1} = 1,4h_{fe1} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ2}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{11,34} = 309\Omega$$

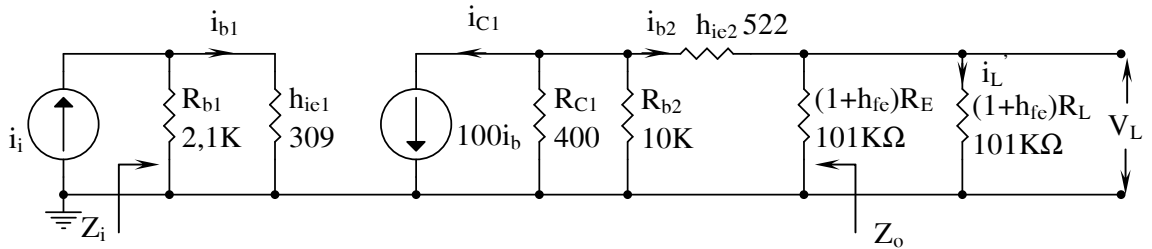
$$R_{b1} = \frac{1}{10} h_{fe1} \cdot R_{E1} = \frac{1}{10} \cdot 100 \cdot 100 = 1K\Omega$$

$$V_{BB1} = 0,7 + I_{CQ1TU} \cdot R_{E1} = 0,7 + 11,34 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 1,834V$$

$$R_{11} = \frac{R_{b1}}{1 - \frac{V_{BB1}}{V_{CC}}} = \frac{10^3}{1 - \frac{1,834}{10}} = \frac{10^3}{0,8166} = 12,25K\Omega$$

$$R_{21} = R_{b1} \frac{V_{CC}}{V_{BB1}} = 10^3 \frac{10}{1,834} = 5,45K\Omega$$

b- Chế độ AC:



$$A_T = \frac{V_L}{i_b2} \cdot \frac{i_b2}{i_b1} \cdot \frac{i_b1}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{V_L}{i_b2} = (1 + h_{fe}) (R_E // R_L) = 50,5 \cdot 10^3 \tag{2}$$

$$\frac{i_b2}{i_b1} = \frac{i_b2}{i_c1} \cdot \frac{i_c1}{i_b1} = \frac{-R_{c1} // R_{b2}}{(R_{c1} // R_{b2}) + h_{ic2} + (1 + h_{fe}) R_E // R_L} \cdot h_{fe1}$$

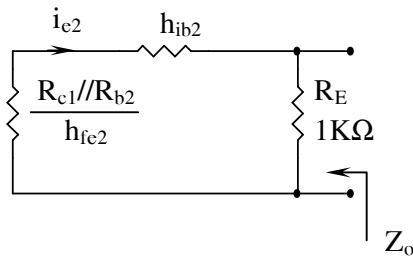
$$= \frac{-385}{385 + 522 + 50500} \cdot 100 = \frac{-385 \cdot 10^2}{51407} \approx -0,75 \tag{3}$$

$$\frac{i_b1}{i_i} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + h_{ic1}} = \frac{10^3}{10 + 309} = 0,764 \tag{4}$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có

$$A_T = (50,5 \cdot 10^3) \cdot (-0,75) \cdot (0,764) \approx -29000$$

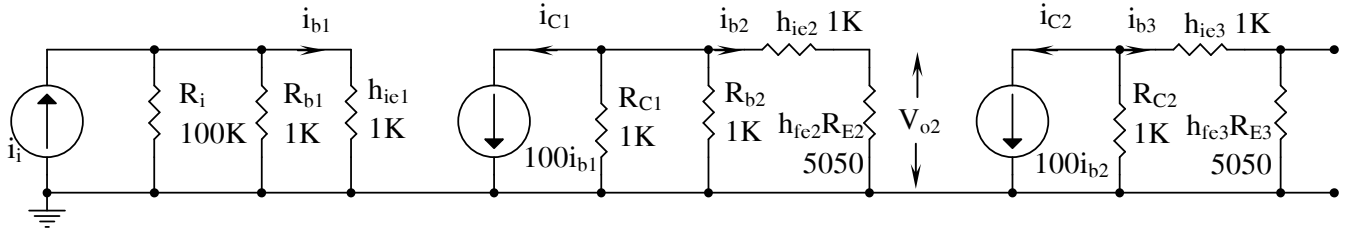
$$A_T = -29000V/A = -29V/mA.$$



$$Z_i = R_b // h_{ic1} = 10^3 // 309 = 236\Omega$$

$$Z_o = R_E // \left[h_{ib2} + \frac{R_{c1} // R_{b2}}{h_{fe2}} \right] = 10^3 // [5,22 + 3,85] = 10^3 // 9,07 \approx 9\Omega$$

3) Dạng bài hỗn hợp E.C – C.C: Bài 6-4



Tìm R để $\frac{V_{o1}}{i_i} = -\frac{V_{o2}}{i_i}$ (1)

$$\frac{V_{o1}}{i_i} = \frac{V_{o1}}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \tag{2}$$

$$\frac{V_{o2}}{i_i} = (1 + h_{fe2})R_{E2} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \tag{3}$$

suy ra $\frac{V_{o1}}{i_{b2}} = -(1 + h_{fe2}) \cdot R_{E2}$ (4)

$$\frac{V_{o1}}{i_{b2}} = \frac{V_{o1}}{i_{b3}} \cdot \frac{i_{b3}}{i_{c2}} \cdot \frac{i_{c2}}{i_{b2}} \tag{5}$$

Từ (5) suy ra

$$\frac{V_{o1}}{i_{b2}} = (1 + h_{fe3})R_{E3} \cdot \frac{R_{C2}}{R_{C2} + R + h_{ie3} + (1 + h_{fe3})R_{E3}} \cdot h_{fe2} = -(1 + h_{fe2})R_{E2}$$

$$-5050 \cdot \frac{10^3}{10^3 + R + 10^3 + 5050} \cdot 100 = -5050 \tag{6}$$

$$10^5 = 7050 + R$$

$$R = 100K\Omega - 7,05K\Omega \approx 93K\Omega$$

Tìm $\frac{V_{o1}}{i_i}$

Từ (2) ta có:

$$\frac{V_{o1}}{i_{b2}} = \frac{V_{o1}}{i_{b3}} \cdot \frac{i_{b3}}{i_{c2}} \cdot \frac{i_{c2}}{i_{b2}} = -\frac{(1 + h_{fe3})R_{E3} \cdot R_{C2} \cdot h_{fe2}}{R_{C2} + R + h_{ie3} + (1 + h_{fe3})R_{E3}}$$

$$= -\frac{5050 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{10^3 + 93 \cdot 10^3 + 10^3 + 5050} \approx -5050 \tag{7}$$

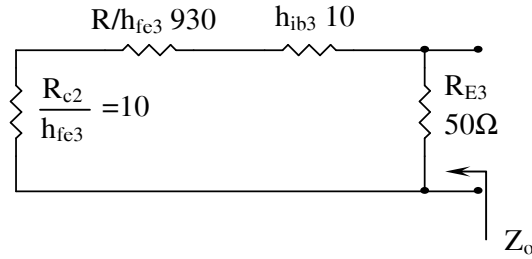
$$\frac{i_{b2}}{i_{b1}} = \frac{i_{b2}}{i_{c1}} \cdot \frac{i_{c1}}{i_{b1}} = -\frac{(R_{C1} // R_{b2})}{(R_{C1} // R_{b2}) + h_{ie2} + (1 + h_{fe2})R_{E2}} \cdot h_{fe1}$$

$$= -\frac{500 \cdot 100}{500 + 1000 + 5050} = -\frac{5 \cdot 10^4}{6550} = -7,63 \tag{8}$$

$$\frac{i_{b1}}{i_i} = \frac{(R_i // R_{b1})}{(R_i // R_{b1}) + h_{ie1}} = \frac{10^3}{10^3 + 10^3} = 0,5 \tag{9}$$

Thay (7), (8), (9) vào (2) ta được:

$$\frac{V_{o1}}{i_i} = (-5050) \cdot (-7,63) \cdot 0,5 \approx 19,27 \frac{V}{mA}$$

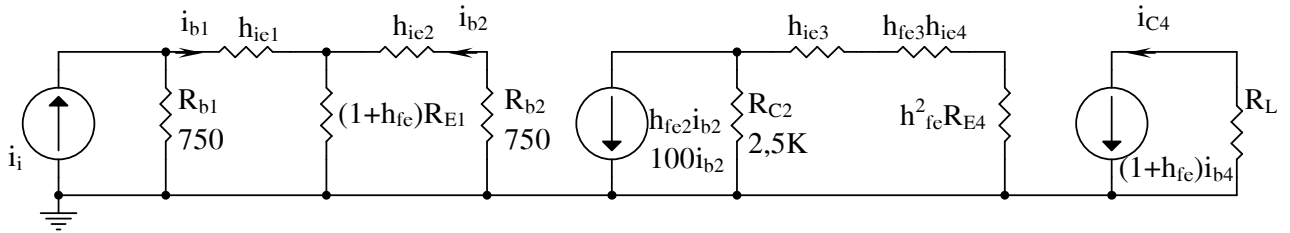
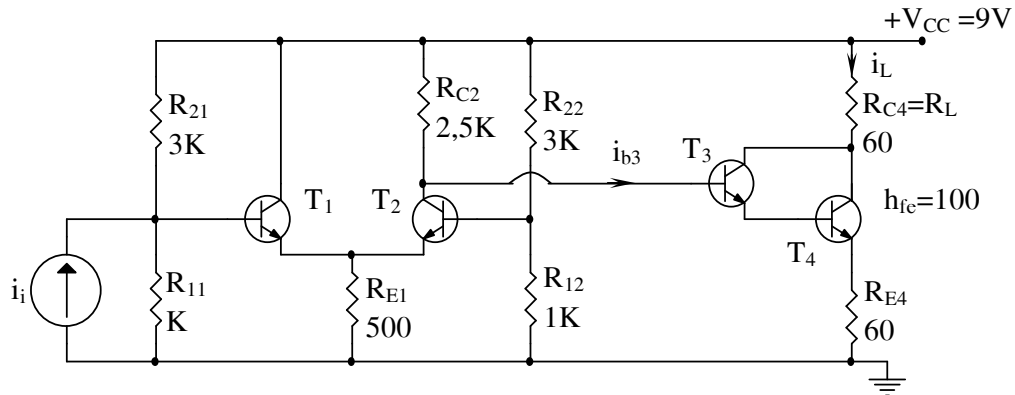


$$Z_i = R_i // R_{b1} // h_{ic1} \approx 500 \Omega$$

$$Z_o = R_{E3} // \left[h_{ib3} + \frac{R}{h_{fe3}} + \frac{R_{C2}}{h_{fe3}} \right] = 50 // [10 + 930 + 10] \approx 47,5 \Omega$$

II. Transistor mắc vi sai và Darlington

1) Bài 6-23: E.C – E.C.



a- Chế độ DC

$$V_{BB1} = V_{BB2} = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{21}} \cdot V_{CC} = \frac{10^3}{10^3 + 3 \cdot 10^3} \cdot 9 = 2,25V$$

$$I_{EQ1} = I_{EQ2} = \frac{V_{BB1} - 0,7}{2R_E + \frac{R_b}{h_{fe}}} = \frac{2,25 - 0,7}{10^3 + 7,42} = 1,55mA$$

$$I_E = 2I_{E1} = 3,1mA$$

$$V_{CEQ1} = V_{CC} - 2R_E \cdot I_{CQ1} = 9 - 2 \cdot 500 \cdot 1,55 \cdot 10^{-3} = 7,45V$$

$$V_{CEQ2} = V_{CC} - 2R_E \cdot I_{CQ1} - R_{C2} \cdot I_{CQ2} = 9 - 10^3 \cdot 1,55 \cdot 10^{-3} - 2,5 \cdot 10^3 \cdot 1,55 \cdot 10^{-3} = 3,575V$$

$$V_{R_{E4}} = V_{CC} - R_{C2} \cdot I_{CQ2} - V_{BE3} - V_{BE4} = 9 - 3,875 - 1,4 = 3,725V$$

$$I_{CQ4} = I_{EQ4} = \frac{V_{R_{E4}}}{R_{E4}} = \frac{3,725}{60} \approx 62mA$$

$$I_{CQ3} = I_{EQ3} = I_{BQ4} \approx \frac{I_{CQ4}}{h_{fe}} = \frac{62 \cdot 10^{-3}}{10^2} \approx 0,62mA$$

$$V_{CEQ4} = V_{CC} - I_{CQ4}(R_{C4} + R_{E4}) = 9 - 62 \cdot 10^{-3} \cdot 120 = 9 - 7,44 = 1,56V$$

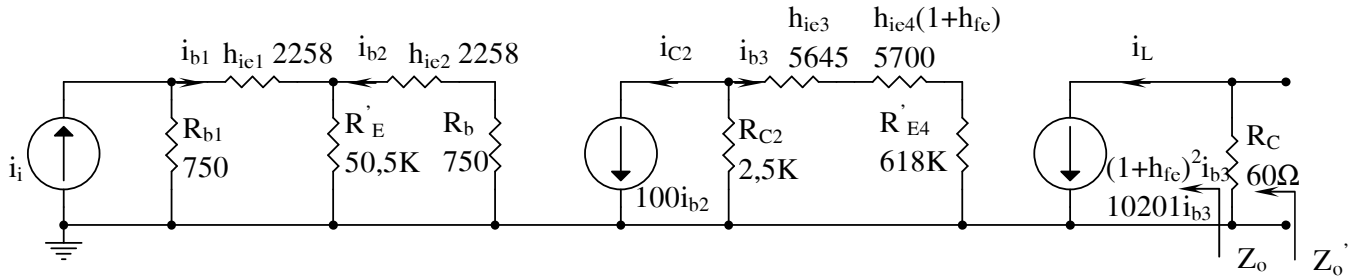
$$V_{CEQ3} = V_{CEQ4} - V_{BE4} = 1,56 - 0,7 = 0,86V$$

$$h_{ic1} = 1,4h_{fe1} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ1}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,55 \cdot 10^{-3}} = 2258\Omega$$

$$h_{ic3} = 1,4h_{fe3} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ1}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{0,62 \cdot 10^{-3}} = 5645\Omega$$

$$h_{ic4} = 1,4h_{fe4} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ1}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{62 \cdot 10^{-3}} = 56,45\Omega$$

b- Chế độ AC



$$R'_E = R_{E1}(1 + h_{fe}) = 500 \cdot 101 = 50500$$

$$R'_{E4} = [h_{ic4} + (1 + h_{fe4})R_{E4}](1 + h_{fe3}) = [56,45 + 6060] \cdot 101 = 617,76K\Omega$$

$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{i_L}{i_{b3}} \cdot \frac{i_{b3}}{i_{c2}} \cdot \frac{i_{c2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{i_L}{i_{b3}} = (1 + h_{fe3})(1 + h_{fe4}) = 101 \cdot 101 = 10201 \tag{2}$$

$$\frac{i_{b3}}{i_{c2}} = \frac{-R_{C2}}{R_{C2} + h_{ic3} + (1 + h_{fe})h_{ic4} + R'_{E4}} = \frac{-2,5 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 10^3 + 5645 + 5700 + 617,76 \cdot 10^3} \tag{3}$$

$$= \frac{-2,5}{631,605} \approx -4,10^3$$

$$\frac{i_{c2}}{i_{b1}} = \frac{i_{c2}}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} = h_{fe2} \cdot (-1) = -100 \tag{4}$$

(Vì R'_E rất lớn nên coi $i_{b2} \approx i_{b1}$)

$$\frac{i_{b1}}{i_i} = \frac{R_b}{R_b + h_{ic1} + R'_E} = \frac{750}{750 + 2258 + 2832} = 128,4 \cdot 10^{-3} \tag{5}$$

$$\text{với } R'_E = R_E // [h_{ic2} + R_b] = 5050 // 3008 \approx 2832\Omega$$

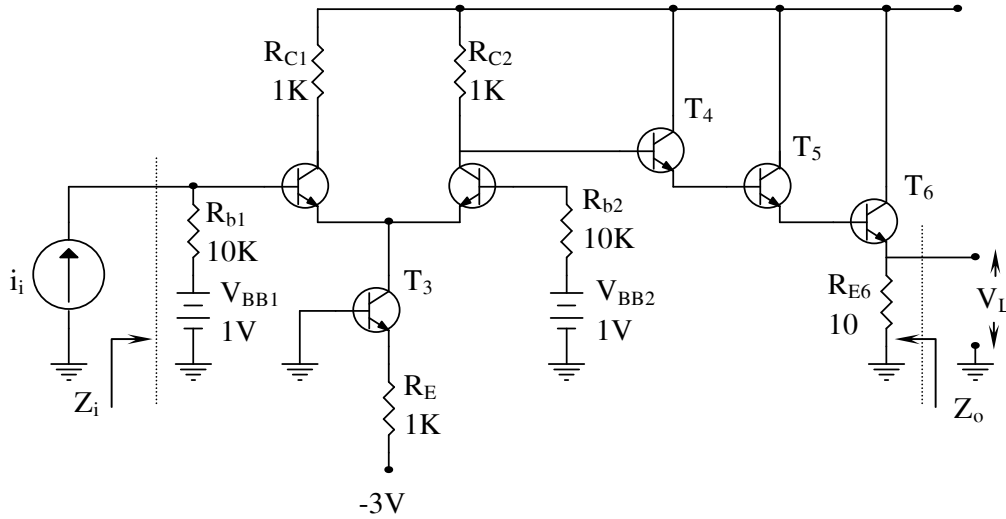
Thay (2), (3), (4), (5) vào (1) ta có:

$$A_i = 10201 \cdot (-4 \cdot 10^{-3}) \cdot (-100) \cdot 128,4 \cdot 10^{-3} = 522,3 \text{ (lần)}$$

$$Z_i = R_{b1} // (h_{ic1} + R'_E) \approx 750 // (2258 + 2832) = 654\Omega$$

$$Z_o = \infty \Rightarrow Z'_o = Z_o // R_C = R_C = 60\Omega$$

2) Bài 6-24: E.C – C.C



a- Chế độ DC

Áp dụng định luật K.II $\sum V_{kín} = 0$ cho vòng 2 ta có:

$$V_{BE3} + I_{EQ3}R_{E3} - V_{EE} = 0 \tag{1}$$

$$I_{EQ3} = \frac{V_{EE} - V_{BE3}}{R_{E3}} = \frac{3 - 0,7}{10^3} = 2,3\text{mA}$$

$$I_{EQ1} = I_{EQ2} = \frac{I_{EQ3}}{2} = 1,15\text{mA}$$

$$V_{CE1} = V_{CE2} = V_{CC} - R_{C1}I_{CQ1} - V_{E1} \tag{2}$$

Mặt khác áp dụng định luật K.II $\sum V_{kín} = 0$ cho vòng 1 ta có:

$$-V_{BB1} + R_b I_{BQ1} + V_{BE1} + V_{E1} = 0 \tag{3}$$

$$\Rightarrow V_E = V_{BB1} - R_b I_{BQ1} - V_{BE1} = 1 - 10^4 \cdot 1,15 \cdot 10^{-5} - 0,7 = 0,185\text{V}$$

Thay vào (2) ta được:

$$V_{CE1} = V_{CE2} = 6 - 10^3 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} - 0,185 = 4,665\text{V} \approx 4,67\text{V}$$

Ta có $V_{E1} = V_{CE3} + R_{E3} \cdot I_{EQ3} - V_{EE}$ (4)

$$\begin{aligned} \text{Suy ra } V_{CE3} &= V_{EE} + V_{E1} - R_{E3} I_{EQ3} \\ &= 3 + 0,185 - 10^3 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3} = 0,885\text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{RE6} &= V_{CC} - R_{C2} I_{CQ2} - V_{BE4} - V_{BE5} - V_{BE6} \\ &= 6 - 10^3 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} - 2,1 = 2,75\text{V} \end{aligned}$$

$$I_{EQ6} = \frac{V_{RE6}}{R_{E6}} = \frac{2,75}{10} = 275\text{mA}$$

$$V_{CE6} = V_{CC} - V_{RE6} = 6 - 2,75 = 3,25\text{V}$$

$$V_{CE5} = V_{CE6} - V_{BE6} = 3,25 - 0,7 = 2,55\text{V}$$

$$V_{CE4} = V_{CE5} - V_{BE5} = 2,55 - 0,7 = 1,85V$$

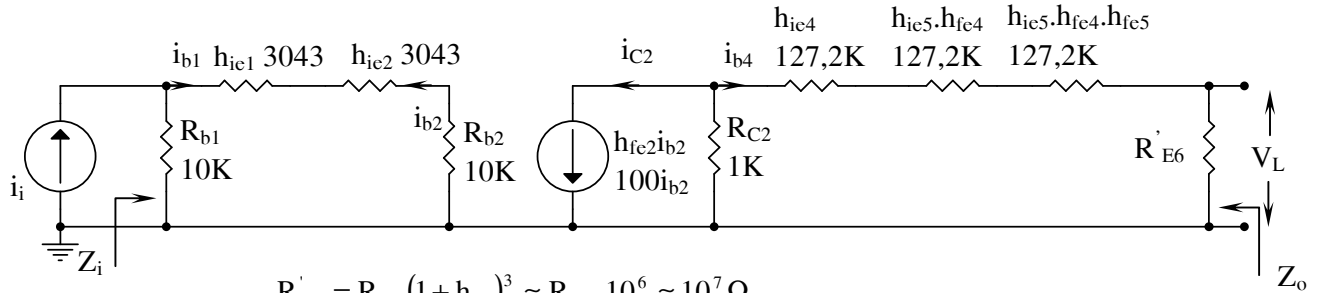
$$h_{ic1} = 1,4h_{fe1} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,15 \cdot 10^{-3}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,15 \cdot 10^{-3}} = 3043\Omega$$

$$I_{EQ5} = \frac{I_{EQ6}}{h_{fe6}} = 2,75mA ; I_{EQ4} = \frac{I_{EQ5}}{h_{fe5}} = 2,75 \cdot 10^{-5} A$$

$$h_{ic6} = 1,4h_{fe6} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{EQ6}} = 1,4 \cdot 100 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{275 \cdot 10^{-3}} = 12,72\Omega$$

$$h_{ic5} = 1272\Omega; h_{ic4} = 127 \cdot 200\Omega$$

b- Chế độ AC



$$R'_{E6} = R_{E6} (1 + h_{fe})^3 \approx R_{E6} \cdot 10^6 \approx 10^7 \Omega$$

$$A_T = \frac{V_L}{i_i} = \frac{V_L}{i_{b4}} \cdot \frac{i_{b4}}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{V_L}{i_{b4}} = R'_{E6} \approx 10^7 \Omega \tag{2}$$

$$\frac{i_{b4}}{i_{b2}} = \frac{i_{b4}}{i_{C2}} \cdot \frac{i_{C2}}{i_{b2}} = - \frac{R_{C2} \cdot h_{fe2}}{R_{C2} + 3h_{ic4} + R'_{E6}}$$

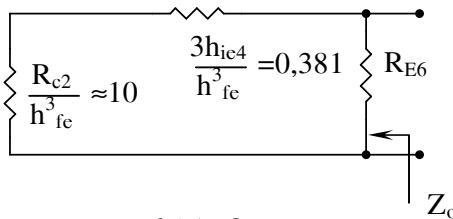
$$= - \frac{10^3 \cdot 10^2}{10^3 + 381,6 \cdot 10^3 + 10^7} = - \frac{10^2}{1 + 381,6 + 10^4} = -96,3 \cdot 10^{-4} \tag{3}$$

$$\frac{i_{b2}}{i_i} = - \frac{i_{b1}}{i_i} = - \frac{R_{b1}}{R_{b1} + 2h_{ic1} + R_{b2}}$$

$$= - \frac{10^4}{10^4 + 6,086 \cdot 10^3 - 10^4} = -0,485 \tag{4}$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có

$$A_T = 10^7 \cdot (-96,3) \cdot 10^{-4} \cdot (-0,485) = 46728V/A = 46,7V/mA$$



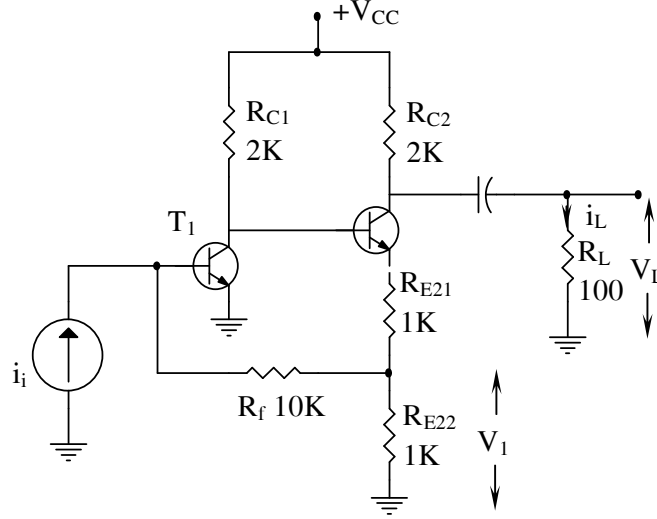
$$Z_i = R_{b1} // [2h_{ic1} + R_{b2}] \approx 6,15K\Omega$$

$$Z_o = R_{E6} // \left[\frac{R_{C2}}{h_{fe}^3} + \frac{3h_{ic4}}{h_{fe}^3} \right] = 10 // (0,382) \approx 0,37\Omega$$

Chương VII: MẠCH KHUẾCH ĐẠI HỒI TIẾP.

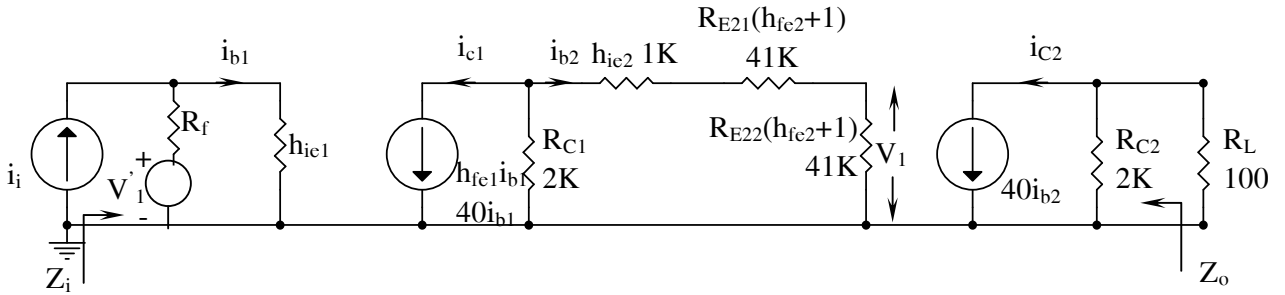
I. Hồi tiếp áp, sai lệch dòng.

1) Bài 7-4



$$GT \begin{cases} h_{ic} = 1K\Omega \\ h_{fc} = 40 \end{cases}; KL \begin{cases} T = ? \\ A_i = \frac{i_L}{i_i} = ? \end{cases}$$

Đây là dạng hồi tiếp áp, sai lệch dòng.



a- Tính độ lợi dòng T: cho $i_i = 0$

$$T = \frac{V_1}{V_1'} \Big|_{i_i = 0} = \frac{V_1}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{V_1'} \tag{1}$$

$$\frac{V_1}{i_{b2}} = R_{E22}(1 + h_{fe2}) = 41 \cdot 10^3 \tag{2}$$

$$\frac{i_{b2}}{i_{b1}} = \frac{i_{b2}}{i_{C1}} \cdot \frac{i_{C1}}{i_{b1}} = - \frac{R_{C1} \cdot h_{fe1}}{R_{C1} + h_{ie2} + R_{E21}(1 + h_{fe2}) + R_{E22}(1 + h_{fe2})} \tag{3}$$

$$= - \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 40}{2 \cdot 10^3 + 10^3 + 41 \cdot 10^3 + 41 \cdot 10^3} = - \frac{80}{85} = -0,941$$

$$\frac{i_{b1}}{V_1'} = \frac{1}{V_1'} \cdot \frac{V_1'}{R_f + h_{ie1}} = \frac{1}{R_f + h_{ie1}} = \frac{1}{10^4 + 10^3} = 91 \cdot 10^{-6} \tag{4}$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có:
 $T = 41.10^3 \cdot (-0,941) \cdot 91.10^{-6} = -3,51$

b- Tính $A_i = \frac{i_L}{i_i}$ cho $V'_1 = 0$

$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{i_L}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \tag{1}$$

$$\frac{i_L}{i_{b2}} = \frac{i_L}{i_{C2}} \cdot \frac{i_{C2}}{i_{b2}} = -\frac{R_{C2}}{R_{C2} + R_L} \cdot h_{fe2} = -\frac{2.10^3}{2.10^3 + 10} \cdot 40 = -39,6 \tag{2}$$

$$\frac{i_{b2}}{i_{b1}} = -0,941 \quad (\text{như (3) ở phần trên}) \tag{3}$$

$$\frac{i_{b1}}{i_i} = \frac{R_f}{R_f + h_{ie1}} = \frac{10^4}{10^4 + 10^3} = 91.10^{-2} \tag{4}$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có:
 $A_i = (-39,6) \cdot (-0,941) \cdot 91.10^{-2} = 33,9 \approx 34$

c- Tính A_{if}, Z_{if}, Z_{of} .

$$A_{if} = \frac{A_i}{1-T} = \frac{34}{1+3,51} = 7,54$$

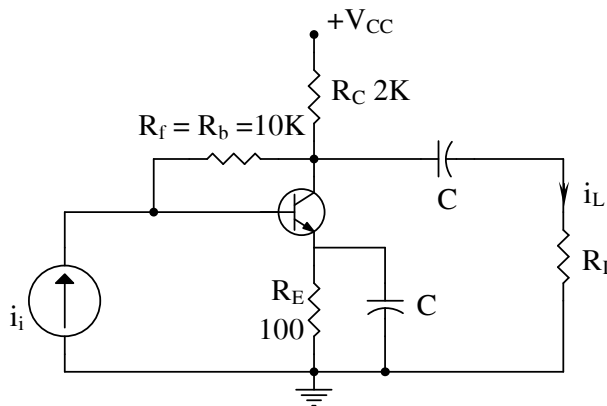
$$Z_i = R_f / h_{ie1} = 10^4 / 10^3 \approx 910\Omega$$

$$Z_{if} = \frac{Z_i}{1-T} = \frac{910}{1+3,51} = 202\Omega$$

$$Z_o = R_{C2} = 2K\Omega$$

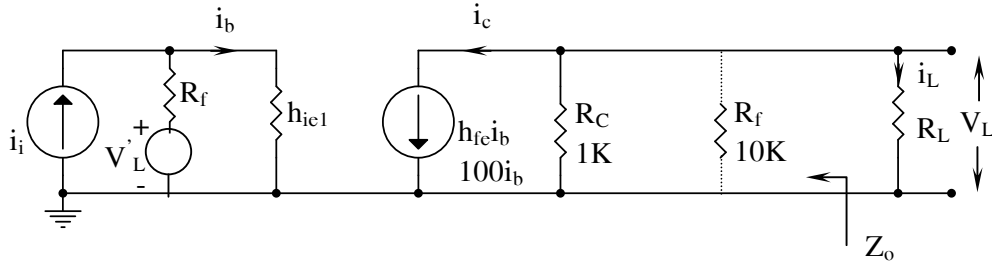
$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1-T} = \frac{2.10^3}{1+3,51} = 443\Omega$$

2) **Bài 7-11**



$$GT \left\{ \begin{array}{l} h_{fe} = 100 \\ h_{ib} = 10\Omega; \quad KL \\ C \rightarrow \infty \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} A_i = \frac{i_L}{i_i} = ? \\ Z_i; Z_o \\ T = ? \end{array} \right.$$

$$h_{ic} = h_{ib} \cdot h_{fc} = 10 \cdot 100 = 1K\Omega$$



a- Độ lợi vòng T: cho $i_i = 0$

$$T = \frac{V_L}{V_L'} \Big|_{i_i = 0} = \frac{V_L}{i_b} \cdot \frac{i_b}{V_L'} \quad (1)$$

$$\frac{V_L}{i_b} = \frac{V_L}{i_c} \cdot \frac{i_c}{i_b} = -R_L \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot h_{fc} = -\frac{10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{10^3 + 10^3} = -5 \cdot 10^4 \quad (2)$$

$$\frac{i_b}{V_L'} = \frac{1}{V_L'} \cdot \frac{V_L'}{R_f + h_{ic}} = \frac{1}{R_f + h_{ic}} = \frac{1}{10^4 + 10^3} = 91 \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

Thay (2), (3) vào (1) ta có:

$$T = (-5 \cdot 10^4) \cdot 91 \cdot 10^{-6} = -4,55$$

b- Tính A_i, Z_i, Z_o .

$$A_i = \frac{i_L}{i_i} \Big|_{V_L' = 0} = \frac{i_L}{i_b} \cdot \frac{i_b}{i_i} \quad (1)$$

$$\frac{i_L}{i_b} = \frac{i_L}{i_c} \cdot \frac{i_c}{i_b} = -\frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot h_{fc} = -\frac{10^3}{10^3 + 10} \cdot 100 = -50 \quad (2)$$

$$\frac{i_b}{i_i} = \frac{R_f}{R_f + h_{ic}} = \frac{10^4}{10^4 + 10^3} = 91 \cdot 10^{-2} \quad (3)$$

Thay (2), (3) vào (1) ta có:

$$A_i = (-50) \cdot 91 \cdot 10^{-2} = -45,45$$

$$Z_i = R_f // h_{ic} = 10^4 // 10^3 = 910\Omega$$

$$Z_o = R_C = 10^3\Omega = 1K\Omega$$

c- Tính A_{if}, Z_{if}, Z_{of} .

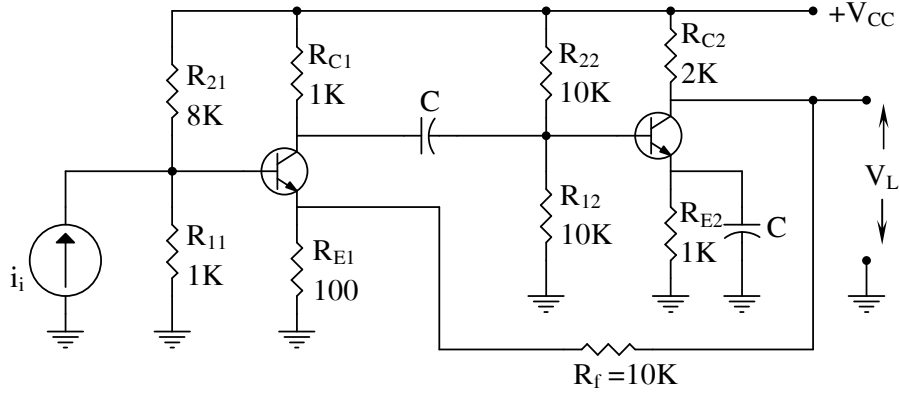
$$A_{if} = \frac{A_i}{1 - T} = -\frac{50}{1 + 4,55} = -8,2$$

$$Z_{if} = \frac{Z_i}{1 - T} = \frac{910}{1 + 4,55} = 164\Omega$$

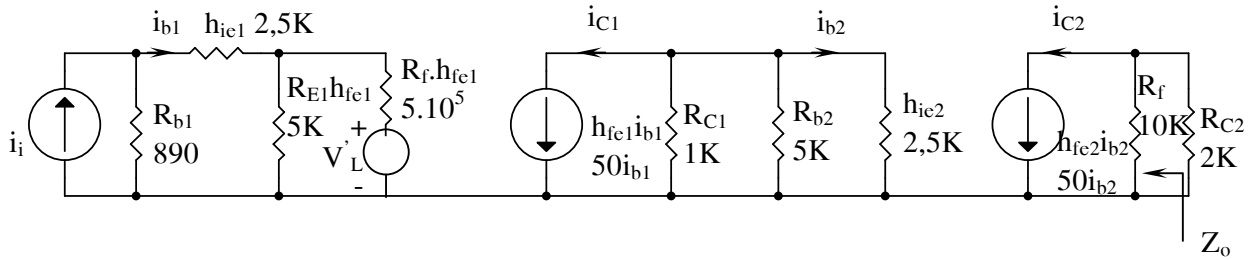
$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 - T} = \frac{10^4}{1 + 4,55} = 180\Omega$$

II. Hồi tiếp áp, sai lệch áp:

1) Bài 7-10



$$GT \left\{ \begin{array}{l} h_{fe} = 50 \\ h_{ib} = 50\Omega; \text{ KL} \\ C \rightarrow \infty \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} A_i = \frac{i_L}{i_i} = ? \\ Z_i; Z_o \\ T = ? \end{array} \right.$$



a- Tính độ lợi vòng T (cho $i_i = 0$)

$$T = \frac{V_L}{V_L'} \Big|_{i_i = 0} = \frac{V_L}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{V_L'} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{V_L}{i_{b2}} &= \frac{V_L}{i_{C2}} \cdot \frac{i_{C2}}{i_{b2}} = -\frac{R_f \cdot R_{C2}}{R_f + R_{C2}} \cdot h_{fe2} \\ &= -\frac{10^4 \cdot 2 \cdot 10^3}{10^4 + 2 \cdot 10^3} \cdot 50 = -1,67 \cdot 10^3 \cdot 50 = -83,5 \cdot 10^3 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{i_{b2}}{i_{b1}} &= \frac{i_{b2}}{i_{C1}} \cdot \frac{i_{C1}}{i_{b1}} = -\frac{R_{C1} // R_{b2}}{(R_{C1} // R_{b2}) + h_{ie2}} h_{fe1} \\ &= -\frac{0,83 \cdot 10^3 \cdot 50}{0,83 \cdot 10^3 + 2,5 \cdot 10^3} = -12,46 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{i_{b1}}{V_L'} &= \frac{-R_{E1} \cdot h_{fe1}}{R_{b1} + h_{ie1} + h_{fe1} \cdot R_{E1}} \cdot \frac{1}{R_f \cdot h_{fe1} + R'} \\ &= \frac{-5 \cdot 10^3}{890 + 2,5 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^3} = -1,2 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (4)$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có:
 $T = (-83,5 \cdot 10^3) \cdot (-12,46) \cdot (1,2 \cdot 10^{-6}) = -1,25$

b- Tính A_T, Z_i, Z_o .

$$A_T = \frac{V_L}{i_i} = \frac{V_L}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \quad (1)$$

$$\frac{i_L}{i_{b2}} \text{ và } \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \text{ tính như trên theo công thức} \quad (2), (3)$$

$$\frac{i_{b1}}{i_i} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + h_{ic1} + (R_{E1} + R_f)h_{fc1}} = \frac{890}{890 + 2,5 \cdot 10^3 + 4,95 \cdot 10^3} = 0,107 \quad (4)$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có:

$$A_i = (-83,5 \cdot 10^3) \cdot (-12,46) \cdot (0,107) = 111 \cdot 10^3 \text{ V/A} = 111 \text{ V/mA}$$

$$Z_i = R_{b1} // [h_{ic1} + (R_{E1} // R_f)(1 + h_{fc})] = 890 // [2500 + 4950] = 795 \Omega$$

$$Z_o = R_f = 10 \text{ K}\Omega$$

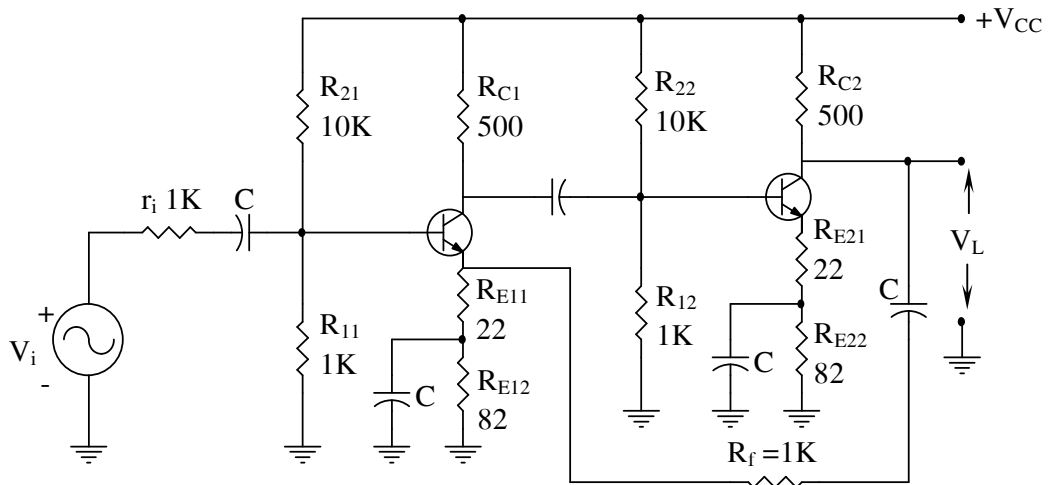
c- Tính A_{Vf}, Z_{of}, Z_{if} .

$$A_{Tf} = \frac{A_T}{1 - T} = \frac{111 \cdot 10^3}{1 + 1,25} = 49 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{A}} = 49 \frac{\text{V}}{\text{mA}}$$

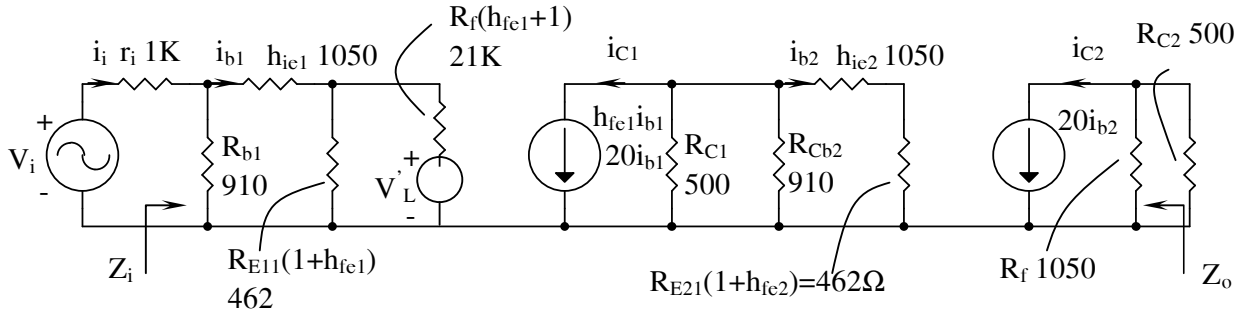
$$Z_{if} = Z_i(1 - T) = 795(1 + 1,25) = 1788 \Omega$$

$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 - T} = \frac{10^4}{1 + 1,25} = 4444 \Omega$$

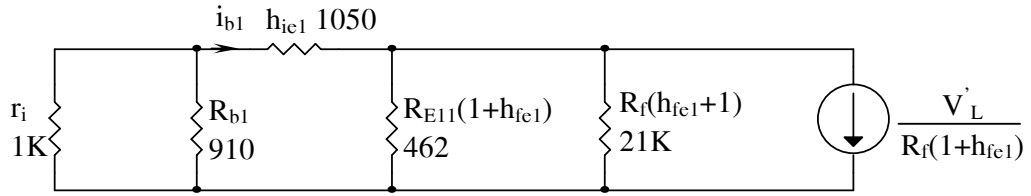
2) **Bài 7-12**



$$GT \left\{ \begin{array}{l} h_{fc} = 20 \\ h_{ib} = 50 \Omega \\ C \rightarrow \infty \end{array} \right. ; KL \left\{ \begin{array}{l} A_v = ? \\ Z_i; Z_o \\ T = ? \end{array} \right.$$



a- Tính độ lợi vòng T (cho $V_i = 0$)



$$T = \frac{V_L}{V_L} \Big|_{i_i = 0} = \frac{V_L}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{V_L} \quad (1)$$

$$\frac{V_L}{i_{b2}} = \frac{V_L}{i_{C2}} \cdot \frac{i_{C2}}{i_{b2}} = -\frac{R_f \cdot R_{C2}}{R_f + R_{C2}} \cdot h_{fe2} = -(10^3 // 500) \cdot 20 = -6667 \quad (2)$$

$$\frac{i_{b2}}{i_{b1}} = \frac{i_{b2}}{i_{C1}} \cdot \frac{i_{C1}}{i_{b1}} = -\frac{R_{C1} // R_{b2}}{(R_{C1} // R_{b2}) + h_{ic2} + R_{E21}(1+h_{fe2})} h_{fe1} \quad (3)$$

$$= -\frac{323 \cdot 20}{323 + 1050 + 462} = -\frac{6460}{1835} = -3,52$$

$$\frac{i_{b1}}{V_L} = -\frac{1}{V_L} \cdot \frac{V_L}{R_f(1+h_{fe1})} \cdot \frac{(R_{E11} // R_f)(1+h_{fe1})}{(R_{E11} // R_f)(1+h_{fe1}) + h_{ic1} + (r_i // R_{b1})} \quad (4)$$

$$= -\frac{1}{21 \cdot 10^3} \cdot \frac{452}{452 + 1050 + 476,4} = -\frac{452 \cdot 10^{-3}}{41546,4} = -10,88 \cdot 10^{-6}$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có:

$$T = (-6667) \cdot (-3,52) \cdot (-10,88 \cdot 10^{-6}) = -0,255$$

b- Tính A_V, Z_i, Z_o .

$$A_V = \frac{V_L}{V_i} = \frac{V_L}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{V_i} \quad (1)$$

$$\frac{V_L}{i_{b2}} \text{ và } \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \text{ tính như trên theo công thức} \quad (2), (3)$$

$$\frac{i_{b1}}{V_i} = \frac{1}{V_i} \cdot \frac{V_i}{r_i} \cdot \frac{r_i // R_{b1}}{(r_i // R_{b1}) + h_{ic1} + (R_{E11} // R_f)(1+h_{fe1})} \quad (4)$$

$$= \frac{1}{10^3} \cdot \frac{476,4}{476,4 + 1050 + 452} = \frac{476,4 \cdot 10^{-3}}{1978,4} = 24 \cdot 10^{-5}$$

Thay (2), (3), (4) vào (1) ta có:

$$A_v = (-6667)(-3,52) \cdot 24 \cdot 10^{-5} = 5,63$$

$$Z_i = R_b // [h_{ie1} + (R_{E11} // R_f)(1 + h_{fe1})] = 10^3 // 1502 \approx 600 \Omega$$

$$Z_o = R_f = 1000 \Omega$$

c- Tính A_{vf} , Z_{if} , Z_{of} .

$$A_{vf} = \frac{A_v}{1 - T} = \frac{5,63}{1 + 0,255} = 4,486$$

$$Z_{if} = Z_i (1 - T) = 600(1 + 0,255) = 753 \Omega$$

$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 - T} = \frac{1000}{1 + 0,255} = 797 \Omega$$