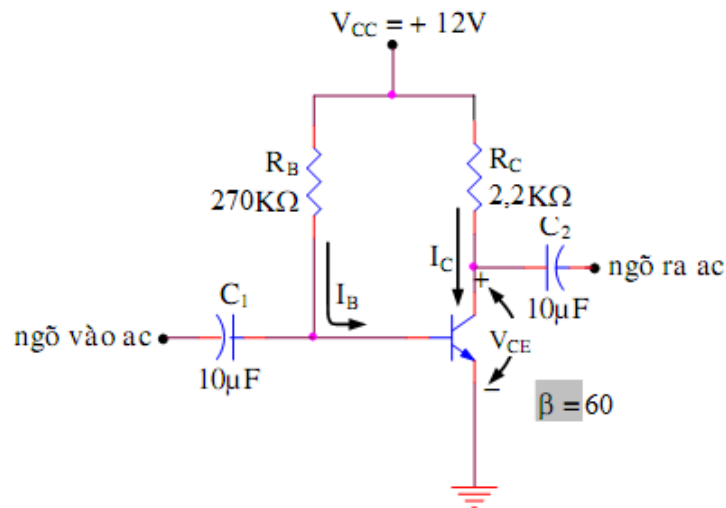


## Bài 8: Hướng dẫn giải bài tập

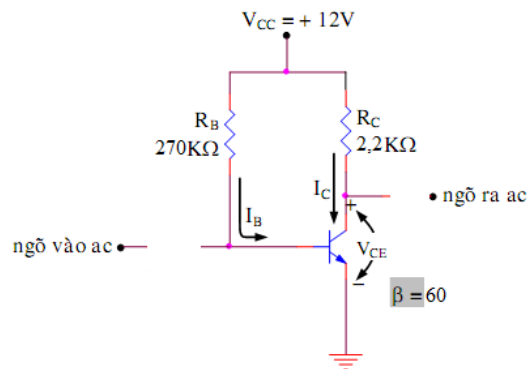
Câu 1: Cho mạch như hình sau:

- Xác định các giá trị phân cực:  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$
- Vẽ mạch tương đương xoay chiều với tín hiệu nhỏ
- Tính tổng trở vào  $Z_i$ , tổng trở ra  $Z_o$ , độ lợi điện áp  $A_v$ , độ lợi điện áp  $A_i$



**Hướng dẫn:**

- Khi phân giải mạch chúng ta xem như tụ  $C_1$  và  $C_2$  nối tắt.



Ta có:

$$r_e = \frac{26\text{mV}}{I_{CQ}}$$

Áp dụng định luật Kirchhoff 2 ta có:

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

Suy ra dòng điện  $I_B$ :

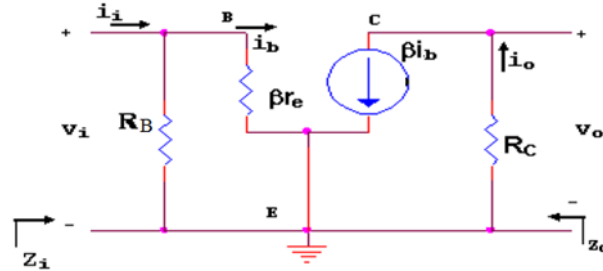
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12 - 0,7}{270} = 0,04185 \text{mA} = 41,85 \mu\text{A}$$

Đây cũng chính là dòng điện  $I_{BQ}$ , từ đó suy ra dòng điện  $I_{CQ}$  như sau:

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 60 \times 41,85 \mu\text{A} = 2511 \mu\text{A} = 2,511 \text{mA}$$

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

- b) Mạch tương đương xoay chiều tín hiệu nhỏ. Khi phân giải mạch chúng ta xem như tụ C1 và C2 nối tắt.



c)

- Độ lợi điện áp:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_C}{r_e}$$

- Tổng trở vào:

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

- Tổng trở ra:

$$Z_o = R_C$$

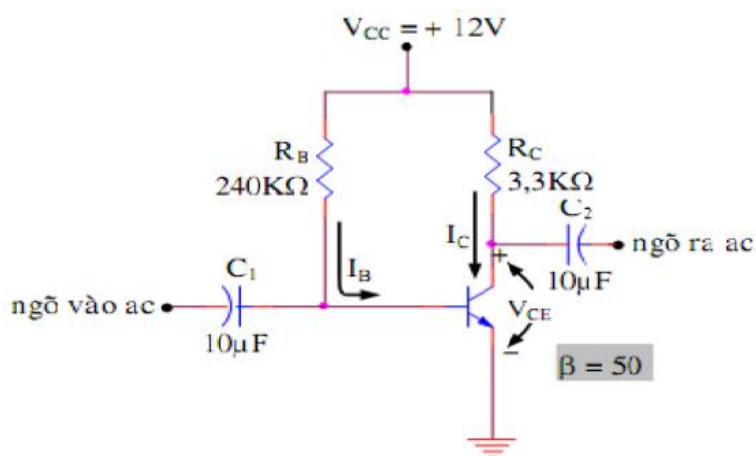
- Độ lợi dòng điện

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

*Lưu ý: cần chứng minh để dẫn đến các công thức trên.*

Câu 2: Cho mạch như hình sau:

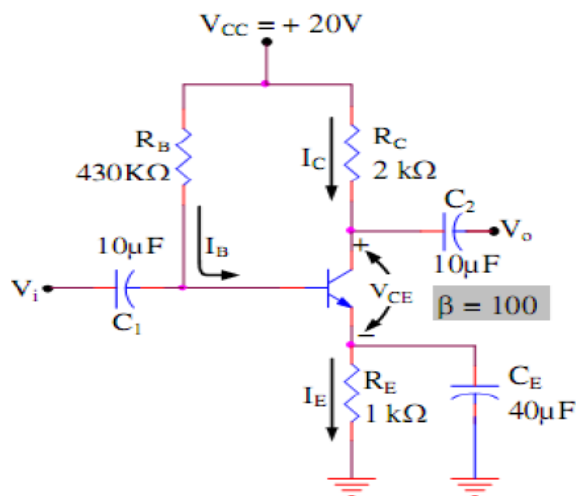
- Xác định các giá trị phân cực:  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$
- Vẽ mạch tương đương xoay chiều với tín hiệu nhỏ
- Tính tổng trở vào  $Z_i$ , tổng trở ra  $Z_o$ , độ lợi điện áp  $A_v$ , độ lợi điện áp  $A_i$



**Hướng dẫn:** Tương tự câu 1

Câu 3: Cho mạch như hình sau:

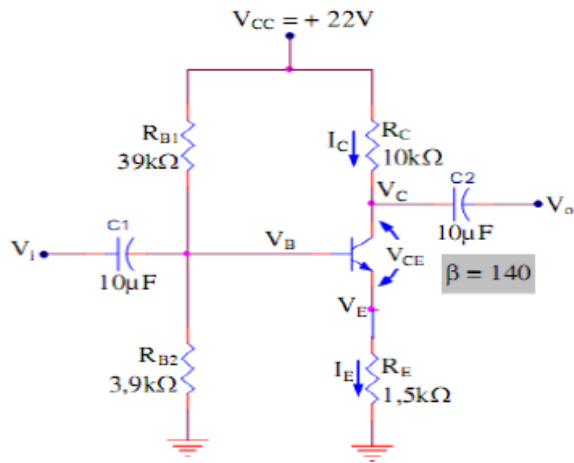
- Xác định các giá trị phân cực:  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$
- Vẽ mạch tương đương xoay chiều với tín hiệu nhỏ (khi mắc thêm  $C_E$ )
- Tính tổng trở vào  $Z_i$ , tổng trở ra  $Z_o$ , độ lợi điện áp  $A_v$ , độ lợi điện áp  $A_i$



**Hướng dẫn:** Tương tự câu 1

Câu 4: Cho mạch như hình sau:

- Xác định các giá trị phân cực:  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$
- Vẽ mạch tương đương xoay chiều với tín hiệu nhỏ.
- Tính tổng trở vào  $Z_i$ , tổng trở ra  $Z_o$ , độ lợi điện áp  $A_v$ , độ lợi điện áp  $A_i$



Hướng dẫn:

a)

$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} = \frac{3,9}{39 + 3,9} (22) = 2V$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2V - 0,7V = 1,3V$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \cong I_C = \frac{1,3V}{1,5k\Omega} = 0,867mA$$

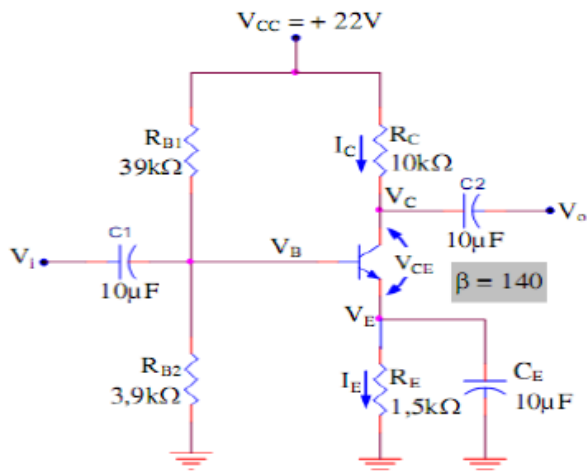
$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 22V - (0,867mA)(10k\Omega) = 13,33V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 13,33V - 1,3V = 12,03V$$

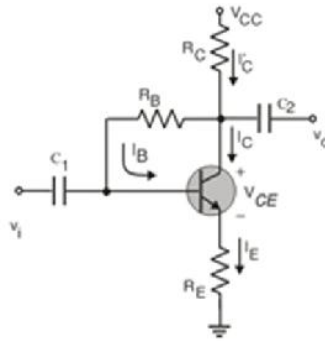
b) và c) xem trong bài giảng mục **8.3.2 Mạch khuếch đại cực phát chung với kiểu phân cực bằng cầu phân áp.**

*Lưu ý: cần chứng minh để dẫn đến các công thức trên.*

Câu 5: Tương tự câu 4 (khi mắc thêm  $C_E$ )



Câu 6: Cho mạch như hình sau:



- Xác định các công thức tính giá trị phân cực:  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$
- Vẽ mạch tương đương xoay chiều với tín hiệu nhỏ.
- Tính tổng trở vào  $Z_i$ , tổng trở ra  $Z_o$ , độ lợi điện áp  $A_v$ , độ lợi điện áp  $A_i$

Hướng dẫn:

**- Xét mạch vòng BE:**

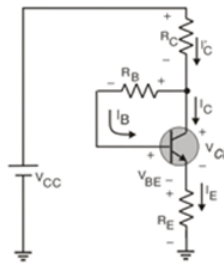
Hình 5.23 có thể vẽ lại như hình 5.24, áp dụng định luật Kirchhoff 2, ta được phương trình:

$$V_{CC} = I_C' R_C + I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

$$\Leftrightarrow V_{CC} = (1 + \beta) I_B R_C + I_B R_B + V_{BE} + (1 + \beta) I_B R_E$$

Rút gọn và suy ra dòng điện  $I_B$ :

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)(R_C + R_E)}$$



Hình 5.24.

Đây chính là giá trị dòng điện  $I_{BQ}$ , từ đó suy ra dòng điện  $I_{CQ}$ :

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

**- Xét mạch vòng CE:**

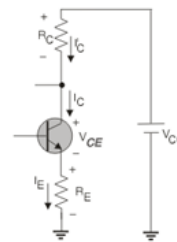
Hình 5.23 có thể vẽ lại như hình 5.25, áp dụng định luật Kirchhoff 2, ta được phương trình:

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

Điện áp  $V_{CE}$ :

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

$$\Leftrightarrow V_{CE} = V_{CC} - (1 + \beta) I_B (R_C + R_E)$$



Mạch vòng CE.

Thay  $I_C = I_{CQ}$  vào biểu thức trên ta được điện áp  $V_{CEQ}$  là:

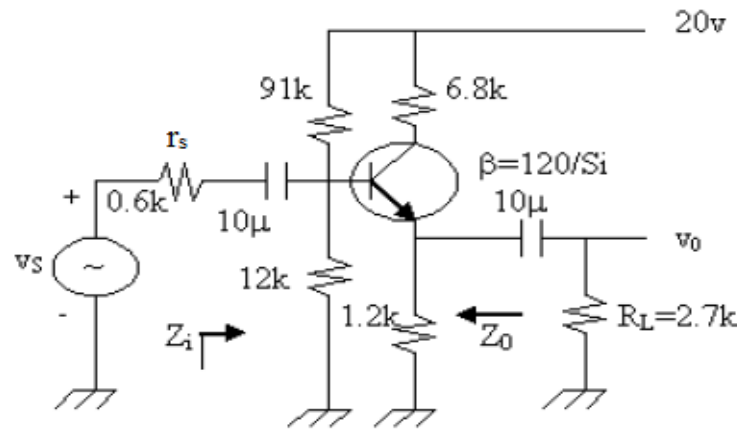
$$V_{CE} = V_{CC} - (1 + \beta) I_{BQ} (R_C + R_E)$$

Vậy ta xác định được tọa độ điểm làm việc tĩnh  $Q(V_{CEQ}, I_{CQ})$ .

b) và c) xem trong bài giảng mục **8.3.3 Mạch khuếch đại cực phát chung với kiểu phân cực bằng hồi tiếp điện áp**

*Lưu ý: cần chứng minh để dẫn đến các công thức trên.*

Câu 7: Cho mạch điện như hình sau:



- Xác định  $A_v$ ,  $Z_i$ ,  $Z_o$
- Vẽ mạch tương đương xoay chiều dùng kiểu mẫu  $r_e$ .
- Xác định độ lợi áp toàn phần ( $A_{vETP}$ ), độ lợi dòng tổng ( $A_{iETP}$ ).
- Thay  $r_s = 1k$ , xác định độ lợi áp toàn phần ( $A_{vETP}$ ), độ lợi dòng tổng ( $A_{iETP}$ ).  
Khi  $r_s$  tăng  $A_v$  và  $A_{vETP}$  thay đổi như thế nào?

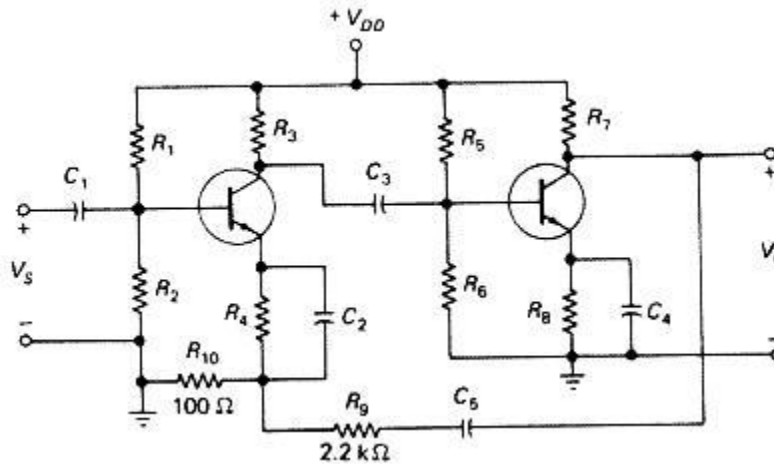
**Hướng dẫn:**

- Xác định  $A_v$ ,  $Z_i$ ,  $Z_o$  trong trường hợp không có điện trở tải và nguồn tín hiệu thì (xem trong bài giảng mục **8.3.2 Mạch khuếch đại cực phát chung với kiểu phân cực bằng cầu phân áp**.)
- , c) và d) tham khảo mục **8.6.4 Mạch khuếch đại cực phát chung với kiểu phân cực cố định khi có nội trở và điện trở tải**

## Bài 9: Hướng dẫn Bài tập

Câu 1: Cho mạch khuếch đại như ở hình sau.

- Hãy xác định loại mạch hồi tiếp
- Cho các thông số của mạch khuếch đại khi không có hồi tiếp là:  $A_v = 100$ ,  $R_i = 2\text{ k}$ , và  $R_o = 5\text{ k}$ . Hãy xác định các thông số của mạch khuếch đại khi có hồi tiếp.



### Hướng dẫn:

- Đây là mạch khuếch đại hồi tiếp điện áp nối tiếp, bao gồm mạng hồi tiếp của điện trở phân áp  $R_9$  và  $R_{10}$
- Như vậy ta có hệ số hồi tiếp  $\beta_v = v_f/v_o$  (ký hiệu hệ số hồi tiếp là  $\beta_v$  để tránh nhầm lẫn với hệ số khuếch đại  $\beta$ )

Từ mạng hồi tiếp của điện trở phân áp  $R_9$  và  $R_{10}$  ta có:

$$v_f = \frac{R_{10}}{R_{10} + R_9} v_o \Rightarrow \frac{v_f}{v_o} = \beta_v = \frac{R_{10}}{R_{10} + R_9} = \frac{0,1}{0,1 + 2,2} = \frac{1}{23}$$

Kế tiếp chúng ta tìm thừa số hồi tiếp F:

$$1 + \beta_v A_v = 1 + \frac{100}{23} = 5.35$$

Tổng trở vào và tổng trở ra khi có hồi tiếp:

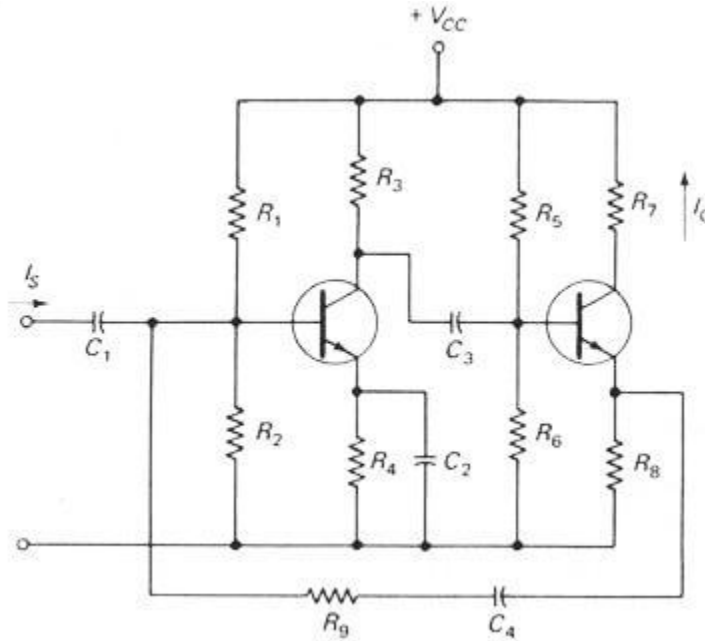
$$R_{i_f} = R_i (1 + \beta_v A_v) \cong 2 \times 5.35 \text{ k}\Omega \cong 10.7 \text{ k}\Omega$$

$$R_{o_f} = \frac{R_o}{1 + \beta_v A_v} \cong \frac{5}{5.35} \text{ k}\Omega \cong 0.935 \text{ k}\Omega \cong 935 \Omega$$

$$A_{v_f} = \frac{A_v}{1 + \beta_v A_v} \cong \frac{100}{5.35} \cong 18.7$$

Câu 2: Cho mạch khuếch đại như hình sau.

- Hãy xác định loại mạch hồi tiếp
- Cho các thông số của mạch khuếch đại khi không có hồi tiếp là:  $A_1 = 800$ ,  $R_i = 1\text{k}\Omega$ , và  $R_o = 10\text{k}\Omega$ . Hồi tiếp được đưa qua mạng hồi tiếp gồm có  $R_8$  và  $R_9$  ( $220\ \Omega$  và  $4.7\ \text{k}\Omega$ ). Hãy xác định hệ số khuếch đại khi hồi tiếp.



### Hướng dẫn

- Đây là một mạch khuếch đại hồi tiếp dòng điện song song.
- Như vậy ta có hệ số hồi tiếp  $\beta_1 = I_f / I_o$  (ký hiệu hệ số hồi tiếp là  $\beta_1$  để tránh nhầm lẫn với hệ số khuếch đại)

Ta có:

$$I_f = \frac{V_{E2}}{R_9} = \frac{I_{E2} Z_{E2}}{R_9} = I_{E2} \cdot \frac{R_8 + R_9}{R_9} = I_{E2} \cdot \frac{R_8}{R_8 + R_9}$$

Mà  $I_{E2} = I_c = I_o$ , suy ra  $\beta_1 = I_f / I_o = I_f / I_{E2}$

$$\beta_1 \cong \frac{R_8}{R_8 + R_9} \cong \frac{0.22}{0.22 + 4.7} \cong \frac{1}{22.4}$$

Kế tiếp chúng ta tính thừa số hồi tiếp F:

$$1 + \beta_1 A_1 \cong 1 + \frac{800}{22.4} \cong 36.7$$

$$R_{if} = \frac{R_i}{1 + \beta_1 A_1} \cong \frac{1000}{36.7} \Omega \cong 27 \Omega$$





ngược lại tín hiệu ngõ vào  $v_s$ . Đây là trường hợp của mạch hồi tiếp điện áp nối tiếp. Đặc tính chủ yếu như đã thấy là tổng trở vào tăng, tổng trở ra giảm và độ lợi điện áp ổn định.

Mạch vào của mạch căn bản được tìm bằng cách cho  $v_o = 0$ , vậy  $R_2$  song song với  $R_1$ . Ngõ ra được tìm bằng cách cho  $I_i = 0$  ( $I' = 0$ ), vậy ngõ ra  $R_1$  nối tiếp với  $R_2$ . Ta được mạch tương đương không hồi tiếp trình bày trong **hình (b)**. Từ mạch này ta có điện áp hồi tiếp  $v_f$  ngang qua  $R_1$  tỉ lệ với điện áp được lấy mẫu  $v_o$ , áp dụng cầu phân áp trên  $R_1$  và  $R_2$  ta có:

$$v_f = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_o$$

Suy ra

$$\frac{v_f}{v_o} = \beta' = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

b) Xác định  $A_{v_f}$ ,  $R_{of}$ ,  $R_{if}$

Đầu tiên ta tính độ lợi toàn mạch khi chưa có hồi tiếp:

$$A_v = A_{v1} \cdot A_{v2}$$

Dùng cách tính phân cực như các bài trước ta tìm được:

$$\begin{aligned} r_{e1} &\sim 35\Omega & r_{e2} &\sim 17\Omega \\ \beta r_{e1} &= 1.75k\Omega & \beta r_{e2} &= 850\Omega \end{aligned}$$

Tải  $R'_{L1}$  là:  $R'_{L1} = 10k // 47k // 33k // 850\Omega \sim 813\Omega$

Thấy rằng tải  $R'_{L2}$  của Q2 là  $R_{C2} // (R1 + R2)$ , với  $R1 = 100\Omega$ ,  $R2 = 4.7k$

$$R'_{L2} = 4.7k // 4.8k = 2.37k$$

Tổng trở cực phát của  $Q_1$  là  $R_E$  với:

$$R_E = R_1 // R_2 = 98\Omega \quad (\text{với } R1 = 100\Omega, R2 = 4.7k)$$

$$\text{Độ lợi điện thế } A_{V1} = \frac{v_1}{v_s} = \frac{v_1}{v_i} = \frac{-R'_{L1}}{r_{e1} + R_E} = -6.11$$

Độ lợi điện thế  $A_{V2}$  của Q2 là:

$$A_{V2} = \frac{v_0}{v_1} = -\frac{R'_{L2}}{r_{e2}} = -135.3$$

$$\Rightarrow A_V = A_{V1} \cdot A_{V2} = 811.8$$

$$\text{Hệ số hồi tiếp } \beta' = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{48}$$

$$V_A \beta' A_V = 17$$

$$F = 1 + \beta' A_V = 18$$

$$A_{VF} = \frac{A_V}{F} = 45.1$$

Nếu  $A_V$  rất lớn ( $A_V \rightarrow \infty$ ) ta thấy  $A_{VF} = \frac{A_V}{1 + \beta A_V} = \frac{1}{\beta'} = 48$  xấp xỉ  $A_{VF}$

Điện trở ngõ vào của mạch không hồi tiếp:

$$R_i = \beta r_{e1} + (1 + \beta) R_E = 1.75k + (51)(0.098k) = 6.75k$$

Khi có hồi tiếp:

$$R_{if} = R_i \cdot F = 121.5k$$

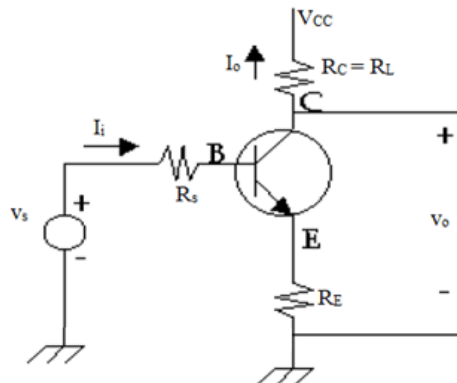
Điện trở ngõ ra khi chưa có hồi tiếp:

$$R'_0 = R'_{L2} = 2.37k$$

Điện trở ngõ ra khi có hồi tiếp:

$$R'_{of} = \frac{R'_0}{F} = 131.6\Omega$$

Câu 4: Cho một mạch khuếch đại có hồi tiếp như hình sau.

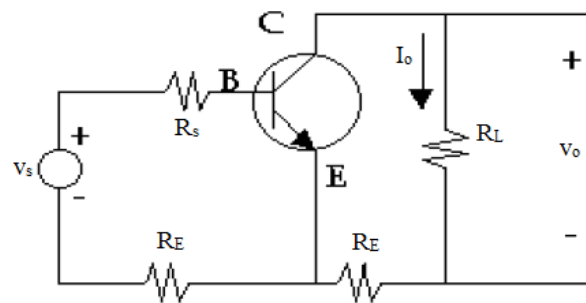


a) Xác định loại mạch hồi tiếp

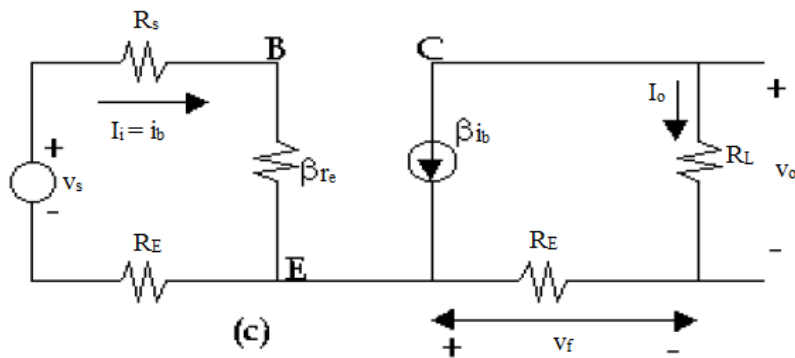
b) Hãy xác định biểu thức tính:  $A_{VF}$ ,  $R_{of}$ ,  $R_{if}$

### Hướng dẫn:

- a) Ta có tín hiệu hồi tiếp  $X_f = v_f$  là điện áp ngang qua điện trở  $R_E$  và là cách trộn nối tiếp. Để thử loại lấy mẫu ta cho  $v_0 = 0$  ( $R_L = 0$ ). Việc làm này không tạo cho điện áp  $v_f$  ngang qua  $R_E$  trở thành 0v. Như vậy mạch này không lấy mẫu điện áp. Bây giờ nếu cho  $I_0 = 0$  ( $R_L = \infty$ ) nghĩa là dòng cực thu bằng 0 nên  $v_f$  ngang qua  $R_E$  cũng bằng 0. Vậy mạch lấy mẫu dòng điện ngõ ra, đây là mạch hồi tiếp dòng điện nối tiếp.
- b) Mạch ngõ vào của mạch khuếch đại không hồi tiếp tìm được bằng cách cho  $I_0$  bằng 0,  $R_E$  xuất hiện ở mạch vào. Để tìm mạch ngõ ra ta cho  $I_i = 0$  và  $R_E$  cũng hiện diện ở mạch ngõ ra. Mạch được vẽ lại như **hình (a)** và mạch tương đương theo thông số  $r_e$  như **hình (b)**.



(a)



Hình (b)

Vì điện áp hồi tiếp tỉ lệ với  $I_0$  là dòng điện được lấy mẫu nên  $v_f$  xuất hiện ngang qua  $R_E$  trong mạch điện ngõ ra (và không phải ngang qua  $R_E$  trong mạch ngõ vào).

Vậy:  $\beta' = \frac{v_f}{I_0} = -\frac{I_0 R_E}{I_0} = -R_E$

Vì  $v_i = v_S$  nên:

$$G_M = \frac{I_0}{v_i} = -\frac{\beta i_b}{v_S} = -\frac{\beta}{R_S + \beta r_e + R_E}$$

$$\begin{aligned} F &= 1 + \beta' G_M = 1 + \frac{\beta R_E}{R_S + \beta r_e + R_E} \\ &= \frac{R_S + \beta r_e + R_E (1 + \beta)}{R_S + \beta r_e + R_E} \end{aligned}$$

Và  $G_{Mf} = \frac{G_M}{F} = \frac{-\beta}{R_S + \beta r_e + (1 + \beta) R_E}$

Nếu  $(1 + \beta) R_E \gg R_S + \beta r_e$  thì:

$$G_{Mf} = \frac{-1}{R_E} = \frac{1}{\beta'}$$

Nếu  $R_E$  là một điện trở cố định, độ lợi điện dẫn truyền của mạch hồi tiếp rất ổn định. Dòng qua tải được cho bởi:

$$I_0 = G_{Mf} \cdot v_S = \frac{-\beta v_S}{R_S + \beta r_e + (1 + \beta) R_E} \equiv \frac{v_S}{R_E}$$

Dòng qua tải như vậy tỉ lệ trực tiếp với điện áp ngõ vào và dòng này chỉ tùy thuộc  $R_E$ .

Độ lợi điện áp cho bởi:

$$A_{vf} = \frac{I_0 R_L}{v_S} = G_M \cdot R_L = \frac{-\beta R_L}{R_S + \beta r_e + (1 + \beta) R_E}$$

$$A_{vf} \approx -\frac{R_L}{R_E}$$

Từ hình (b) ta thấy:

$$R_i = R_S + \beta r_e + R_E$$

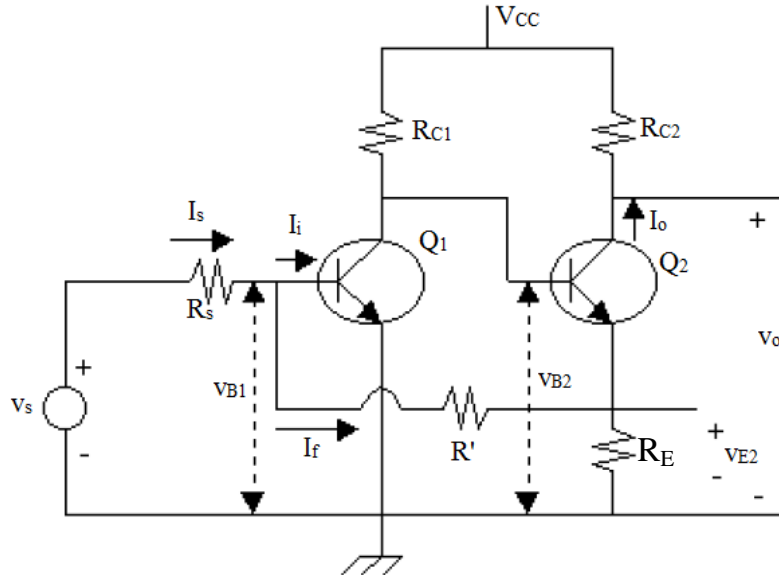
$$\begin{aligned} \text{Vậy } R_{if} &= R_i F = R_S + \beta r_e + (1 + \beta) R_E \\ &\approx R_S + \beta (r_e + R_E) \end{aligned}$$

$$\text{vì } R_0 \approx \infty \text{ nên } R_{of} = R_0 (1 + \beta' G_M) = \infty$$

$$\text{vì vậy: } R'_{of} = R_L // R_{of} = R_L$$

Câu 5: Cho mạch như sau:

- Xác định loại mạch hồi tiếp
- Hãy xác định biểu thức tính độ lợi dòng điện và độ lợi điện áp của mạch khi có hồi tiếp



Hình 11.27

**Hướng dẫn:**

- Mạch khuếch đại hồi tiếp dòng điện song song

**Hình 11.27** là một mạch dùng 2 transistor liên lạc trực tiếp dùng hồi tiếp từ cực phát của  $Q_2$  về cực nền của  $Q_1$  qua điện trở  $R'$ . Từ các lý luận ở mục 11.7 ta thấy mạch trộn song song được dùng và tín hiệu hồi tiếp  $X_f$  là dòng điện  $I_f$  chạy qua  $R'$  được nối từ nút vào đến mạch ngõ ra.

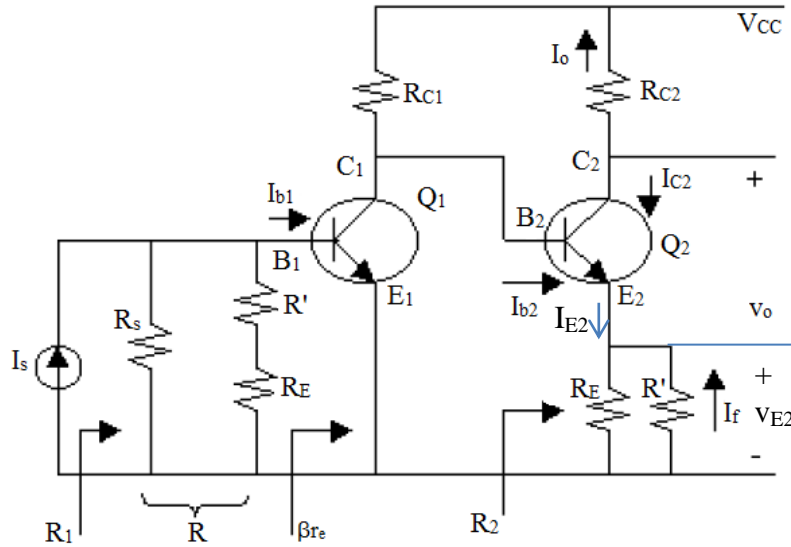
Để xác định loại lấy mẫu, ta cho  $v_o = 0$  ( $R_{C2} = 0$ ), điều này không làm giảm  $I_o$  và không làm cho dòng qua  $R_E$  của  $Q_2$  xuống 0 và dòng  $I_f$  không giảm xuống 0 vậy mạch này không phải lấy mẫu điện áp. Bây giờ nếu cho  $I_o = 0$  ( $R_C = \infty$ ), dòng  $I_f$  sẽ bằng 0 vậy mạch lấy mẫu dòng điện. Như vậy mạch **hình 11.27** là một mạch hồi tiếp dòng điện song song.

- Đầu tiên ta đổi nguồn tín hiệu  $v_s$  thành nguồn Norton gồm có nguồn dòng điện

$$I_s = \frac{v_s}{R_s} \text{ chạy vào nút vào song song với } R_s.$$

### Mạch khuếch đại không có hồi tiếp:

Mạch vào của mạch không hồi tiếp tìm được bằng cách cho  $I_0 = 0$ . Vì dòng  $I_{B2}$  không đáng kể nên cực phát của  $Q_2$  xem như hở ( $I_{E2} \approx 0$ ). Kết quả là  $R'$  mắc nối tiếp với  $R_E$  ở cực nền của  $Q_1$ . Mạch ngõ ra tìm được bằng cách nối tắt nút ngõ vào ( $v_i = 0$ , cực nền của  $Q_1$ ). Vậy  $R'$  được xem như mắc song song với  $R_E$  tại cực phát của  $Q_2$ . Vì tín hiệu hồi tiếp là dòng điện, mạch nguồn được vẽ lại bằng nguồn tương đương Norton với  $I_S = v_S/R_S$ . Mạch tương đương cuối cùng như sau:



Hình 11.28

Tín hiệu hồi tiếp là dòng điện  $I_f$  chạy qua điện trở  $R'$  nằm trong mạch ngõ ra. Từ **hình 11.28** ta có:

$$I_f = \frac{v_{E2}}{R'} = \frac{I_{E2} R_2}{R'} = I_{E2} \cdot \frac{R_E R'}{R_E + R'} = I_{E2} \cdot \frac{R_E}{R_E + R'}$$

Mà ta có:

$$I_{B2} < I_{C2} = |I_0| = I_{E2}$$

$$\beta = \frac{I_f}{I_0} = \frac{R_E}{R' + R_E}$$

Từ **bảng 11.3** ta thấy điện trở ngõ vào giảm, điện trở ngõ ra tăng và độ lợi dòng điện  $A_{if}$  ổn định. Ta có:  $I_i = I_S - I_f$ , khi tín hiệu vào tăng làm cho  $I_S$  tăng và  $I_f$  cũng tăng và

$$I_i = I_S - I_f \text{ sẽ nhỏ gần bằng } 0 \Rightarrow I_S = I_f$$

$$\text{Ta có: } A_{\text{if}} = \frac{I_0}{I_s} \approx \frac{1}{\beta} = \frac{R_E + R'}{R_E}$$

Độ lợi điện thế:

$$A_{\text{vf}} = \frac{v_0}{v_s} = \frac{I_0 R_{c2}}{I_s R_s} = A_{\text{if}} \cdot \frac{R_{c2}}{R_s} \approx \frac{R' + R_E}{R_E} \cdot \frac{R_{c2}}{R_s}$$

$$A_{\text{vf}} = \frac{R_{c2}}{\beta R_s}$$

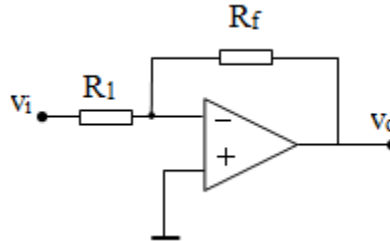
Nếu  $R_E$ ,  $R'$ ,  $R_{c2}$ ,  $R_s$  ổn định thì  $A_{\text{vf}}$  ổn định (độc lập với thông số của BJT, nhiệt độ hay sự dao động của nguồn điện áp  $v_s$ ).



## Bài 10: Hướng dẫn Bài tập

Bài 1: Cho mạch điện như hình sau, với  $R_1=10k\Omega$ ,  $R_f=50k\Omega$ ,  $v_{o(max)}=14V$ .

- Xác định hệ số khuếch đại của mạch
- Xác định điện áp ra với mỗi giá trị điện áp vào  $v_i=0,2V$ ;  $-1V$ ;  $2V$ ;  $-3V$ ;  $4V$

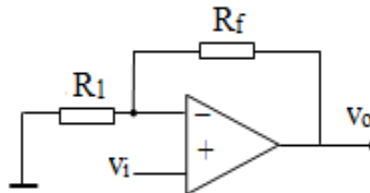


**Hướng dẫn giải:**

- Đây là mạch khuếch đại đảo, ta có:  $A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_f}{R_1} = -\frac{50}{10} = -5$
- Với  $v_i=0,2V \Rightarrow v_o = -5 \times 0,2V = -1V$   
 $v_i=-1V \Rightarrow v_o = -5 \times (-1V) = 5V$   
 $v_i=2V \Rightarrow v_o = -5 \times 2V = -10V$   
 $v_i=-3V \Rightarrow v_o = -5 \times (-3V) = 15V$ , nhưng do  $15V > v_{o(max)}=14V$  do đó  $v_o=v_{o(max)}=14V$   
 $v_i=4V \Rightarrow v_o = -5 \times 4V = -20V$ , nhưng do  $|-20V| > |-v_{o(max)}|=14V$ , cho nên  $v_o=-v_{o(max)}=-14V$

Bài 2: Cho mạch điện như hình sau, với  $R_1=12k\Omega$ ,  $R_f=180k\Omega$ ,  $v_{o(max)}=14V$ .

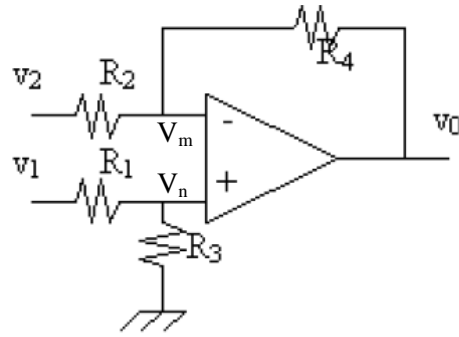
- Xác định hệ số khuếch đại của mạch
- Xác định điện áp ra với mỗi giá trị điện áp vào  $v_i=-0,4V$ ;  $0,8V$ ;  $1,2V$ ;  $-1,4V$



**Hướng dẫn giải:**

- Đây là mạch khuếch đại không đảo, ta có:  $A_v = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_f}{R_1} = 1 + \frac{180}{12} = 16$
- Với  $v_i=-0,4V \Rightarrow v_o = 16 \times (-0,4V) = -6,4V$   
 $v_i=0,8V \Rightarrow v_o = 16 \times 0,8V = 12,8V$   
 $v_i=1,2V \Rightarrow v_o = 16 \times 1,2V = 19,2V$ , do  $v_{o(max)}=14V$ , suy ra  $v_o=v_{o(max)}=14V$   
 $v_i=-1,4V \Rightarrow v_o = 16 \times (-1,4V) = -22,4V$ , nhưng do  $-v_{o(max)}=-14V$ , do đó  $v_o=-v_{o(max)}=-14V$

Câu 3: Cho mạch điện như hình sau, hãy xác định  $v_o$ .



**Hướng dẫn giải:**

Ta có: 
$$V_n = v_1 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_1}$$

Dòng điện vào từ  $v_2$  qua  $R_2$  sẽ qua  $R_4$  nên ta có: 
$$\frac{v_2 - V_m}{R_2} = \frac{V_m - v_o}{R_4}$$

Do Op-Amp lý tưởng nên ta có: 
$$V_m = V_n = v_1 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_1}$$

Thay trị số của  $V_m$  vào biểu thức trên ta tìm được:

$$\frac{v_2 - v_1 \frac{R_3}{R_3 + R_1}}{R_2} = \frac{v_1 \frac{R_3}{R_3 + R_1} - v_o}{R_4}$$

$$\Leftrightarrow v_2 R_4 - v_1 \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_1} = v_1 \frac{R_2 R_3}{R_3 + R_1} - v_o R_2$$

$$\Leftrightarrow v_o R_2 = v_1 \frac{R_2 R_3}{R_3 + R_1} + v_1 \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_1} - v_2 R_4$$

$$\Leftrightarrow v_o R_2 = v_1 \frac{R_3 (R_2 + R_4)}{R_3 + R_1} - v_2 R_4$$

$$\Leftrightarrow v_o = v_1 \frac{R_3 (R_2 + R_4)}{R_2 (R_3 + R_1)} - v_2 \frac{R_4}{R_2}$$

Nếu ta chọn:  $R_1 = R_2 = R_i$ ,  $R_3 = R_4 = R_f$  từ đó suy ra:

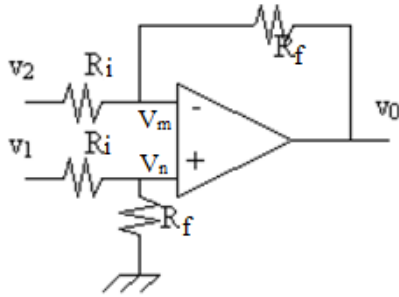
$$v_o = \frac{R_f}{R_i} (v_1 - v_2)$$

Nếu  $R_f = R_i$ , ta có:  $v_o = (v_1 - v_2)$

Như vậy ta thấy rằng tín hiệu ở ngõ ra là hiệu của hai tín hiệu ngõ vào.

Hoặc:

Với  $R_1=R_2=R_i$ ,  $R_3=R_4=R_f$ , ta vẽ lại sơ đồ mạch như sau:



-Khi  $v_1=0$ ,  $v_2 \neq 0$ , mạch sẽ trở thành mạch khuếch đại đảo nên ta có:  $v_{o1} = -\frac{R_f}{R_i} v_2$

-Khi  $v_1 \neq 0$ ,  $v_2=0$ , mạch sẽ trở thành mạch khuếch đại thuận có phân áp tại n ( $V_n$ ), ta có:

$$V_n = v_1 \cdot \frac{R_f}{R_f + R_i}$$

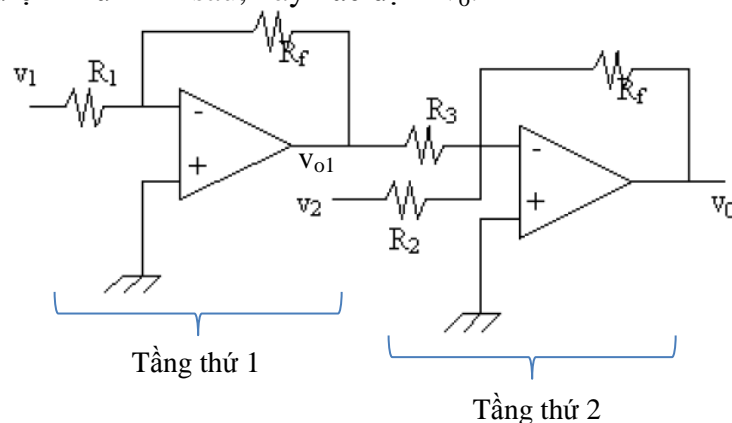
$$v_{o2} = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) V_n = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) \cdot \frac{R_f}{R_f + R_i} v_1$$

-Khi có cả  $v_1$  và  $v_2$  nên:

$$v_o = v_{o1} + v_{o2} = -\frac{R_f}{R_i} v_2 + \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) \cdot \frac{R_f}{R_f + R_i} v_1 = -\frac{R_f}{R_i} v_2 + \frac{R_f}{R_i} v_1 = \frac{R_f}{R_i} (v_1 - v_2)$$

Nếu  $R_f=R_i$ , ta có:  $v_o=(v_1-v_2)$

Bài 4: Cho mạch điện như hình sau, hãy xác định  $v_o$ .



**Hướng dẫn giải:**

Tầng thứ 1 của mạch là mạch khuếch đại đảo nên ta có:

$$v_{o1} = -\frac{R_f}{R_1} v_1$$

Tầng thứ 2 là mạch cộng nên ta có:

$$v_o = \left[ \left( -\frac{R_f}{R_2} v_2 \right) + \left( -\frac{R_f}{R_3} v_{o1} \right) \right]$$

Thế  $v_{o1}$  vào  $v_o$  ta được:

$$v_o = \left[ \left( -\frac{R_f}{R_2} v_2 \right) + \left( \frac{R_f^2}{R_1 R_3} v_1 \right) \right]$$

Nếu ta chọn  $R_1 = R_2 = R_3 = R_f$  ta suy ra:  $v_o = v_1 - v_2$ , như vậy ta thấy rằng ngõ ra của mạch là hiệu của hai tín hiệu ngõ vào.

Bài 5: Cho mạch điện như hình sau:

a) Tìm biểu thức điện áp ngõ ra ( $v_o$ ) theo điện áp vào.

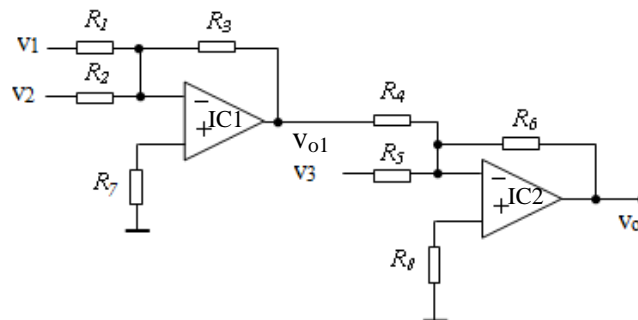
b) Tính  $v_o$  khi:

$$R_1 = 25k\Omega; R_2 = 10k\Omega; R_3 = 50k\Omega$$

$$R_4 = R_6 = 100k\Omega; R_5 = 10k\Omega;$$

$$v_1 = 0,2V; v_2 = 0,3V; v_3 = 0,5V$$

c) Nêu tác dụng của  $R_7, R_8$ . Tìm giá trị của nó để mạch làm việc tốt nhất?



**Hướng dẫn giải:**

Ta có: IC1 và IC2 là mạch cộng đảo.

a) Từ mạch điện ta có:

$$v_{o1} = - \left( \frac{R_3}{R_1} v_1 + \frac{R_3}{R_2} v_2 \right)$$

$$v_o = - \left( \frac{R_6}{R_4} v_{o1} + \frac{R_6}{R_5} v_3 \right) = \frac{R_6}{R_4} \left( \frac{R_3}{R_1} v_1 + \frac{R_3}{R_2} v_2 \right) - \frac{R_6}{R_5} v_3$$

b) Xác định  $v_o$  :

$$\text{Thay số: } \frac{100}{100} \left( \frac{50}{25} \times 0,2 - \frac{50}{10} \times 0,3 \right) - \frac{100}{10} \times 0,5 = -6,1V$$

c) Nêu tác dụng của  $R_7, R_8$ .

Điện trở  $R_7$  là điện trở cân bằng điện áp một chiều của  $IC_1$  tại hai cửa vào để cho đầu ra  $IC_1 = 0$  ở chế độ tĩnh (khi chưa có tín hiệu vào).

Từ mạch điện ta có:  $R_7 = R_1 // R_2 // R_3, \Rightarrow R_7 = 6,25k\Omega$

Tương tự  $R_8$  là điện trở cân bằng điện áp một chiều của  $IC_2$

và  $R_8 = R_4 // R_5 // R_6 \Rightarrow R_8 = 8,33k\Omega$

Bài 6: Cho mạch điện như hình sau, với:  $R_1=10k\Omega, R_2=50k\Omega, v_{o(max)}= 14V$

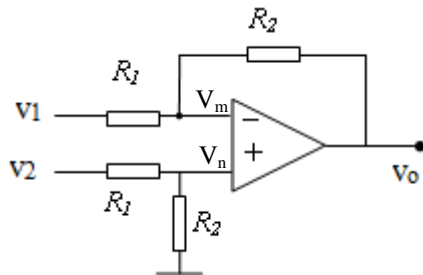
a) Tìm biểu thức điện áp ngõ ra ( $v_o$ ) theo điện áp vào.

b) Tính  $v_o$  khi:

$$v_1=4V; v_2=2V$$

$$v_1=1V; v_2=5V$$

$$v_1=6V; v_2=1V$$



**Hướng dẫn giải:**

a) Tìm biểu thức điện áp ngõ ra ( $v_o$ ) theo điện áp vào:

-Khi  $v_1 \neq 0$ ,  $v_2 = 0$ , mạch sẽ trở thành mạch khuếch đại đảo nên ta có:  $v_{o1} = -\frac{R_2}{R_1} v_1$

-Khi  $v_1 = 0$ ,  $v_2 \neq 0$ , mạch sẽ trở thành mạch khuếch đại thuận (không đảo) có phân áp tại n

( $V_n$ ), ta có:  $V_n = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \cdot v_2$

$$v_{o2} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_n = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_1} v_2$$

-Khi có cả  $v_1$  và  $v_2$  nên:

$$v_o = v_{o1} + v_{o2} = -\frac{R_2}{R_1} v_1 + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_1} v_2 = -\frac{R_2}{R_1} v_1 + \frac{R_2}{R_1} v_2 = \frac{R_2}{R_1} (v_2 - v_1)$$

$$R_1 = 10k\Omega, R_2 = 50k\Omega \Rightarrow v_o = 5 \cdot (v_2 - v_1)$$

b) Ta có:  $v_o = 5 \cdot (v_2 - v_1)$

Khi:

$$v_1 = 4V; v_2 = 2V \Rightarrow v_o = 5 \cdot (2V - 4V) = -10V$$

$$v_1 = 1V; v_2 = 5V \Rightarrow v_o = 5 \cdot (5V - 1V) = 20V, \text{ do } v_{o(\max)} = 14V = v_o$$

$$v_1 = 6V; v_2 = 1V \Rightarrow v_o = 5 \cdot (1V - 6V) = -25V, \text{ do } v_{o(\max)} = -14V = v_o$$

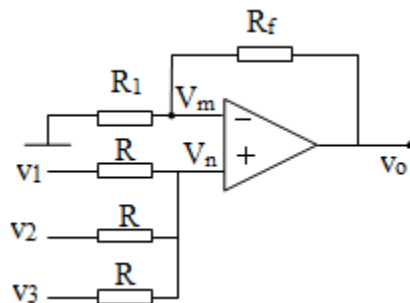
Bài 7: Cho mạch điện như hình sau, với:

$$R = 50k\Omega, R_1 = 10k\Omega$$

$$R_f = 30k\Omega, E = 15V$$

a) Tìm biểu thức điện áp ngõ ra ( $v_o$ ) theo điện áp vào.

b) Tính  $v_o$  khi:  $v_1 = 0,3V$ ;  $v_2 = 1V$ ;  $v_3 = -2V$



**Hướng dẫn giải:**

a) Đây là mạch cộng thuận có nhiều điện áp vào.

Xem Op-Amp lý tưởng ta có:  $V_n = V_m = \frac{R_1}{R_1 + R_f} v_o$

Gọi  $I_1, I_2, I_3$  là dòng điện ở ngõ vào  $v_1, v_2, v_3$ , và ta có:  $I_1 + I_2 + I_3 = 0$  hay

$$\frac{v_1 - v_n}{R} + \frac{v_2 - v_n}{R} + \frac{v_3 - v_n}{R} = 0$$

$$\Rightarrow v_1 + v_2 + v_3 = 3v_n = \frac{3R_1}{R_1 + R_f} v_o$$

$$\Rightarrow v_o = \frac{R_1 + R_f}{3R_1} (v_1 + v_2 + v_3)$$

$$b) v_o = \frac{R_1 + R_f}{3R_1} (v_1 + v_2 + v_3) = \frac{10 + 30}{3 \cdot 10} (0,3 + 1 - 2) = -0,93V$$

Bài 8: Cho mạch điện như hình sau, với:

a) Tìm biểu thức điện áp ngõ ra ( $v_o$ ) theo điện áp vào.

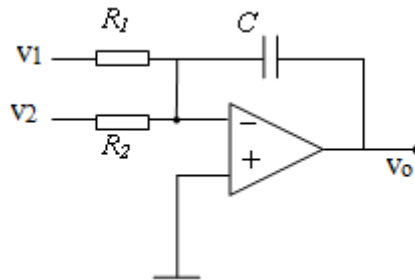
b) Xác định  $v_o$  khi:

$$v_1 = (1 + 10\sin 100t)V$$

$$v_2 = -1V$$

$$C = 1\mu F$$

$$R_1 = R_2 = 100k\Omega$$



**Hướng dẫn giải:**

a) Do làm việc ở chế độ tuyến tính nên

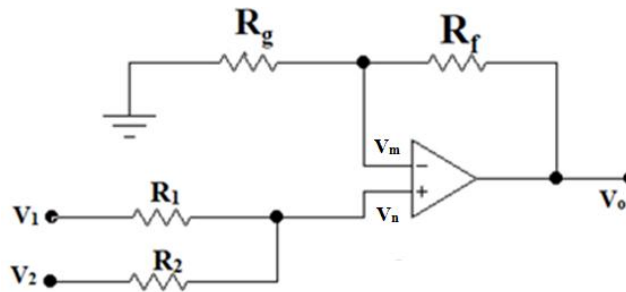
$$v_o = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t v_1 dt - \frac{1}{R_2 C} \int_0^t v_2 dt = -\frac{1}{C} \int_0^t \left( \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} \right) dt$$

b) Do  $R_1=R_2=100\text{ k}\Omega$  nên:

$$v_o = -\frac{1}{10^5 \cdot 10^{-6}} \int_0^t (1 + 10 \sin 100t - 1) dt = -\cos 100t \Big|_0^t = 1 - \cos 100t$$

Bài 9: Cho mạch điện như hình sau.

- Hãy tìm biểu thức điện áp ngõ ra ( $v_o$ ) theo điện áp vào ( $v_1, v_2$ )
- Nếu chọn giá trị  $R_1=R_2$  và  $R_i=R_f$ , hãy suy ra  $v_o$  và cho biết chức năng của mạch này.

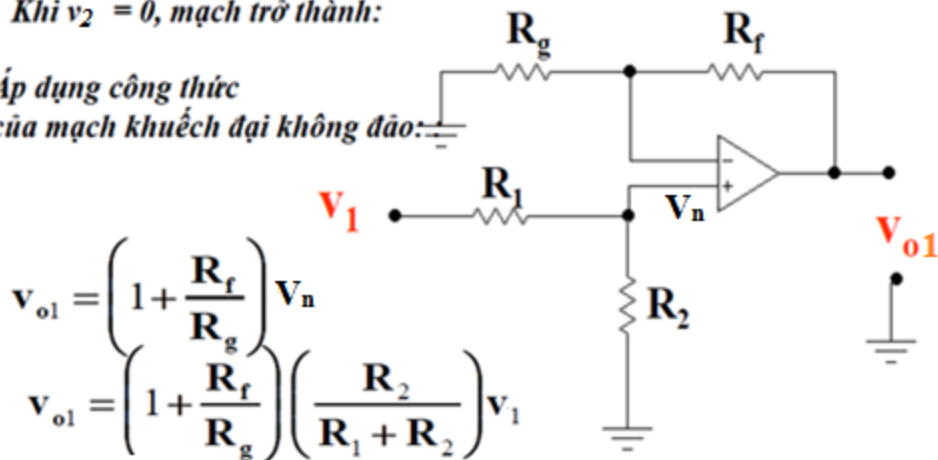


**Hướng dẫn:**

Đây là mạch cộng không đảo.

*Khi  $v_2 = 0$ , mạch trở thành:*

*Áp dụng công thức của mạch khuếch đại không đảo:*

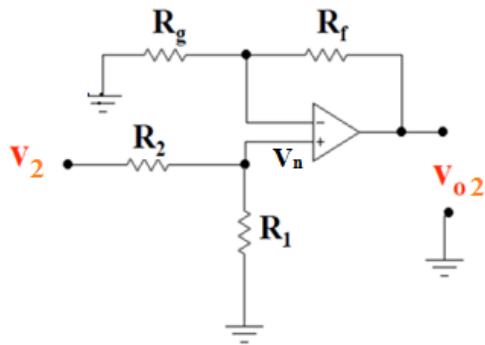


$$v_{o1} = \left(1 + \frac{R_f}{R_g}\right) v_n$$

$$v_{o1} = \left(1 + \frac{R_f}{R_g}\right) \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) v_1$$

Tương tự: khi  $v_1 = 0$ , mạch trở thành:





Tương tự ta có:

$$v_{o2} = \left( 1 + \frac{R_f}{R_g} \right) v_n$$

$$\text{Mà } v_n = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_2$$

Suy ra:

$$v_{o2} = \left( 1 + \frac{R_f}{R_g} \right) \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) v_2$$

Như vậy khi có cả 2 tín hiệu thì điện áp ngõ ra là:

$$v_o = v_{o1} + v_{o2}$$

$$\Rightarrow v_o = \left( 1 + \frac{R_f}{R_g} \right) \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_2 \right)$$

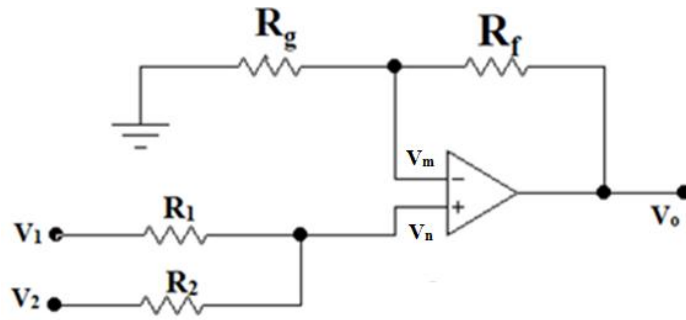
Nếu chọn  $R_1 = R_2 = R$ , ta có:

$$v_o = \left( 1 + \frac{R_f}{R_g} \right) \left( \frac{v_1 + v_2}{2} \right)$$

Và nếu  $R_f = R_g$ , ta có:

$$v_o = (v_1 + v_2)$$

Hoặc cách 2:



Xem Op-Amp lý tưởng ta có:  $V_n = V_m = \frac{R_g}{R_g + R_f} v_o$

Gọi  $I_1, I_2$  là dòng điện ở ngõ vào  $v_1, v_2$  và ta có:  $I_1 + I_2 = I_n = 0$  hay

$$\frac{v_1 - V_n}{R_1} + \frac{v_2 - V_n}{R_2} = 0$$

$$\Leftrightarrow R_2(v_1 - V_n) + R_1(v_2 - V_n) = 0$$

$$\Leftrightarrow R_2 v_1 - R_2 V_n + R_1 v_2 - R_1 V_n = 0$$

$$\Leftrightarrow R_2 v_1 + R_1 v_2 - (R_1 + R_2) V_n = 0$$

$$\Leftrightarrow R_2 v_1 + R_1 v_2 = (R_1 + R_2) V_n$$

Thay  $V_n$  vào biểu thức trên ta được:

$$R_2 v_1 + R_1 v_2 = (R_1 + R_2) \frac{R_g}{R_g + R_f} v_o$$

$$\Leftrightarrow v_o = \frac{R_g + R_f}{R_g} \cdot \frac{R_2 v_1 + R_1 v_2}{R_1 + R_2}$$

Nếu chọn  $R_1 = R_2 = R$ , thì ta có:

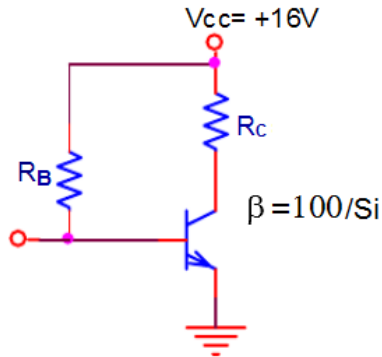
$$v_o = \left( 1 + \frac{R_f}{R_g} \right) \left( \frac{v_1 + v_2}{2} \right)$$

Và nếu  $R_f = R_g$  thì ta có:

$$v_o = v_1 + v_2$$

## Bài 11: Hướng dẫn Bài tập

Câu 1: Cho mạch khuếch đại công suất loại A như hình bên dưới, biết rằng tín hiệu sóng sin đỉnh–đỉnh  $V_{CE(p-p)} = 8V$ ,  $R_B = 16K\Omega$ ,  $R_C = 80\Omega$ . Xác định công suất vào, công suất ra và hiệu suất của mạch.



### **Hướng dẫn:**

Mạch KĐCS loại A

Ta có công suất vào:  $P_{i(DC)} = V_{CC} \cdot I_{CQ}$

$$I_B = \frac{V_{CC} - 0,7V}{R_B}$$

Và  $I_C = \beta I_B$  (đây cũng chính là  $I_{CQ}$ )

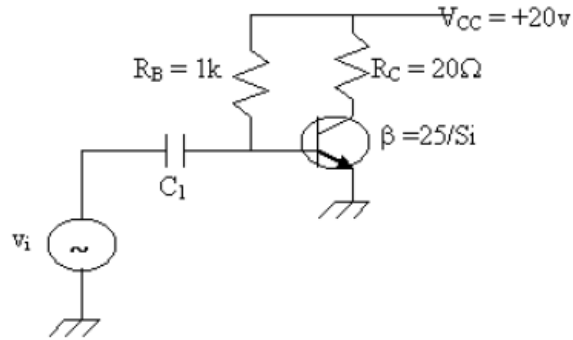
Công suất ra tính theo điện áp đỉnh đôi đỉnh, ta có:

$$P_{o(AC)} = \frac{V_{CE(p-p)}^2}{8R_C}$$

Hiệu suất của mạch:

$$\eta\% = \frac{P_{o(AC)}}{P_{i(DC)}} \cdot 100\%$$

Câu 2: Cho mạch khuếch đại công suất loại A như hình bên dưới, biết rằng khi có tín hiệu ở ngõ vào dòng  $I_B$  sẽ dao động với biên độ đỉnh là 10mA (hay  $I_{B(p)} = 10mA$ ). Tính công suất vào, công suất ra và hiệu suất của mạch.



### **Hướng dẫn:**

Ta có:

$$I_B = \frac{V_{CC} - 0,7V}{R_B}$$

Và  $I_C = \beta I_B$  (đây cũng chính là  $I_{CQ}$ )

Suy ra công suất vào:  $P_{i(DC)} = V_{CC} \cdot I_{CQ}$

Ta có:

$$I_{B(p)} = 10mA \Rightarrow I_{C(p)} = \beta I_{B(p)}$$

Công suất ra tính theo dòng điện đỉnh:

$$P_{o(AC)} = \left( \frac{I_{C(p)}}{\sqrt{2}} \right)^2 \cdot R_C = \frac{I_{C(p)}^2}{2} \cdot R_C$$

Hiệu suất của mạch:

$$\eta\% = \frac{P_{o(AC)}}{P_{i(DC)}} \cdot 100\%$$

Câu 3: Cho mạch khuếch đại công suất loại B, transistor ghép đẩy kéo dùng biến áp có dòng đỉnh qua tải là 4A và điện áp đỉnh ở ngõ ra mỗi transistor là 12V. Nguồn cung cấp là 24V, tỷ số vòng của biến áp 1:1. Giả sử bỏ qua các tổn hao dây quấn của các biến áp.

Hãy tìm:

- Công suất ra lấy trên tải
- Công suất trung bình được cung cấp từ nguồn DC
- Công suất tiêu tán trên mỗi transistor
- Hiệu suất của mạch trong trường hợp này

e) Giả sử điện trở tải  $R_L=8\Omega$ , tính công suất ra tối đa lấy trên tải

**Hướng dẫn:**

Ta có:  $v_{L(p)} = 12V$ ,  $I_{(p)} = 4A$ ,  $V_{CC}=24V$

a) Công suất ra lấy trên tải tính theo điện áp đỉnh ta có:

$$P_{o(AC)} = \frac{v_{L(p)}^2}{2R_L} = \frac{1}{2} v_{L(p)} \cdot I_P = 24W$$

b) Công suất trung bình được cung cấp từ nguồn DC

Ta có:  $P_{i(DC)} = V_{CC} \cdot I_{DC}$

Trong đó  $I_{DC}$  là dòng điện trung bình cung cấp cho mạch. Do dòng tải có đủ cả hai bán kỳ nên nếu gọi  $I_{(p)}$  là dòng đỉnh qua tải ta có:

$$I_{DC} = \frac{2}{\pi} I_{(p)}$$

Suy ra:  $P_{i(DC)} = V_{CC} \cdot I_{DC} = V_{CC} (0,636I_{(p)}) = 61,056W$

c) Công suất tiêu tán trên mỗi transistor

Ta có công suất tiêu tán trên 2 transistor:

$$P_{2Q} = P_{i(DC)} - P_{o(AC)} = 61,056 - 24 = 37,056W$$

Vậy công suất tiêu tán trên mỗi transistor:

$$P_Q = \frac{P_{2Q}}{2} = \frac{37,056}{2} = 18.528W$$

d) Hiệu suất của mạch trong trường hợp này

$$\eta\% = \frac{P_{o(AC)}}{P_{i(DC)}} \cdot 100\% = \frac{24}{61,056} \cdot 100\% = 39,31\%$$

e) Giả sử điện trở tải  $R_L=8\Omega$ , tính công suất ra tối đa lấy trên tải

Công suất ra sẽ tối đa khi  $v_{L(p)} = V_{CC}$

$$P_{o(AC)max} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} = 36W$$

*Lưu ý: cần chứng minh để dẫn đến các công thức trên.*

## Bài 12: Hướng dẫn Bài tập

Câu 1: Thiết kế mạch dao động dịch pha sử dụng Op-Amp có  $R = 1\text{K}\Omega$ . Hãy tính giá trị của  $R_f$  và  $C$  để mạch tạo ra dao động sóng sin có tần số  $f_0 = 1\text{KHz}$ .

**Hướng dẫn:** tham khảo mục 12.2.1 Mạch dao động RC, a) Mạch dao động dịch pha sử dụng Op-amp.

Từ công thức:  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$ , thay giá  $f_0$  và  $R$  vào ta tính được  $C$ .

Ta có:  $R_i$  được thay bằng  $R$  do đó,  $R_i = R = 1\text{K}\Omega$

$$A_v = -\frac{R_f}{R_i} = -29$$

$$\Leftrightarrow R_f = 29R_i$$

Câu 2: Tính tần số dao động của mạch cầu Wien có  $R_1 = R_2 = 51\text{K}\Omega$ ;  $C_1 = C_2 = 0,001\mu\text{F}$ .

**Hướng dẫn:** tham khảo mục 12.2.1 Mạch dao động RC, b) **Mạch dao động cầu Wien**

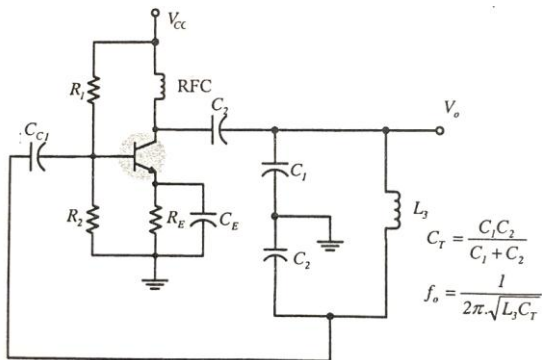
Chứng minh dẫn đến công thức:

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

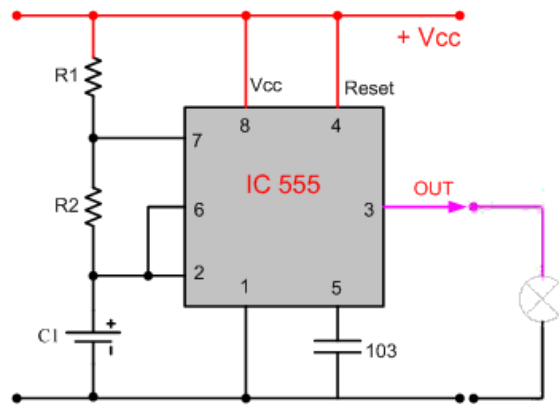
Thay giá trị của mạch cầu Wien có  $R_1 = R_2 = 51\text{K}\Omega$ ;  $C_1 = C_2 = 0,001\mu\text{F}$  ta tính được  $f_0$

Câu 3: Cho một mạch dao động Colpitts dùng transistor có  $C_1 = 0,01\mu\text{F}$ ;  $C_2 = 2500\text{pF}$  và  $L = 40\mu\text{H}$ . Hãy tính tần số dao động của mạch.

**Hướng dẫn:** tham khảo mục 12.2.2 Mạch dao động LC, b) **Mạch dao động Colpitts**



Câu 4: Thiết kế mạch dao động tạo xung vuông sử dụng IC 555 với các thông số như sau:



$$C1 = 10\mu\text{F}$$

$$R1 = R2 = 100\text{k}\Omega$$

a) Tính  $T_s$ ,  $T_m$  và  $T$

b) Tính tần số  $f = ?$

### Hướng dẫn:

Ta có:

$$C1 = 10\mu\text{F} = 10 \times 10^{-6} = 10^{-5} \text{ F}$$

$$R1 = R2 = 100\text{k}\Omega = 100 \times 10^3 \Omega$$

$$\text{Ta có } T_s = 0,7 \times R2 \times C1 = 0,7 \times 100.10^3 \times 10^{-5} = 0,7 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} T_m &= 0,7 \times (R1 + R2) \times C1 = \\ &= 0,7 \times 200.10^3 \times 10^{-5} = 1,4 \text{ s} \end{aligned}$$

- $\Rightarrow T = T_m + T_s = 1,4\text{s} + 0,7\text{s} = 2,1\text{s}$
- $\Rightarrow f = 1 / T = 1/2,1 \sim 0,5 \text{ Hz}$

## Bài 12: Hướng dẫn Bài tập

**Câu 1.** Thiết kế mạch dùng hai cổng logic thỏa bảng sự thật sau đây:

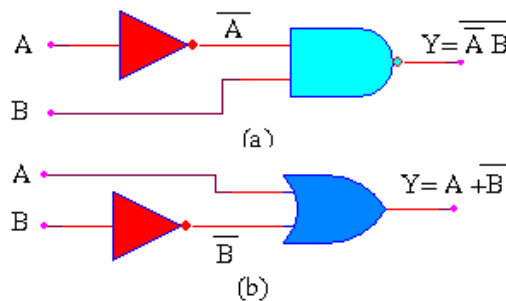
| Vào |   | Ra |
|-----|---|----|
| A   | B | Y  |
| 0   | 0 | 1  |
| 0   | 1 | 0  |
| 1   | 0 | 1  |
| 1   | 1 | 1  |

**Hướng dẫn:**

Vì ngõ ra bằng 0 chỉ một trường hợp nên ta viết hệ thức logic ở trường hợp này.  $Y=0$  khi  $A=0$  và  $B=1$  nên  $\bar{Y} = \bar{A}B$ . Để có  $Y$  ta đảo  $\bar{Y}$ , nên  $Y = \overline{\bar{Y}} = \overline{\bar{A}B}$ . Mạch thực hiện cổng NOT để tạo ra  $\bar{A}$ , tiếp theo là cổng NAND của  $\bar{A}$  và  $B$  (hình 1.a)

Cách khác ta có thể dựa vào bảng sự thật để viết hàm logic cho  $Y$  và kết quả như sau:

$Y = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B} + AB$  sử dụng các định lý của đại số Boole ta biến đổi và được kết quả cuối cùng là  $Y = A + \bar{B}$  (hình 1.b).



Hình 1

**Câu 2:** Chứng tỏ

$$(A+B)(\bar{A}+\bar{C}) = \bar{A}B + A\bar{C}$$

**Hướng dẫn:**

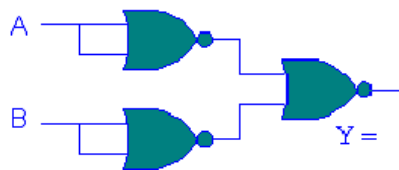
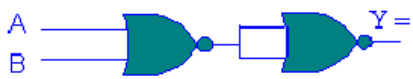
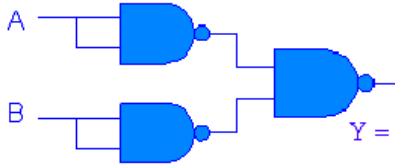
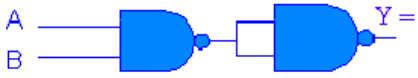
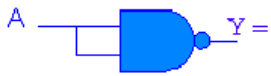
$$\begin{aligned} (A+B)(\bar{A}+\bar{C}) &= A\bar{A} + A\bar{C} + B\bar{A} + B\bar{C} \\ &= 0 + A\bar{C} + \bar{A}B + B\bar{C} = A\bar{C} + \bar{A}B + B\bar{C} \end{aligned}$$

Vận dụng các công thức ta biến đổi được:

$$(A+B)(\bar{A}+\bar{C}) = A\bar{C} + \bar{A}B + B\bar{C} = A\bar{C} + \bar{A}B$$

**Câu 3:** Cho các mạch logic sau:

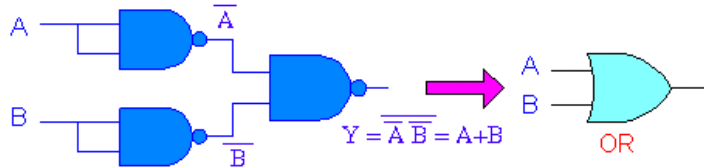
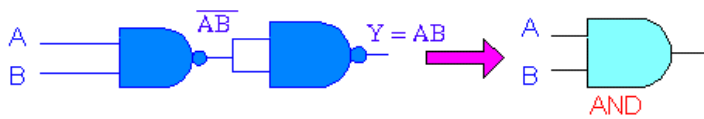
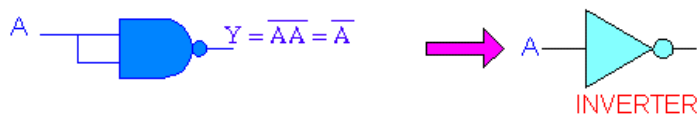


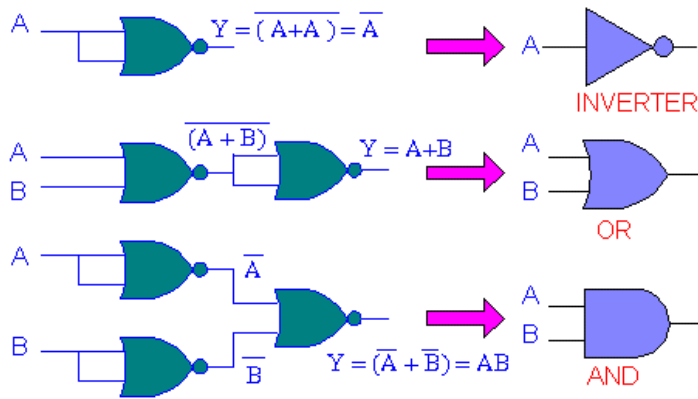


a) Hãy viết biểu thức ở ngõ ra-Y=?

b) Từ các sơ đồ mạch trên chuyển sang 1 cổng logic tương ứng.

Hướng dẫn:





**Câu 4:** Áp dụng các định lý đại số Boole để rút gọn biểu thức logic sau:

- (a)  $A\overline{B}C + A\overline{B}\overline{C}$   
 (b)  $ABC + ABD + AB$   
 (c)  $AB(\overline{A} + C)$   
 (d)  $\overline{\overline{A} + \overline{BC}} \cdot \overline{A}$

**Hướng dẫn:**

- (a)  $A\overline{B}C + A\overline{B}\overline{C} = A\overline{B}(C + \overline{C}) = A\overline{B}.1 = A\overline{B}$   
 (b)  $ABC + ABD + AB = AB(C + D + 1) = AB.1 = AB$   
 (c)  $AB(\overline{A} + C) = A\overline{A}B + ABC = 0 + ABC = ABC$   
 (d)  $\overline{\overline{A} + \overline{BC}} \cdot \overline{A} = (\overline{\overline{A}} \cdot \overline{\overline{BC}}) \cdot \overline{A} = A \cdot BC \cdot \overline{A} = 0$

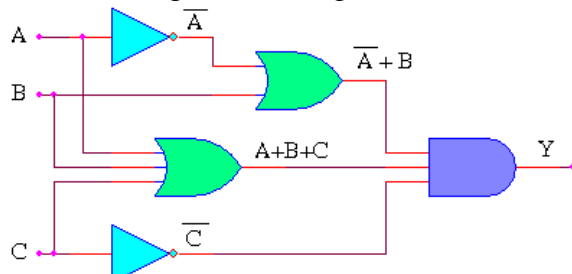
**Câu 5:** Đơn giản biểu thức logic sau:

$$Y = ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}C$$

**Hướng dẫn:**

$$\begin{aligned}
 Y &= ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}C = AB(C + \overline{C}) + A\overline{B}C \\
 &= AB(1) + A\overline{B}C \\
 &= A(B + \overline{B}C) \\
 &= A(B + C)
 \end{aligned}$$

**Câu 6:** Đơn giản mạch logic ở hình sau:



**Hướng dẫn:**

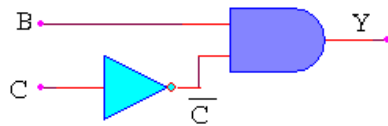
Trước tiên ta viết biểu thức logic cho ngõ ra:

$$Y = (\bar{A} + B)(A + B + C)(\bar{C})$$

Rút gọn biểu thức ta được:

$$\begin{aligned} Y &= (\bar{A} + B)(A + B + C)(\bar{C}) \\ &= \bar{A}A\bar{C} + \bar{A}C\bar{C} + \bar{A}C\bar{C} + AB\bar{C} + BB\bar{C} + BC\bar{C} \\ &= 0 + \bar{A}B\bar{C} + 0 + AB\bar{C} + B\bar{C} + 0 \\ &= B\bar{C}(\bar{A} + A + 1) \\ &= B\bar{C} \end{aligned}$$

Từ biểu thức vừa rút gọn được ta thành lập được mạch logic mới như sau:



**Câu 7:** Hãy sử dụng các toán tử NOR để thực hiện các toán tử logic NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, và XNOR.

**Hướng dẫn:**

