

Chứa đề:

Câu 1:

a) Thiết kế mạch khuếch đại (xác định giá trị các điện trở) tín hiệu nhỏ BJT như hình ($\beta = 80$, $r_o = \infty$, với các thông số cần đặt như sau:

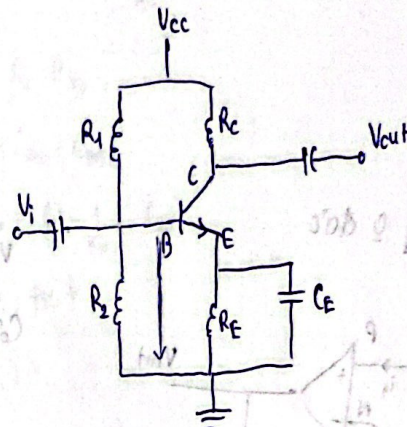
- Hệ số khuếch đại $A_v = -200$ (lần)

- Điểm làm việc: $V_{BEQ} = 0.7V$, $I_{CEQ} = 8mA$, $V_{CEQ} = 10V$, Giả sử C_E đủ lớn để ngắn mạch

b) Tính trở kháng vào và ra (Z_i , Z_o) của mạch trên. Nếu tín hiệu vào có $V_i(rms) = 20mV$, tính điện áp xấp xỉ ở đầu ra (không tải)

B₁: Xét đây là mạch gì

Sd phân cực nhỏ
base
emitter
phân áp
hệ số collector (0.4m)



Vào B ra C \Rightarrow mạch EC
- sd p² phân áp

a)

B₂: Xét cho đc 1c:

$$\begin{cases} V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E \\ V_B = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = V_{BE} + I_E R_E \end{cases}$$

$$\begin{cases} 20 = 8 \cdot 10^{-3} R_C + 10 + 8 \cdot 10^{-3} R_E & (1) \\ \frac{20 R_2}{R_1 + R_2} = 0.7 + 8 \cdot 10^{-3} R_E & (2) \end{cases}$$

Xét chế độ xlc:

Đây là mạch EC mà có tụ $C_E \parallel R_E$

$$K_u = -g_m R_C = -\frac{R_C}{r_e} \quad \left(g_m = \frac{1}{r_e} = \frac{I_C}{26 \cdot 10^{-3}} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{26 \cdot 10^{-3}} = \frac{4}{13} \right)$$

$$\Rightarrow K_u = -\frac{4}{13} R_C \quad (\Rightarrow) \quad -200 = -\frac{4}{13} R_C \quad \Rightarrow R_C = 650 \Omega$$

$$\text{thay (1)} \Rightarrow R_E = 600 \Omega$$

$$\text{thay } R_E \text{ vào (2): } \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{11}{40}$$

$$\text{chọn } \begin{cases} R_2 = 410 \\ R_1 = 290 \end{cases}$$

Cần thiết kế mạch sao cho:

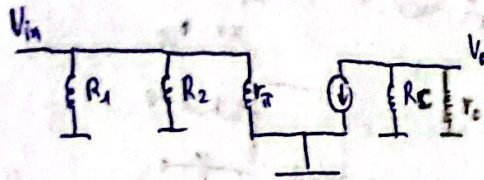
$$R_1 = 290 \Omega$$

$$R_2 = 410 \Omega$$

$$R_C = 650 \Omega$$

$$R_E = 600 \Omega$$

$$Z_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel r_{\pi} ; Z_o = R_c \parallel r_o \quad (\text{nếu có } r_o \text{ thì } Z_o = R_c \parallel r_o)$$



$$\Rightarrow \frac{1}{Z_{in}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_{\pi}}$$

$$\text{với } r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m} = \frac{80}{\frac{4}{13}}$$

$$\Rightarrow Z_{in} = 61(\Omega)$$

$$Z_{out} = R_c = 650(\Omega)$$

$$\text{Có } K_u = -200 = \frac{V_{out}}{V_{in}} \Rightarrow V_{out} = -200V_{in} = -200 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = -4(V)$$

Câu 2: a) Nếu nguồn tín hiệu của tổng khuếch đại công suất là tổng KĐ tín hiệu nhỏ trong câu 1, tính công suất (xc) ra trên tải R_c của mạch kết công suất khi tín hiệu vào của tổng 1 là 20mV. Chú ý $V_{cc} = 20V$

b) Nếu các p² giúp tổng công suất của tín hiệu ra trên tải R_c ? Sinh viên có thể thay đổi thiết kế mạch điện của tổng khuếch đại công suất của câu 2.

$$a) P_{ra} = I_c \cdot R_c = \frac{(V_{ce})^2}{R_c} = \frac{V_o^2}{R_c} \quad (\text{Ct P theo hiệu dụng})$$

$$= \left(\frac{V_o}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{1}{R_c} = \left(\frac{I_c}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot R_c$$

$$\text{Có: } V_{i2} = V_{o1} = -4(V)$$

mạch này là mạch CC (vào B ra E)

$$\Rightarrow K_{u2} \approx 1 = \frac{V_o}{V_{i2}} = \frac{V_o}{-4} \Rightarrow V_o = -4 \Rightarrow P_{ra} = \left(\frac{-4}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{1}{R_c} = 0,5(W)$$

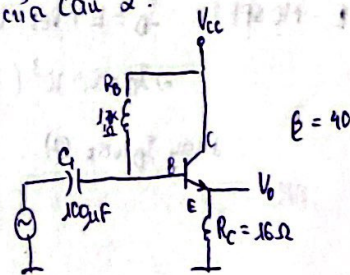
b) mạch CC nên $V_o = V_{in} \rightarrow$ & thay đổi đc

$$\Rightarrow \text{Chọn } R_c = 1\Omega \Rightarrow P_{ra} = \left(\frac{V_o}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{1}{1} = 8(W)$$

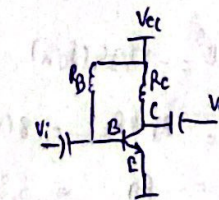
$$\Rightarrow E_c \Rightarrow K_u = -\frac{R_c}{r_e} = -\frac{R_c}{\frac{26 \cdot 10^{-3}}{I_c}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{R_c \cdot I_c}{26 \cdot 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow P = \left(\frac{V_{in} \cdot I_c \cdot R_c}{26 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{1}{R_c}$$



$$\text{hiệu dụng} = \frac{V_o}{\sqrt{2}}$$



$$(I_c = \beta \cdot I_B)$$

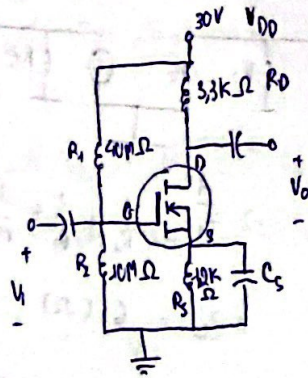
Câu 3:

- a) Tính các tham số xoay chiều trở kháng vào, trở kháng ra, hệ số điện áp.
b) Nếu điện áp vào là 50 mV, tính điện áp ra trên tải có $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ của h (A/V²)

Xét mạch qđ, sd p² cực qđ

→ S chung, sd p² p. qđ.

Xét chế độ lđ



$$V_{GS(th)} = 3\text{V}$$

$$k = 0.4 \cdot 10^{-3}$$

$$\begin{cases} V_{DD} = I_D \cdot R_D + V_{DS} + I_S \cdot R_S \\ V_G = \frac{V_{DD} \cdot R_2}{R_1 + R_2} = V_{GS} + I_S \cdot R_S \end{cases}$$

$$\begin{cases} 30 = 3.3 \cdot 10^3 \cdot I_D + V_{DS} + I_D \cdot 1.2 \cdot 10^3 & (1) \quad (I_S \approx I_D) \\ \frac{30 \cdot 10}{40 + 10} = V_{GS} + I_D \cdot 1.2 \cdot 10^3 & (2) \end{cases}$$

+ E-MOSFET: $I_D = k (V_{GS} - V_{GS(th)})^2$

$$\Rightarrow I_D = 0.4 \cdot 10^{-3} \cdot (V_{GS} - 3)^2$$

thay I_D vào (2): $24 = V_{GS} + 0.48 (V_{GS} - 3)^2$

$$\begin{cases} V_{GS} = 8.65 \text{ (V)} & (\text{hợp}) \\ V_{GS} = -4.738 \text{ (V)} & (1) \end{cases} \quad (\text{Vì E-MOSFET kênh N có } V_{GS} > 0)$$

thay V_{GS} vào (2) $\Rightarrow I_D = 12.8 \text{ (mA)}$

$g_m = 2k \cdot (V_{GS} - V_{GS(th)}) = 11.5 \text{ (mS)}$

Xét chế độ xc

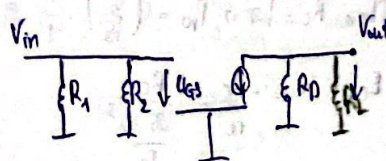
SC tq đq EC
E-MOSFET BJT

$K_u = -g_m \cdot R_D$

$K_u = -g_m \cdot R_c$

$= -11.5 \cdot 3.3 \cdot 10^3 = -37.95 \text{ (đơn vị)}$

$$\begin{cases} Z_m = R_1 \parallel R_2 = 8 \text{ (M}\Omega) \\ Z_o = R_D = 3.3 \text{ (k}\Omega) \end{cases}$$



b) $V_i = 50 \text{ mV}$
đáp ra trên tải R_L

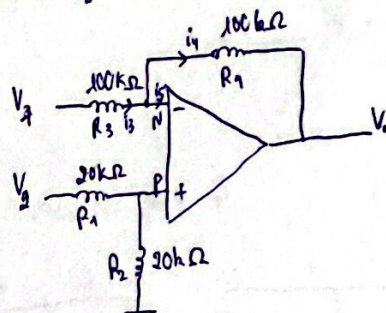
Khi có tải $K_u = -g_m (R_D \parallel R_L)$
 $= -28,5 \text{ (lần)}$

$= \frac{V_o}{V_{in}} \rightarrow V_o = -28,5 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ (V)} (= V_{RL} = V_{RD})$
 $= -1,425 \text{ (V)}$

Câu 4:

a) Xét biểu thức V_o theo V_1 và V_2

b) Nếu muốn $V_o = 2V_2 - 3V_1$ thì thay đổi mạch điện thế nào?



(thêm N chốt -)
P chốt +

a) Xét dòng là mạch kết thuộc tính gì? \rightarrow Mạch KĐT vì sai

+ $V_N = V_P; i_5 = 0$

$V_P = V_{R2} = \frac{V_2 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_2}{2}$

+ $i_3 = i_5 + i_4 \Rightarrow i_3 = i_4$
+ $\begin{cases} V_{R3} = V_1 - V_N \\ V_{R1} = V_N - V_o \end{cases}$

$\Rightarrow V_1 - V_o = V_{R3} + V_{R4} = i_3 \cdot R_3 + i_4 \cdot R_4 = i_3 (R_3 + R_4) = 2V_{R3}$

Có $V_{R3} = V_1 - V_N = V_1 - \frac{V_2}{2} \Rightarrow V_1 - V_o = 2(V_1 - \frac{V_2}{2})$

$\Rightarrow V_o = V_2 - V_1$

b) $V_o = 2V_2 - 3V_1$

$V_N = V_P; i_5 = 0$

Có: $i_3 = i_5 + i_4 \Rightarrow i_3 = i_4$

$V_P = V_{R2} = \frac{V_2 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

$\begin{cases} V_1 - V_N = V_{R3} \\ V_N - V_o = V_{R4} \end{cases} \Rightarrow V_1 - V_o = V_{R3} + V_{R4} = i_3 (R_3 + R_4)$
Cđ: $V_1 - V_N = V_{R3}$

$\Rightarrow V_1 - \frac{V_2 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = i_3 \cdot R_3 \Rightarrow i_3 = \frac{V_1}{R_3} - \frac{V_2 \cdot R_2}{(R_1 + R_2) R_3} \Rightarrow V_1 - V_o = \left[\frac{V_1}{R_3} - \frac{V_2 \cdot R_2}{(R_1 + R_2) R_3} \right] (R_3 + R_4)$

$\Rightarrow V_o = V_1 - \frac{V_1}{R_3} (R_3 + R_4) + \frac{V_2 \cdot R_2 (R_3 + R_4)}{R_3 (R_1 + R_2)} \Rightarrow$ chọn h số \Rightarrow vẽ lại mạch

cho sơ đồ mạch KA dùng BJT

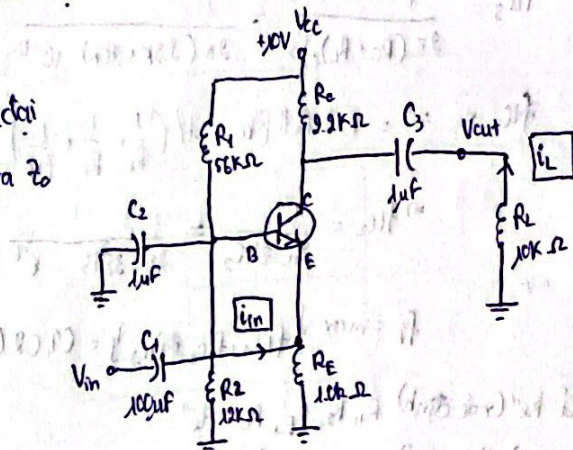
a) Nêu tên (biểu mẫu) và cách phân cực của mạch khuếch đại

b) Vẽ mạch tương đương cho mô hình tín hiệu nhỏ

c) Xét hệ số khuếch đại điện áp $A_u = \frac{V_{out}}{V_{in}}$, hệ số lợi ích dòng điện $A_i = \frac{i_L}{i_{in}}$, trở kháng vào Z_i và trở kháng ra Z_o

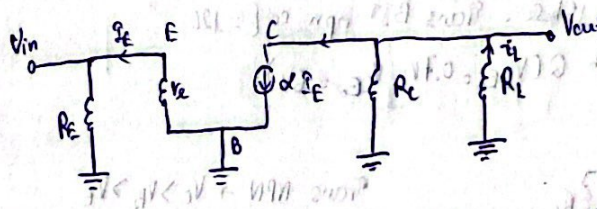
d) Xét tần số cắt dưới f_L của mạch k. đại

biết $\beta = 250$



a) Vào E ra C \rightarrow B chung. Phân cực phân áp

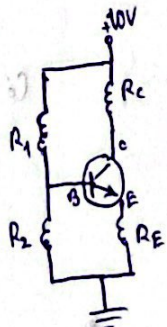
b)



c) Xét chế độ 1 chiều:

$$\begin{cases} V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E \\ V_B = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = V_{BE} + I_E R_E \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 10 = I_C \cdot 9.9 \cdot 10^3 + V_{CE} + I_C \cdot 10^3 \\ \frac{10 \cdot 12 \cdot 10^3}{56 \cdot 10^3 + 12 \cdot 10^3} = 0.7 + I_C \cdot 10^3 \end{cases} \Rightarrow$$



Chế độ tĩnh

$$\begin{cases} E_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} \\ R_{th} = R_1 \parallel R_2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow I_B &= \frac{E_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta + 1) R_E} \\ &= \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} - 0.7}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + (\beta + 1) R_E} = 4.08 (\mu A) \end{aligned}$$

$$I_C = \beta I_B = 1.02 (mA)$$

$$I_E = (\beta + 1) I_B \approx 1.02 (mA)$$

$$\Rightarrow r_e = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{1.02 \cdot 10^{-3}} = 25.5 (\Omega)$$

Chế độ xc: $Z_{in} = R_E \parallel r_e = 24.86 (\Omega)$

$$Z_{out} = R_C \parallel R_L = 1.8 (k\Omega)$$

$$V_{in} = -I_E \cdot r_e$$

$$V_{out} = -\alpha I_E \cdot Z_{out} = -\frac{\beta}{\beta + 1} \cdot I_E \cdot R_C \parallel R_L$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_C \parallel R_L}{r_e} = 70.72$$

$$A_i = \frac{i_L}{i_{in}} = \left(\frac{-V_{out}}{R_L} \right) \cdot \frac{V_{in}}{Z_{in}} = -\frac{V_{out}}{R_L} \cdot \frac{Z_{in}}{V_{in}} = -A_v \cdot \frac{Z_{in}}{R_L} = -0.18$$

$$d) f_{LC1} = \frac{1}{2\pi \cdot Z_{in} \cdot C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 29,86 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}$$

$$f_{LC3} = \frac{1}{2\pi (R_C + R_L) \cdot C_3} = \frac{1}{2\pi (2,2K + 10K) \cdot 10^{-6}}$$

$$f_{LC2} = z' = R_1 \parallel R_2 \parallel R_E = 1 / \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_E} \right)$$

$$\Rightarrow f_{LC2} = \frac{1}{2\pi \cdot z' \cdot C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 3875 \cdot 10^{-6}}$$

$$f_L = \max \{ f_{LC1}, f_{LC2}, f_{LC3} \} = 69,02 \text{ (Hz)}$$

③ Thiết kế (xác định) R_1, R_2, R_E, R_C để:

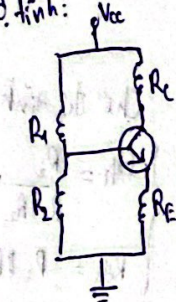
a) Hệ số khuếch đại điện áp $A_v = \frac{V_o}{V_i}$ có giá trị tuyệt đối ≥ 100

b) Trở kháng ra yêu cầu $Z_o \leq \frac{R_L}{10}$

biết $V_{CC} = 10V$, $R_L = 1,5k\Omega$, Trans BJT npn có $\beta = 120$.

Điều kiện việc tính QCVBE = 0,7V; $V_{CEQ} = 6V$

Chọn để tính:



Trans NPN $\rightarrow V_C > V_B > V_E$

$$\Rightarrow V_{CC} - I_C R_C > V_{BE} + I_E R_E > I_E R_E \quad (*)$$

$$\text{Có: } V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E = \beta I_B R_C + V_{CE} + (\beta + 1) I_B R_E$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{\beta R_C + (\beta + 1) R_E} = \frac{4}{120 R_C + 121 R_E} \quad (1)$$

$$Z_o = R_C \leq \frac{R_L}{10} = 1,5K\Omega \quad \text{Chọn } R_C = 1,5K\Omega$$

$$\begin{aligned} V_{out} &= -\beta I_B R_C \Rightarrow A_v = \frac{R_C}{r_e} \geq 100 \Rightarrow r_e \leq 1,5K\Omega \\ V_{in} &= I_B \cdot \beta r_e \end{aligned} \quad \text{Chọn } r_e = 10\Omega$$

$$\Rightarrow I_E = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{r_e} = 2,6 \text{ (mA)} \Rightarrow I_B = I_E = \frac{2,6 \cdot 10^{-3}}{\beta + 1} \text{ (A)}$$

$$\text{thay } I_B, R_C \text{ vào (1)} \Rightarrow R_E = 51\Omega$$

thay R_E, I_E, R_C, I_C vào (*) \Rightarrow tìm

$$\text{Có: } \begin{cases} R_{th} = R_1 \parallel R_2 \\ V_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} = \frac{10 R_2}{R_1 + R_2} \end{cases} \Rightarrow I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta + 1) R_E} \Rightarrow \frac{26 \cdot 10^{-3}}{121} = \frac{\frac{10 R_2}{R_1 + R_2} - 0,7}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + 121 \cdot 51}$$

$$\text{Chọn } R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$\Rightarrow R_1 = 87519\Omega$$

c) Kđ dùng JFET:

Nêu tên (kiểu mốt) & sơ hình hồi tiếp

b) Sơ hình đáp $A_u = \frac{V_o}{V_i}$, Z_{in} , Z_o khi chưa có hồi tiếp

c) Sơ hình $A_{uht} = \frac{V_o}{V_s}$, Z_i , Z_o khi có ht

$$R_1 = 80k\Omega, R_2 = 20k\Omega, R_D = 40k\Omega, R_D = 8k\Omega, g_m = 5ms$$

a) Mạch kết s chung,
hồi tiếp nối tiếp điện áp

b) Khi ngắt, hồi tiếp:

$$g_m = 5ms$$

Sử dụng cực self-bias $\rightarrow Z_{in} = R_G$

$$Z_{out} = R_D \parallel R_o \parallel (R_1 + R_2)$$

$$= 8k \parallel 40k \parallel (80 + 20k) = 6250 (\Omega)$$

$$A_u = \frac{V_o}{V_i} = -g_m (R_D \parallel R_o \parallel (R_1 + R_2)) = -31,25 (\text{lần})$$

c) Khi có hồi tiếp:

$$\begin{cases} U_i = V_s - V_f \rightarrow V_f = V_s - V_i \\ V_o = A \cdot V_i \\ \beta = \frac{V_f}{V_o} = \frac{-R_2}{R_1 + R_2} = -0,2 \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{V_s - V_i}{A \cdot V_i} = -0,2$$

$$\Rightarrow V_s = (1 - 0,2 \cdot A) \cdot V_i = (1 - 0,2A) Z_i \cdot Z_i$$

$$\Rightarrow \frac{V_s}{Z_i} = Z_{if} = (1 - 0,2A) Z_i = 7,25 \cdot R_G$$

Khi xét Z_{of} , ngắt mạch được $\Rightarrow V_s = 0 \Rightarrow V_i = -V_f$

$$Z_{of} = \frac{-Z_{out}}{1 + \beta A} = \frac{6250}{1 + (-0,2) \cdot (-31,25)} = 862 (\Omega)$$

$$A_f = A_{uht} = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{-31,25}{1 + (-0,2) \cdot (-31,25)} = -4,31 (\text{lần})$$

