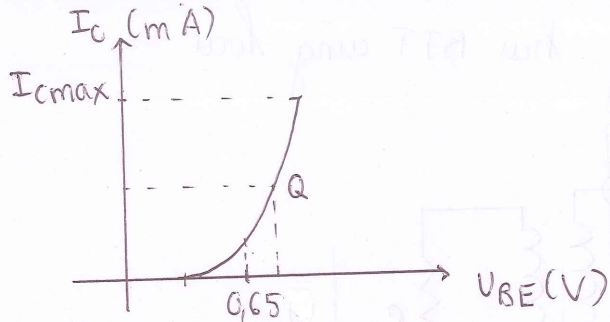


Ôn tập Điện tử tương tự 1 Cuối kỳ

Câu 1: Trình bày các chế độ làm việc của BJT và khuếch đại công suất đẩy kéo.

1) Các chế độ làm việc của BJT

a) chế độ A



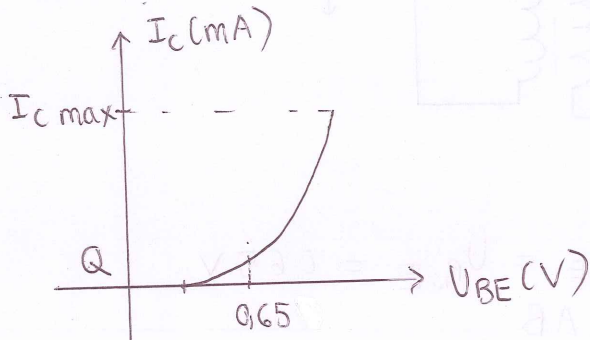
Chọn điểm làm việc tĩnh ở

chính giữa đặc tuyến

Ưu điểm: khuếch đại được V_o lớn

Nhược điểm: BJT tiêu thụ công suất ở chế độ tĩnh gây hao phí và tỏa nhiệt dễ hỏng.

b) chế độ B



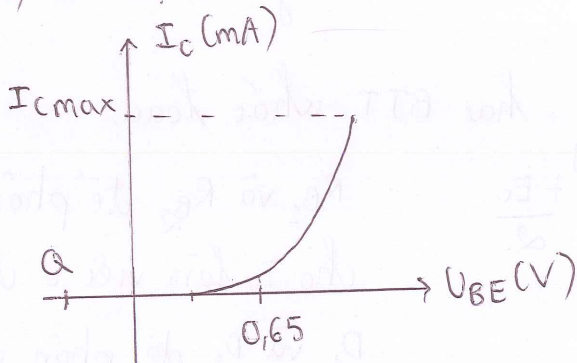
Chọn điểm làm việc tĩnh tại gốc

tọa độ

Ưu điểm: không tiêu thụ công suất ở chế độ tĩnh ($I_{CQ} = 0$)

Nhược điểm: Tín hiệu ra bị cắt.

c) chế độ C



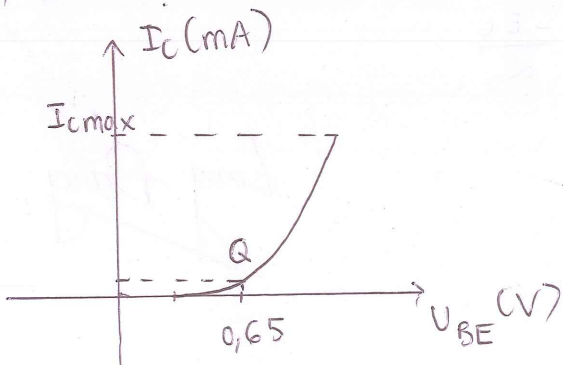
Chọn điểm làm việc tĩnh tại phía trái trục hoành V_{BE} ($V_{BEQ} < 0$)

Ưu điểm: không tiêu thụ công suất ở chế độ tĩnh

Nhược điểm: Tín hiệu ra bị cắt

d) chế độ D: Chọn điểm làm việc tĩnh tại $I_C = 0$ hoặc $I_C = I_{Cmax}$

e) chế độ AB:



Chọn điểm làm việc tĩnh

Có $V_{BE} = 0.65V$, $I_C = \frac{I_{Cmax}}{10}$

Ưu điểm: Tiêu thụ công suất thấp

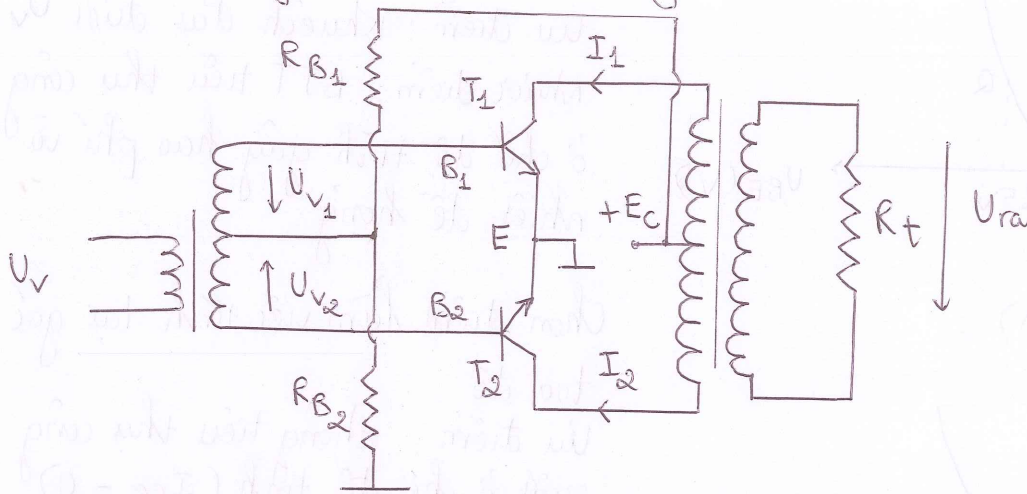
Nhược điểm: Tín hiệu ra bị cắt

Long Đặng

c) Khuếch đại công suất tải kéo

- không dùng chế độ A vì chủ cần 1 BJT đã có thể khuếch đại được
- không dùng chế độ B hoặc C vì sẽ có méo chuyển BJT do tín hiệu rơi vào vùng cắt.
- Phải dùng hai BJT làm việc ở chế độ AB.

Cách 1: Nguồn tải đối xứng, hai BJT cùng loại

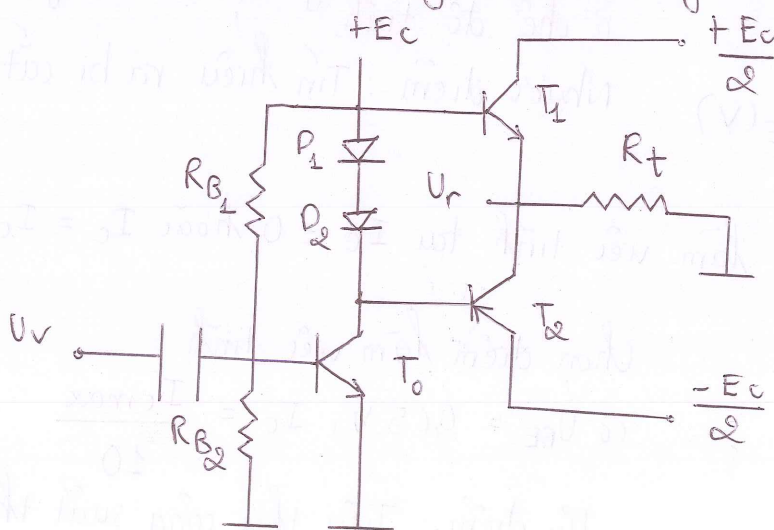


R_{B_1} và R_{B_2} để phân cực cho $U_{B_1E} = U_{B_2E} = 0,65V$

→ hai BJT làm việc ở chế độ AB

U_{v1} và U_{v2} ngược pha nên tại mỗi nửa chu kỳ chỉ có một BJT làm việc.

Cách 2: Tải đơn nguyên đối xứng, hai BJT khác loại.

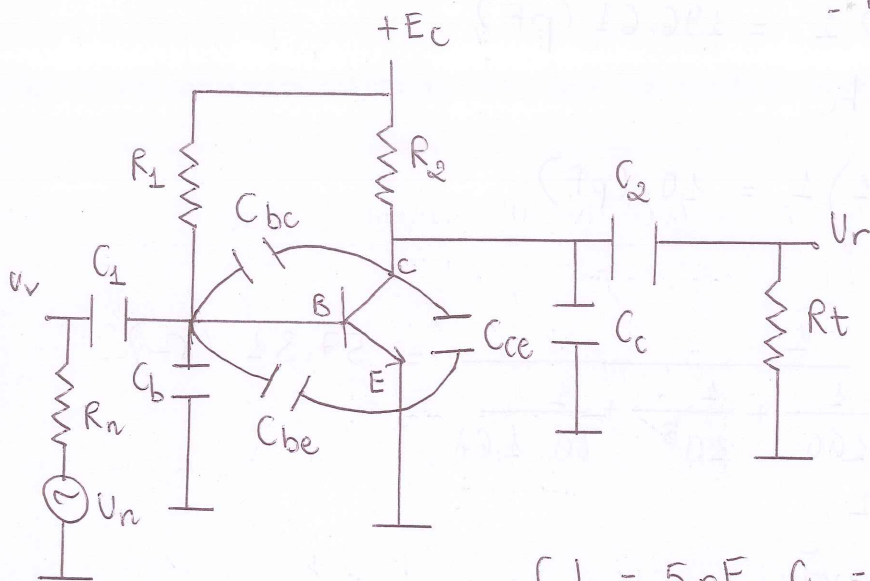


R_{B_1} và R_{B_2} để phân cực
cho T_0 làm việc ở chế độ A
 D_1 và D_2 để phân cực cho
 T_1 và T_2 làm việc ở chế
độ AB.

Long Dancy

Câu 2: Khuếch đại tín hiệu nhỏ
Đáp ứng tần số

Cho BJT như hình vẽ



- Cho: $U_n = 5 \text{ mV}$, $\beta = 80$
 $E_c = 20 \text{ V}$

- Điện trở:

$$R_n = 100 \Omega$$

$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_t = 1 \text{ k}\Omega$$

- Các tụ ghép tầng:

$$C_1 = 0,47 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 1 \mu\text{F}$$

- Các tụ ký sinh:

$$C_b = 5 \text{ pF}, C_c = 7 \text{ pF}$$

$$C_{bc} = 1 \text{ pF}, C_{be} = 3 \text{ pF}, C_{ce} = 2 \text{ pF}$$

a) Tìm điểm làm việc tĩnh Q. Vẽ đường tải tĩnh (một chiều)

b) Vẽ đường tải động (xoay chiều)

c) Xem các tụ ghép tầng ngắn mạch, các tụ ký sinh hở mạch. Tính U_r

d) Vẽ đáp ứng tần số của mạch khuếch đại trên

$$a) E_c = I_{BQ} \cdot R_1 + U_{BEQ} \rightarrow I_{BQ} = \frac{E_c - U_{BEQ}}{R_1} = \frac{20 - 0,65}{100} = 0,19 \text{ (mA)}$$

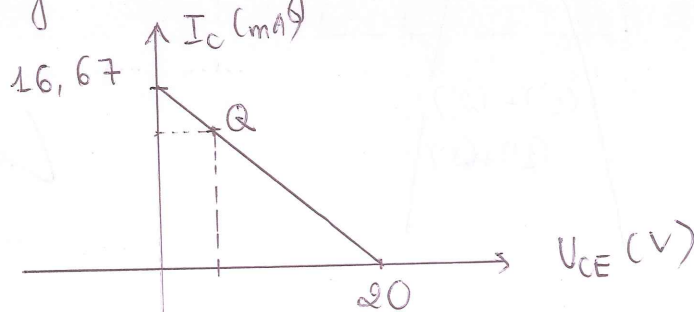
$$\Rightarrow I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 80 \cdot 0,19 = 15,48 \text{ (mA)}$$

$$\Rightarrow U_{CEQ} = E_c - I_{CQ} \cdot R_2 = 20 - 15,48 \cdot 1,2 = 1,42 \text{ (V)}$$

Điểm làm việc tĩnh Q ($I_{BQ} = 0,19 \text{ mA}$, $I_{CQ} = 15,48 \text{ mA}$, $U_{CEQ} = 1,42 \text{ V}$)

$$U_{CEQ} = E_c - I_{CQ} \cdot R_2 = 20 - 1,2 I_{CQ}$$

Phương trình đường tải tĩnh: $I_c = 16,67 - 0,83 U_{CE}$



Long Dăng

d) Xét đáp ứng tần số cao

$$\text{Theo câu c ta có } K_{utp} = \frac{U_{ra}}{U_n} = \frac{U_{ra}}{U_v} \cdot \frac{U_v}{U_n} = -327,38 \cdot 0,57 = -187,61$$

$$\text{Đặt } C_1' = C_b \parallel C_{be} \parallel (1 - K_{utp}) C_{bc}$$

$$C_1' = C_b + C_{be} + (1 - K_{utp}) C_{bc}$$

$$C_1' = 5 + 3 + (1 + 187,61) 1 = 196,61 \text{ (pF)}$$

$$\text{Đặt } C_2' = C_c \parallel C_{ce} \parallel \left| \frac{1}{K_{utp}} - 1 \right| C_{bc}$$

$$C_2' = 7 + 2 + \left(\frac{1}{187,61} + 1 \right) 1 = 10 \text{ (pF)}$$

$$\text{Đặt } R_1' = R_n \parallel R_{11} \parallel \beta r_e$$

$$R_1' = \frac{1}{\frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{\beta r_e}} = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{10^5} + \frac{1}{80 \cdot 1,68}} = 57,31 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\text{Đặt } R_2' = R_2 \parallel R_t = 550 \text{ }\Omega$$

Bộ lọc thông thấp phía đầu vào:

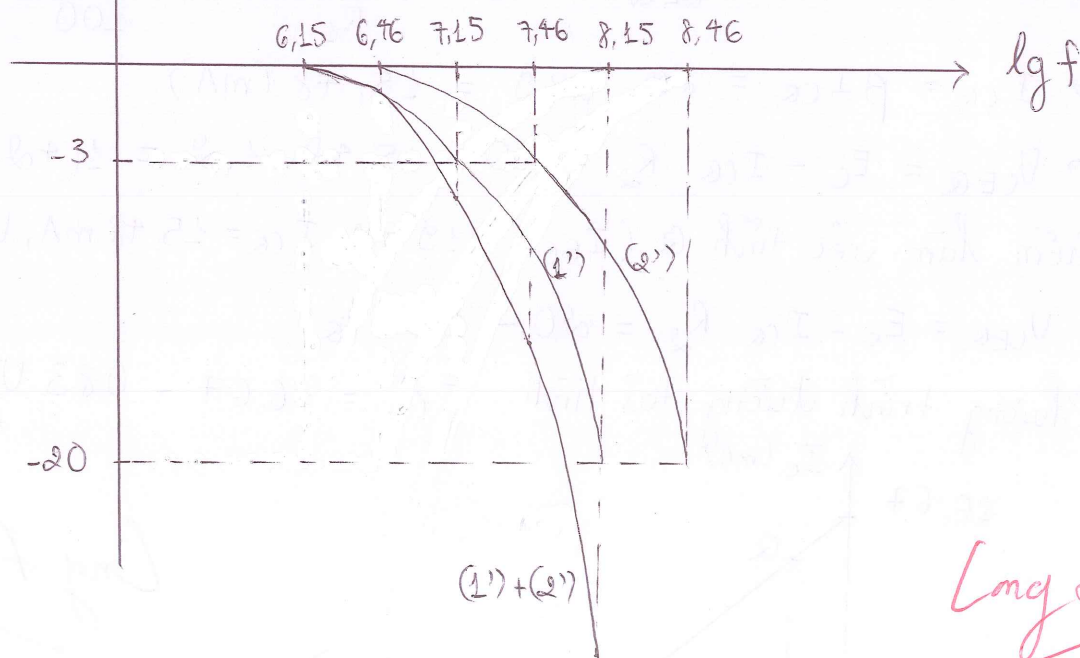
$$f_1' = \frac{1}{2\pi R_1' C_1'} = \frac{10^{12}}{2\pi \cdot 57,31 \cdot 196,61} = 14 \cdot 10^6 \text{ (Hz)} \Rightarrow \lg f_1' = 7,15$$

Bộ lọc thông thấp phía đầu ra:

$$f_2' = \frac{1}{2\pi R_2' C_2'} = \frac{10^{12}}{2\pi \cdot 550 \cdot 10} = 29 \cdot 10^6 \text{ (Hz)} \Rightarrow \lg f_2' = 7,46$$

Vẽ đáp ứng tần số cao:

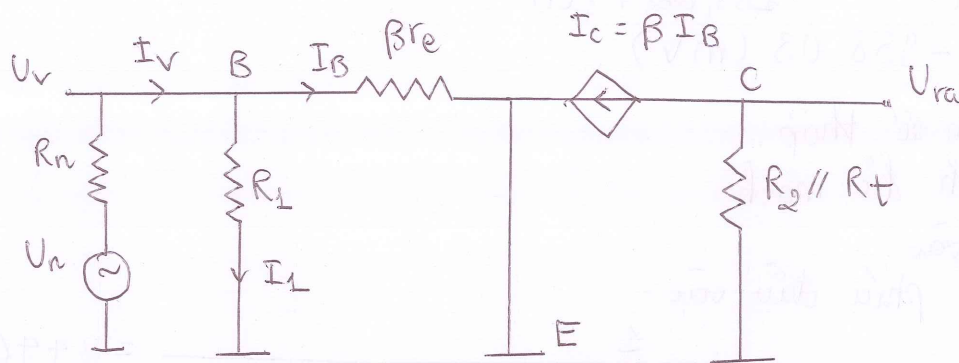
$|K_{utp}/K_{utp, \max}| \text{ (dB)}$



Long Dũng

b) Chế độ xoay chiều

Xem các tụ ghép tầng hở mạch, các tụ nối sinh ngắn mạch
 \Rightarrow Mô hình tương đương xoay chiều E chung



$$\tilde{U}_{CE} = -\tilde{I}_C (R_2 \parallel R_L)$$

$$\Rightarrow (U_{CE} - U_{CEQ}) = -(I_C - I_{CQ})(R_2 \parallel R_L)$$

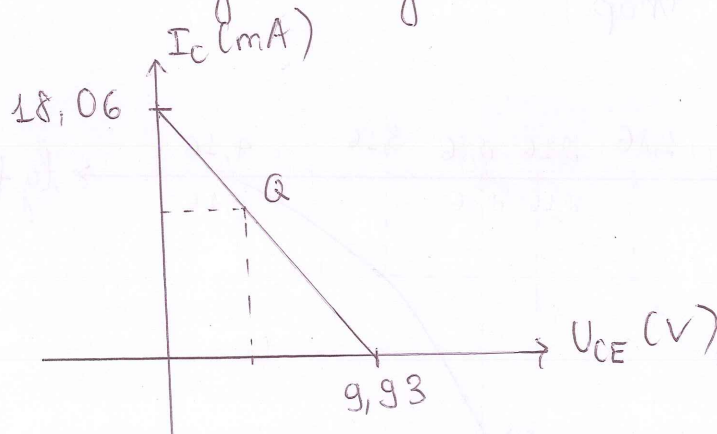
$$\Rightarrow U_{CE} = U_{CEQ} + (I_{CQ} - I_C)(R_2 \parallel R_L)$$

Thay số: $U_{CEQ} = 1,42 \text{ V}$, $I_{CQ} = 15,48 \text{ mA}$

$$R_2 \parallel R_L = \frac{R_2 R_L}{R_2 + R_L} = \frac{1,2 \cdot 1}{1,2 + 1} = 0,55 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

$$U_{CE} = 1,42 + 0,55(15,48 - I_C) = 9,93 - 0,55 I_C$$

Phương trình đường tải động: $I_C = 18,06 - 1,82 U_{CE}$



Long Đặng

$$\begin{cases} U_{ra} = -I_C (R_2 \parallel R_L) \\ U_v = I_B \beta r_e = I_C r_e \end{cases} \Rightarrow \frac{U_{ra}}{U_v} = -\frac{R_2 \parallel R_L}{r_e}$$

$$r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_{CQ}} = \frac{26}{15,48} = 1,68 \text{ (}\Omega\text{)}; R_2 \parallel R_L = 550 \text{ }\Omega$$

$$\Rightarrow U_{ra} / U_v = -550 / 1,68 = -327,38 \quad (1)$$

$$Z_v = \frac{U_v}{I_v} = \frac{U_v}{I_1 + I_B} = \frac{U_v}{\frac{U_v}{R_1} + \frac{U_v}{\beta r_e}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{\beta r_e}}$$

$$Z_v = \frac{1}{\frac{1}{100\,000} + \frac{1}{80 \cdot 1,68}} = 134,22$$

$$U_v = U_n \cdot \frac{Z_v}{Z_v + R_n} = 5 \cdot \frac{134,22}{134,22 + 100} = 2,87 \text{ (mV)} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow U_{ra} = -938,03 \text{ (mV)}$$

d) Xét đáp ứng tần số thấp:
các tụ ký sinh hở mạch

Bộ lọc phía đầu vào:

Bộ lọc thông cao phía đầu vào:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi(R_n + Z_v)C_1} = \frac{1}{2\pi(100 + 134,22)0,47 \cdot 10^{-6}} = 1446 \text{ (Hz)}$$

$$\lg f_1 = \lg 1446 = 3,16$$

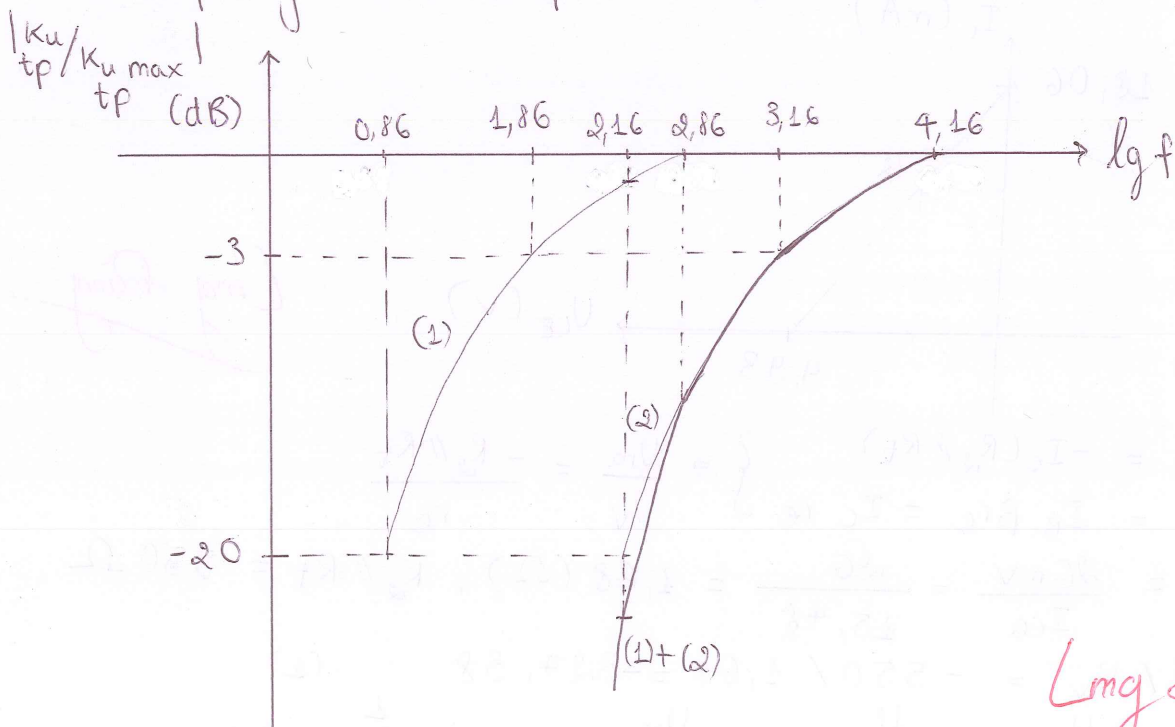
Bộ lọc thông cao phía đầu ra:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi(R_t + Z_r)C_2} = \frac{1}{2\pi(R_t + R_2)C_2}$$

$$= \frac{1}{2\pi(1000 + 1200)10^{-6}} = 72 \text{ (Hz)}$$

$$\lg f_2 = \lg 72 = 1,86$$

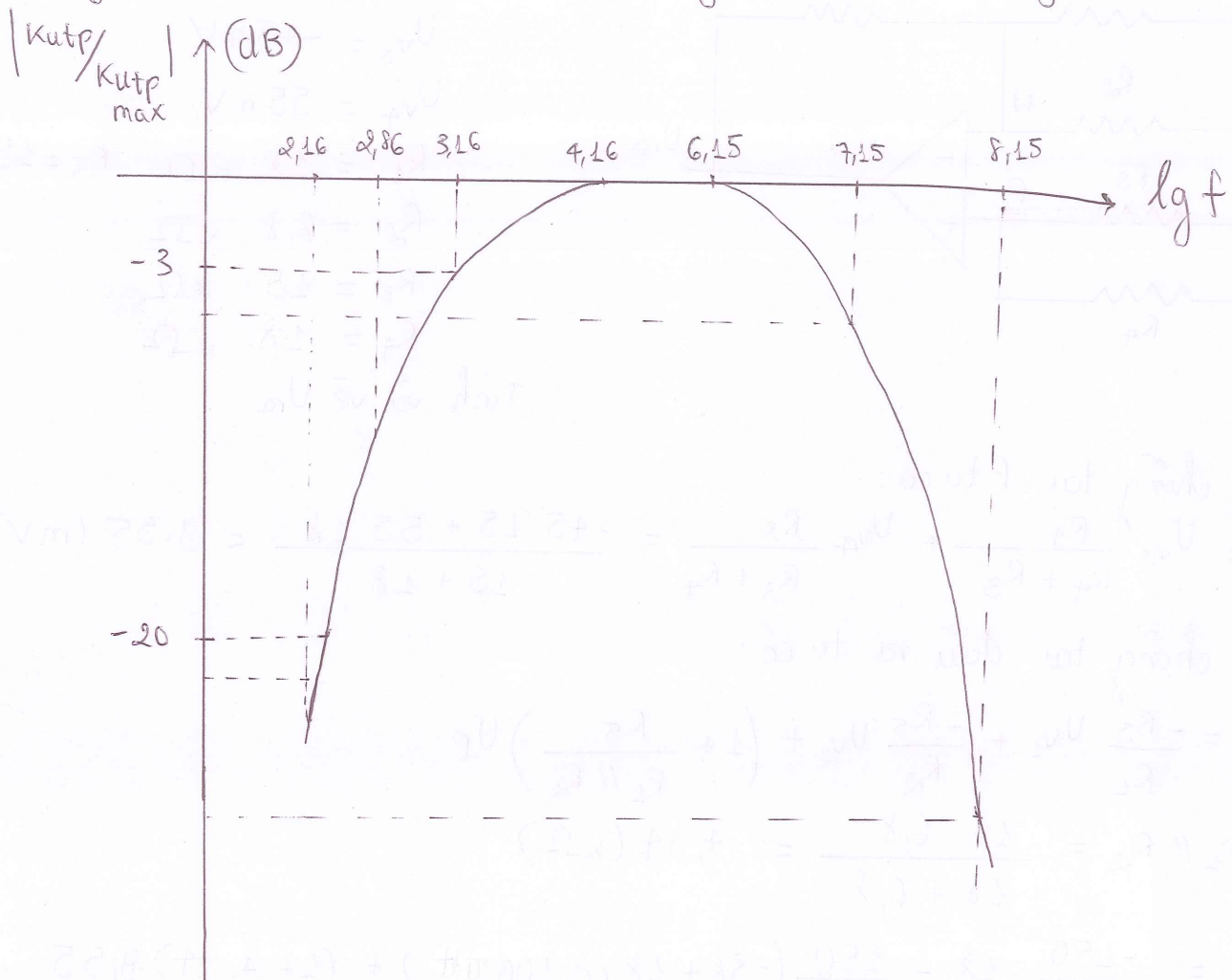
Vẽ đáp ứng tần số thấp



Lmq Dăng

Đáp ứng tần số của mạch khuếch đại

Công đáp ứng tần số của bộ lọc thông cao và bộ lọc thông thấp ta có:



Long Dăng

Câu 3:

cho mạch khuếch đại thuật toán

cho: $U_{V1} = 18 \text{ mV}$

$U_{V2} = -38 + 18 \cos 100 \omega t$

$U_{V3} = -45 \text{ mV}$

$U_{V4} = 55 \text{ mV}$

$R_1 = 18 \text{ k}\Omega$ $R_5 = 150 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega$

$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$

$R_4 = 1 \text{ k}\Omega$

Tính và vẽ U_{ra}

Xếp chồng tại P ta có:

$$U_P = U_{V3} \frac{R_4}{R_4 + R_3} + U_{V4} \frac{R_3}{R_3 + R_4} = \frac{-45 \cdot 15 + 55 \cdot 18}{15 + 18} = 9,55 \text{ (mV)}$$

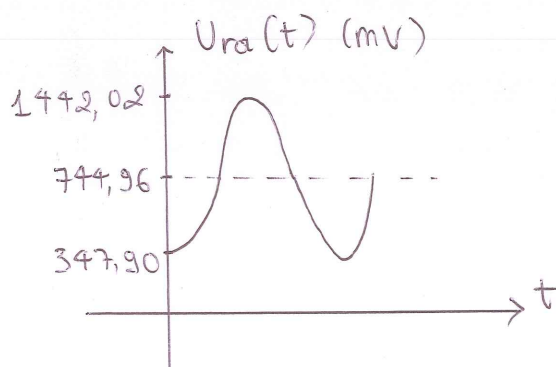
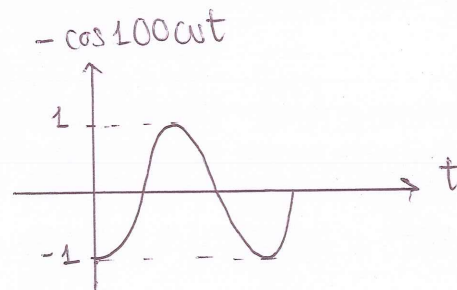
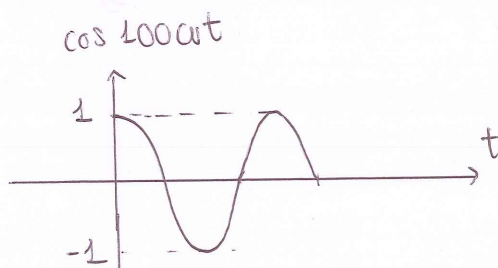
Xếp chồng tại đầu ra ta có:

$$U_{ra} = \frac{-R_5}{R_1} U_{V1} + \frac{-R_5}{R_2} U_{V2} + \left(1 + \frac{R_5}{R_1 // R_2}\right) U_P$$

$$\text{Có } R_1 // R_2 = \frac{18 \cdot 6,8}{18 + 6,8} = 4,94 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

$$U_{ra} = \frac{-150}{18} \cdot 18 - \frac{150}{6,8} (-38 + 18 \cos 100 \omega t) + (1 + 4,94) 9,55$$

$$\text{Vậy } U_{ra} = 744,96 - 397,06 \cos 100 \omega t \text{ (mV)}$$



Long Dũng