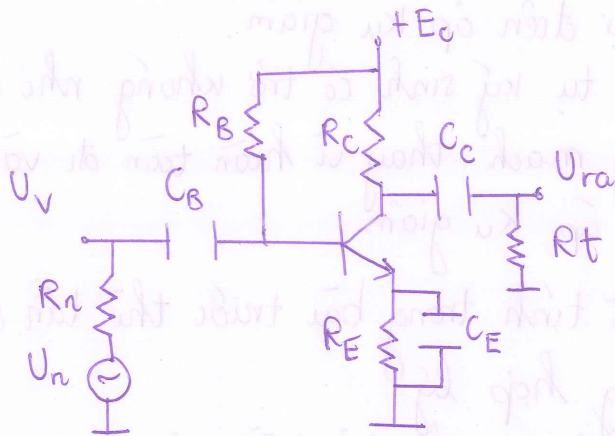


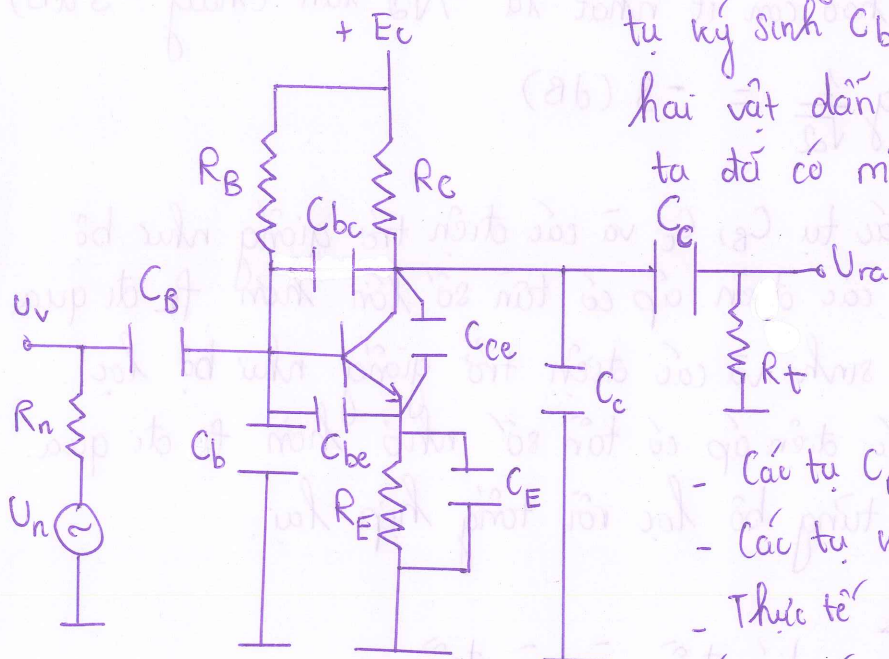
1) Giải thích Đáp ứng tần số của mạch khuếch đại BJT

Xét một mạch khuếch đại thông dụng nhất là E chung như sau:



Trong phần Bài tập khuếch đại tín hiệu nhỏ sử dụng BJT ta đã đơn giản hóa vấn đề bằng cách coi tần số đủ lớn để các tụ C_B, C_C, C_E coi như dây dẫn.

Sơ đồ mạch khuếch đại thực tế ngoài các tụ C_B, C_C, C_E còn có các



tụ ký sinh $C_{bc}, C_{be}, C_{ce}, C_b, C_c$. Chỉ cần hai vật dẫn đặt cách nhau một khoảng là ta đã có một tụ điện nên các tụ ký sinh này được hình thành do các dây dẫn trong mạch, cấu tạo của BJT, ...

- Các tụ C_B, C_C, C_E có điện dung cỡ μF
- Các tụ ký sinh có điện dung cỡ pF
- Thực tế giữa cực E với GND cũng có thể có tụ ký sinh C_e nhưng vì nó ghép song

song với tụ C_E có điện dung lớn hơn nó rất nhiều lần nên có thể bỏ qua C_e (tụ ghép song song thì điện dung bằng tổng điện dung các tụ ghép).

Trở kháng của các tụ tính theo công thức $Z_C = \frac{1}{j\omega C}$

+ Với các tụ C_B, C_C, C_E (cỡ μF) thì khi tần số ω đủ lớn thì $Z_C \rightarrow 0$ ta có thể coi các tụ này như dây dẫn.

+ Với các tụ ký sinh (cỡ pF) thì khi tần số ω đủ nhỏ thì $Z_C \rightarrow \infty$ ta có thể coi các tụ này như hở mạch hoàn toàn.

Lưu ý

- Như vậy ta thấy:

+ Nếu tần số ω nhỏ quá thì các tụ C_B, C_C, C_E có trở kháng đáng kể, điện áp trước khi vào ra BJT để khuếch đại sẽ bị sụt áp một phần trên các tụ đó khiến hệ số khuếch đại điện áp K_u giảm.

+ Nếu tần số ω lớn quá thì các tụ ký sinh có trở kháng nhỏ hơn ∞ làm dòng điện bị rẽ hướng trong mạch thay vì hoàn toàn đi vào BJT cũng làm hệ số khuếch đại điện áp K_u giảm.

Vậy để hệ số K_u đúng như đã tính trong bài trước thì tần số của mạch phải trong một khoảng hợp lý.

Đáp ứng tần số của mạch khuếch đại là dải tần số mà trong đó hệ số khuếch đại bị suy hao còn ít nhất là $1/\sqrt{2}$ lần (hay 3 dB)

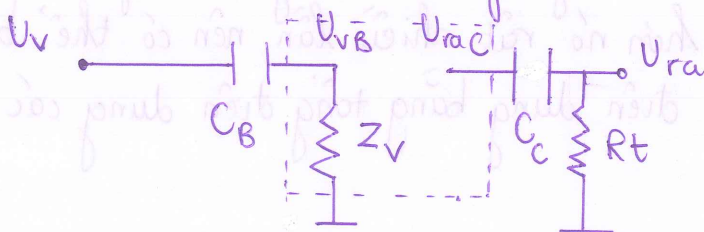
$$\left| \frac{K_u}{K_{u\max}} \right| (\text{dB}) = 20 \lg \frac{1}{\sqrt{2}} = -3 (\text{dB})$$

Về mặt điện tử thì các tụ C_B, C_C và các điện trở giống như bộ lọc thông cao chỉ cho các điện áp có tần số lớn hơn f_L đi qua, ngược lại thì các tụ ký sinh và các điện trở giống như bộ lọc thông thấp chỉ cho các điện áp có tần số nhỏ hơn f_H đi qua.

Ta sẽ xét tác động của từng bộ lọc rồi tổng hợp lại.

a) Bộ lọc thông cao:

Xét 2 bộ lọc thông cao phía đầu vào và đầu ra:



Z_v là trở kháng vào của BJT
Ở tần số thấp các tụ ký sinh coi như hở mạch, các tụ C_B, C_C không ngăn mạch.

$$\text{Có } \frac{U_{VB}}{U_v} = \frac{Z_v}{Z_{CB} + Z_v} = \frac{1}{1 + \frac{Z_{CB}}{Z_v}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega Z_v C_B}}$$

$$\text{Đặt } \frac{1}{Z_v C_B} = \omega_1 \Leftrightarrow f_1 = \frac{1}{2\pi Z_v C_B}$$

$$\frac{U_{VB}}{U_v} = \frac{1}{1 - j \cdot \frac{f_1}{f}} \Rightarrow \left| \frac{U_{VB}}{U_v} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_1}{f} \right)^2}}$$

Long Đặng

Tương tự ta có:

$$K_2 = \left| \frac{U_{ra}}{U_{ra} C} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_2}{f} \right)^2}} \quad \text{với } f_2 = \frac{1}{2\pi R_t \cdot C_c}$$

$$K_1 = \left| \frac{U_{vB}}{U_v} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_1}{f} \right)^2}} \quad \text{với } f_1 = \frac{1}{2\pi Z_v \cdot C_B}$$

$$K_{u \max} = \left| \frac{U_{ra} C}{U_{vB}} \right|$$

Nhân vế ta có:

$$K_u = \left| \frac{U_{ra}}{U_v} \right| = K_1 \cdot K_2 \cdot K_{u \max}$$

$$\frac{K_u}{K_{u \max}} = K_1 \cdot K_2$$

$$\frac{K_u}{K_{u \max}} \text{ (dB)} = K_1 \text{ (dB)} + K_2 \text{ (dB)} = 20 \lg K_1 + 20 \lg K_2$$

$$\frac{K_u}{K_{u \max}} \text{ (dB)} = -10 \lg \left[1 + \left(\frac{f_1}{f} \right)^2 \right] - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f_2}{f} \right)^2 \right]$$

$$\text{vẽ } K_1 \text{ (dB)} = -10 \lg \left[1 + \left(\frac{f_1}{f} \right)^2 \right]$$

$$\text{Nếu } f = \frac{f_1}{10} \Leftrightarrow \lg f = \lg f_1 - 1 \quad \text{thì } K_1 \approx -20 \text{ dB}$$

$$\text{Nếu } f = f_1 \Leftrightarrow \lg f = \lg f_1 \quad \text{thì } K_1 \approx -3 \text{ dB}$$

$$\text{Nếu } f = 10f_1 \Leftrightarrow \lg f = \lg f_1 + 1 \quad \text{thì } K_1 \approx 0 \text{ dB}$$

$$\text{vẽ } K_2 \text{ (dB)} = -10 \lg \left[1 + \left(\frac{f_2}{f} \right)^2 \right]$$

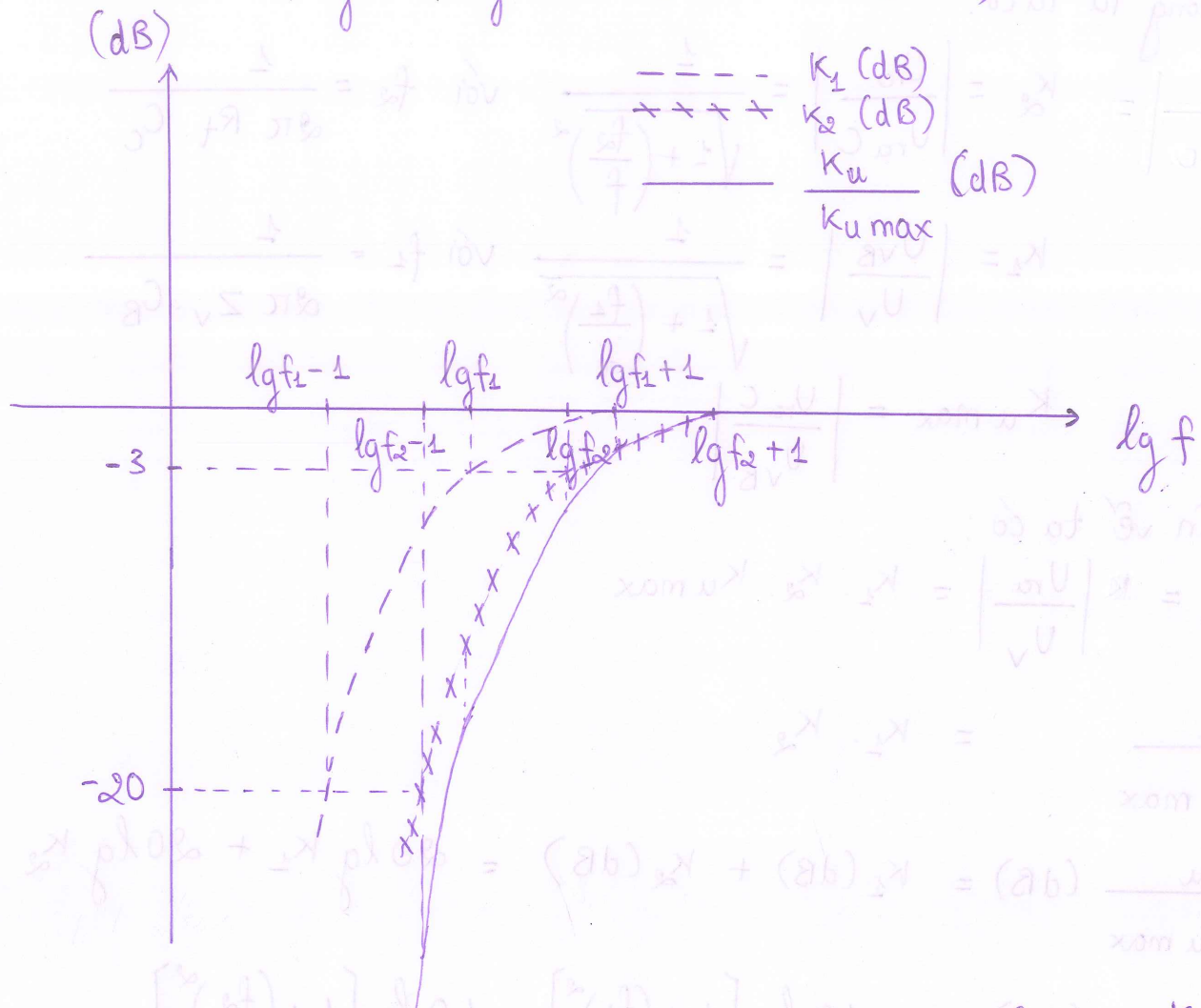
$$\text{Nếu } f = \frac{f_2}{10} \Leftrightarrow \lg f = \lg f_2 - 1 \quad \text{thì } K_2 \approx -20 \text{ dB}$$

$$\text{Nếu } f = f_2 \Leftrightarrow \lg f = \lg f_2 \quad \text{thì } K_2 \approx -3 \text{ dB}$$

$$\text{Nếu } f = 10f_2 \Leftrightarrow \lg f = \lg f_2 + 1 \quad \text{thì } K_2 \approx 0 \text{ dB}$$

Long Dũng

Ta vẽ đồ thị gần đúng của K_1 (dB) và K_2 (dB)

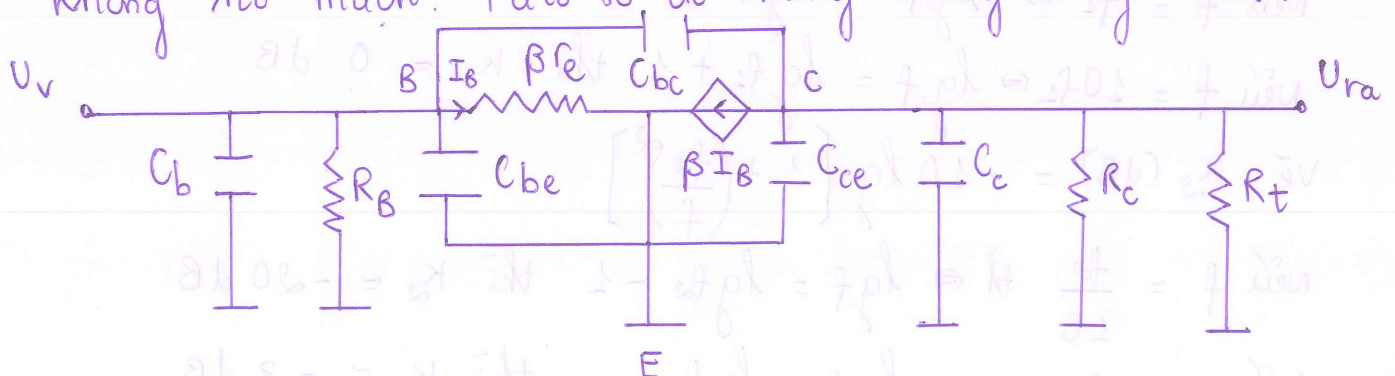


Công đồ thị của K_1 (dB) và K_2 (dB) ta được đồ thị của $\frac{K_u}{K_{u \max}}$ (dB)

Đây là đồ thị đáp ứng tần số thấp của mạch khuếch đại.

3) Bộ lọc thông thấp

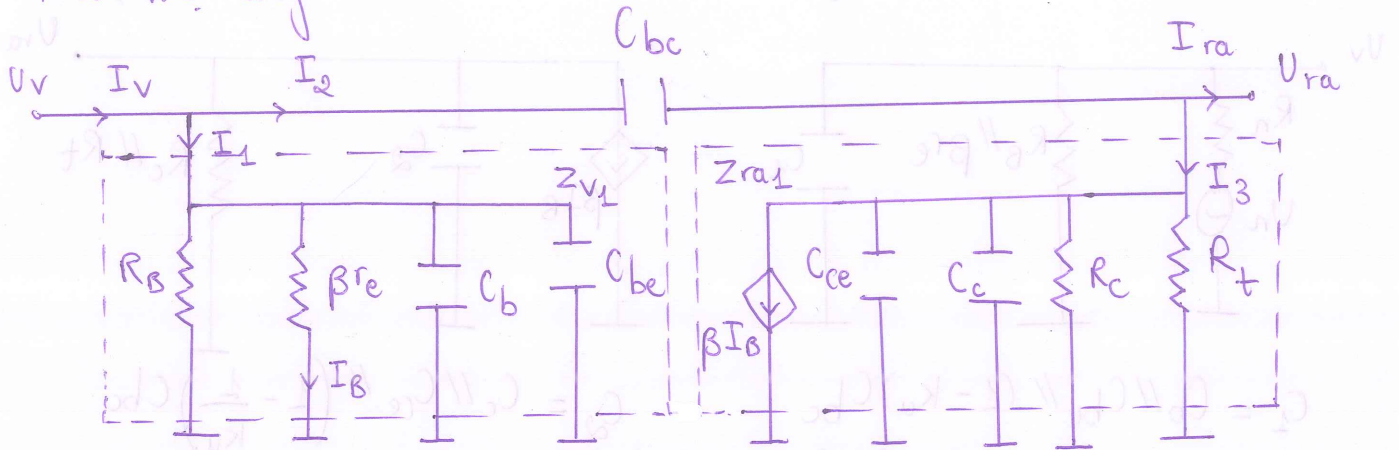
Ở tần số cao các tụ C_e , C_b coi như ngắn mạch, các tụ ký sinh không hở mạch. Ta có sơ đồ tương đương xoay chiều:



Chính là sơ đồ tương đương E chung có thêm các tụ ký sinh
Ta thấy: $C_b \parallel C_{be}$; $R_B \parallel \beta r_e$; $C_{ce} \parallel C_c$; $R_c \parallel R_t$

Long Đăng

Theo hiệu ứng Miller:

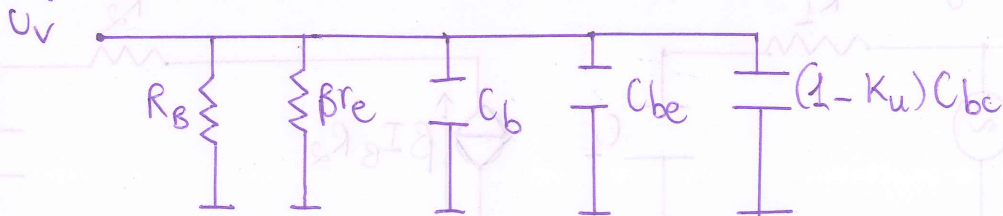


$$I_v = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{U_v}{Z_v} = \frac{U_v}{Z_{v1}} + \frac{U_v - U_{ra}}{Z_{Cbc}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{Z_v} = \frac{1}{Z_{v1}} + \frac{1 - K_u}{Z_{Cbc}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{Z_v} = \frac{1}{Z_{v1}} + \frac{1}{j\omega(1 - K_u)C_{bc}}$$

\Rightarrow Trở kháng vào $Z_v = Z_{v1} \parallel (1 - K_u)C_{bc}$

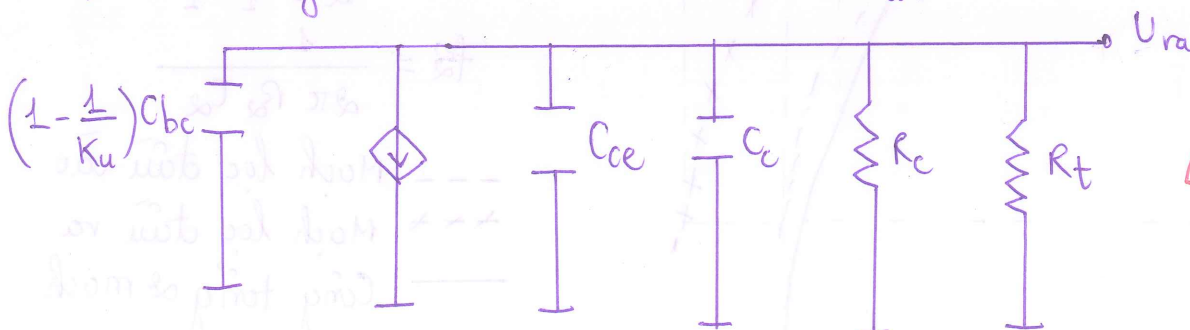


$$I_{ra} = I_2 - I_3 \Rightarrow -\frac{U_{ra}}{Z_{ra}} = \frac{U_v - U_{ra}}{Z_{Cbc}} - \frac{U_{ra}}{Z_{ra1}}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{Z_{ra}} = \frac{1/K_u - 1}{Z_{Cbc}} - \frac{1}{Z_{ra1}}$$

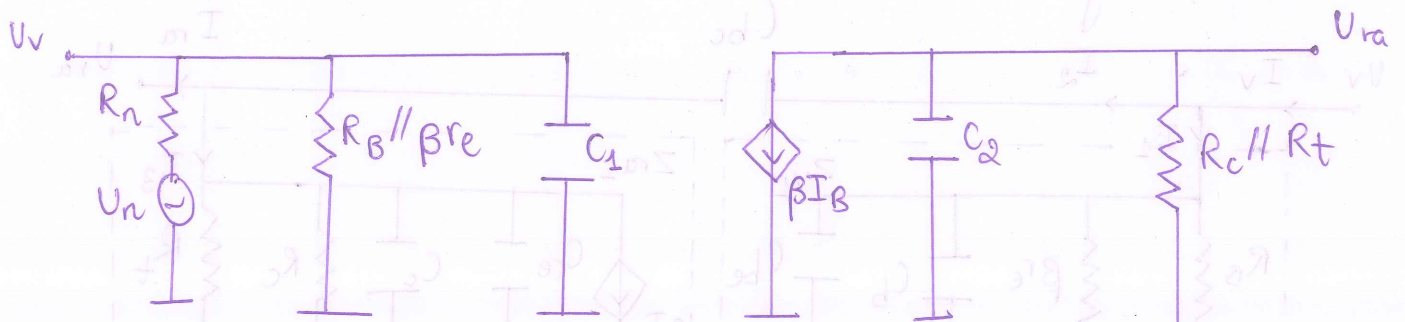
$$\Rightarrow \frac{1}{Z_{ra}} = \frac{1}{Z_{ra1}} + \frac{1 - 1/K_u}{Z_{Cbc}}$$

\Rightarrow Trở kháng ra: $Z_{ra} = Z_{ra1} \parallel \left(1 - \frac{1}{K_u}\right)C_{bc}$



Long Đăng

Nếu U_v được tạo ra từ nguồn U_n có nội trở R_n thì:



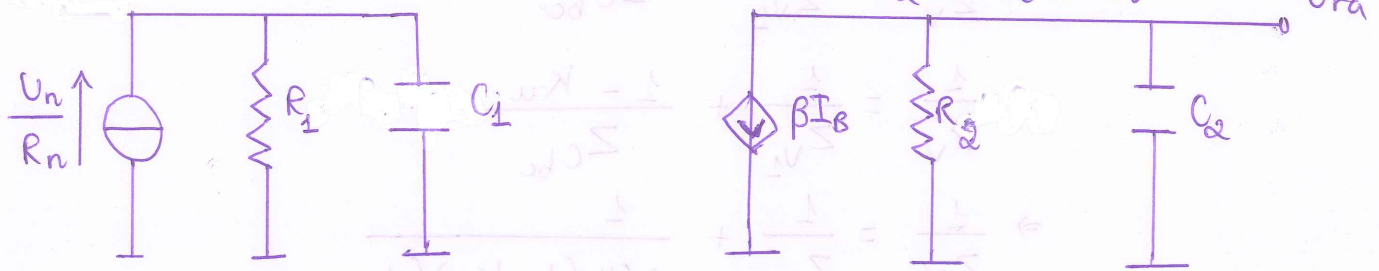
$$C_1 = C_b // C_{be} // (1 - k_u) C_{bc}$$

$$C_2 = C_c // C_{ce} // \left(1 - \frac{1}{k_u}\right) C_{bc}$$

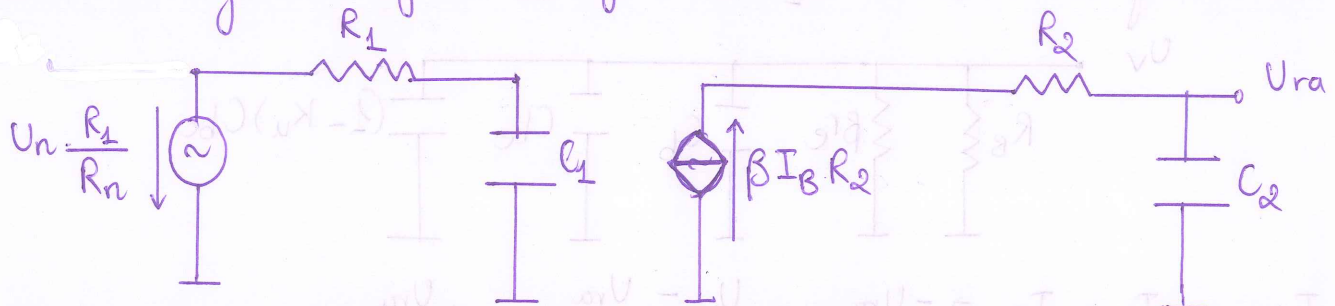
Biến đổi nguồn áp thành nguồn dòng:

$$R_1 = R_n // R_B // \beta r_e$$

$$R_2 = R_c // R_t$$



Biến đổi nguồn dòng thành nguồn áp:



Như vậy ta đã có bộ lọc thông thấp ở đầu vào và đầu ra
Tương tự như phần 1 ta vẽ được đáp ứng tần số cao

Long Dang

