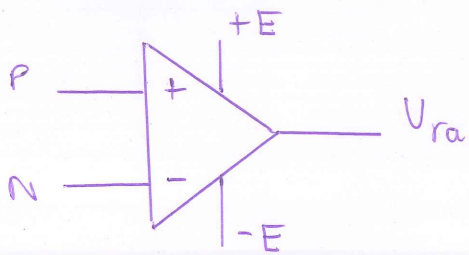


Mạch so sánh sử dụng khuếch đại thuật toán

1) Bản chất: KĐT khuếch đại điện áp chênh lệch giữa U_P và U_N



$$U_{ra} = K(U_P - U_N) \text{ với } K \approx 10^6$$

Tuy K rất lớn nhưng $|U_{ra}| \leq E$ vì điện áp ra không thể vượt quá nguồn cung cấp cho nó được

Hệ quả: $U_P > U_N \rightarrow U_{ra} = +E$ (mức cao)

$U_P = U_N \rightarrow U_{ra} = 0$ (mức 0)

$U_P < U_N \rightarrow U_{ra} = -E$ (mức thấp)

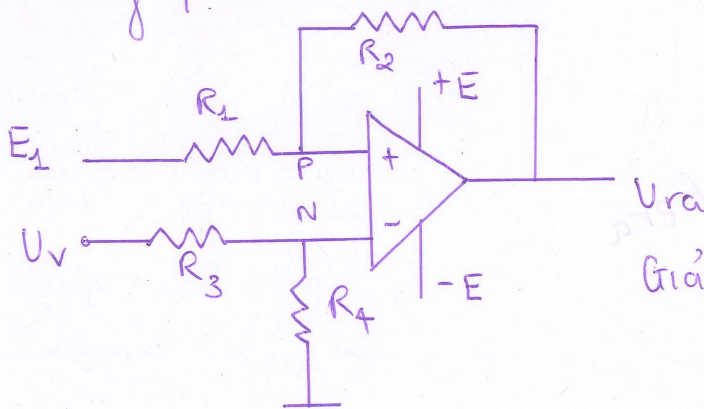
Long Đăng

2) Các loại mạch so sánh

Hai loại: Mạch so sánh không trễ (không có hồi tiếp dương)

Mạch so sánh có trễ (có hồi tiếp dương)

Tổng quát ta xét mạch so sánh có hồi tiếp dương, ví dụ



Mục đích: So sánh U_V và E_1

Nếu mạch không có hồi tiếp dương thì bỏ đi R_2 ($R_2 = \infty$)

Giả sử: $E_1 = -1(V)$

$R_1 = 1, R_2 = 2, R_3 = 3, R_4 = 4(k\Omega)$

$E = 12V$

cho $U_V = 13 \cos \omega t (V)$

vẽ U_{ra} khi U_V biến thiên theo t

Bước 1: Xét U_V tăng dần từ $-\infty$

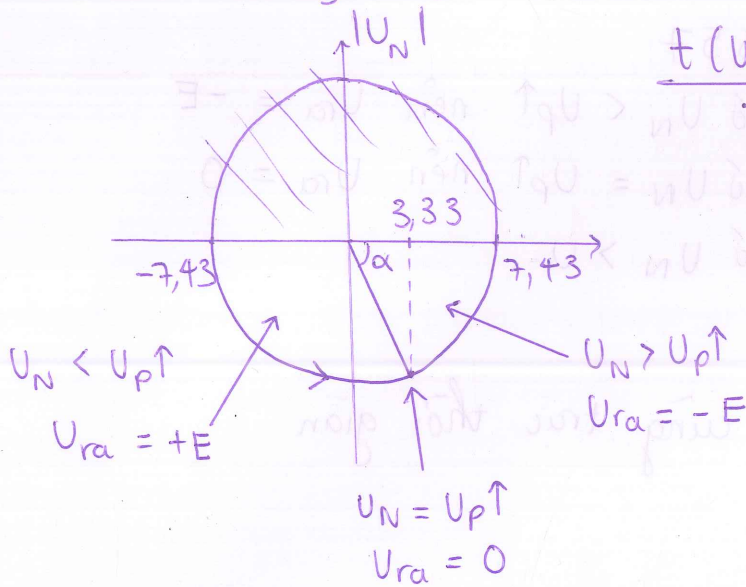
khi $U_V = -\infty$ thì chắc chắn $U_P > U_N$

$$(U_N = U_V \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = -\infty < U_P), \text{ nên } U_{ra} = +E$$

Áp dụng nguyên lý xếp chồng và phân áp tính U_P lúc này

$$U_P \uparrow = \frac{E_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{U_{ra} \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{-1 \cdot 2 + (+12) \cdot 1}{1 + 2} = \frac{+10}{3} = 3,33 (V)$$

$$U_N = U_V \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 13 \cos \omega t \cdot \frac{4}{3 + 4} = 7,43 \cos \omega t \text{ (V)}$$



$$\frac{t(U_{ra} = -E)}{T/2} = \frac{\alpha}{\pi} = \frac{\arccos \frac{3,33}{7,43}}{\pi}$$

$$= 0,35$$

$$\Rightarrow \frac{t(U_{ra} = +E)}{T/2} = 1 - 0,35 = 0,65$$

Vậy: trong 0,65 nửa chu kỳ tăng của U_V thì $U_{ra} = +E$ (cao) trong 0,35 nửa chu kỳ tăng còn lại thì $U_{ra} = -E$ (thấp)

Bước 2: Xét U_V giảm dần từ $+\infty$

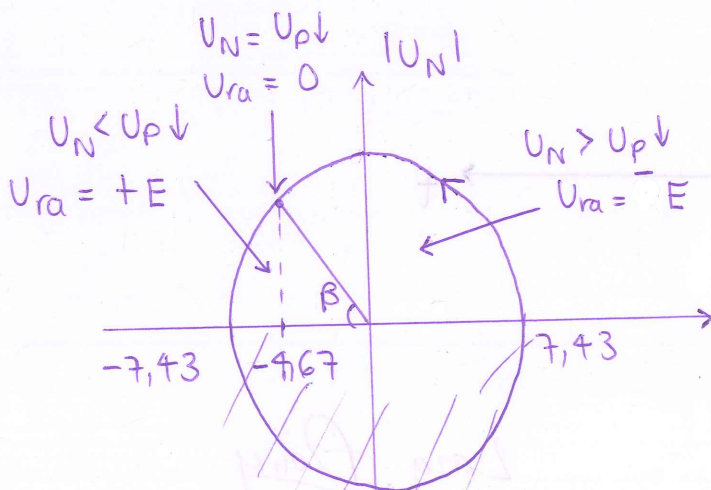
khi $U_V = +\infty$ thì chắc chắn $U_P < U_N \Rightarrow U_{ra} = -E = -12 \text{ (V)}$

Áp dụng nguyên lý xếp chồng và phân áp. tính U_P lúc này

$$U_{P\downarrow} = \frac{E_1 \cdot R_2 + U_{ra} \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{-1 \cdot 2 - 12 \cdot 1}{1 + 2} = -4,67 \text{ (V)}$$

$$U_N = U_V \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 7,43 \cos \omega t \text{ (V)}$$

$$\frac{t(U_{ra} = +E)}{T/2} = \frac{\beta}{\pi} = \frac{\arccos \frac{4,67}{7,43}}{\pi} = 0,28$$



$$\frac{t(U_{ra} = -E)}{T/2} = 1 - 0,28 = 0,72$$

Long Đăng

Bước 3: vẽ hình:

$$U_N = U_{P\uparrow} = 3,33 \text{ thì } U_V = \frac{U_N(R_3 + R_4)}{R_4} = 5,83$$

$$U_N = U_{P\downarrow} = -4,67 \text{ thì } U_V = \frac{U_N(R_3 + R_4)}{R_4} = -8,17$$

$$\text{có } U_N = U_V \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 13 \cos \omega t \cdot \frac{3}{3+4} = 5,57 \cos \omega t \text{ (V)}$$

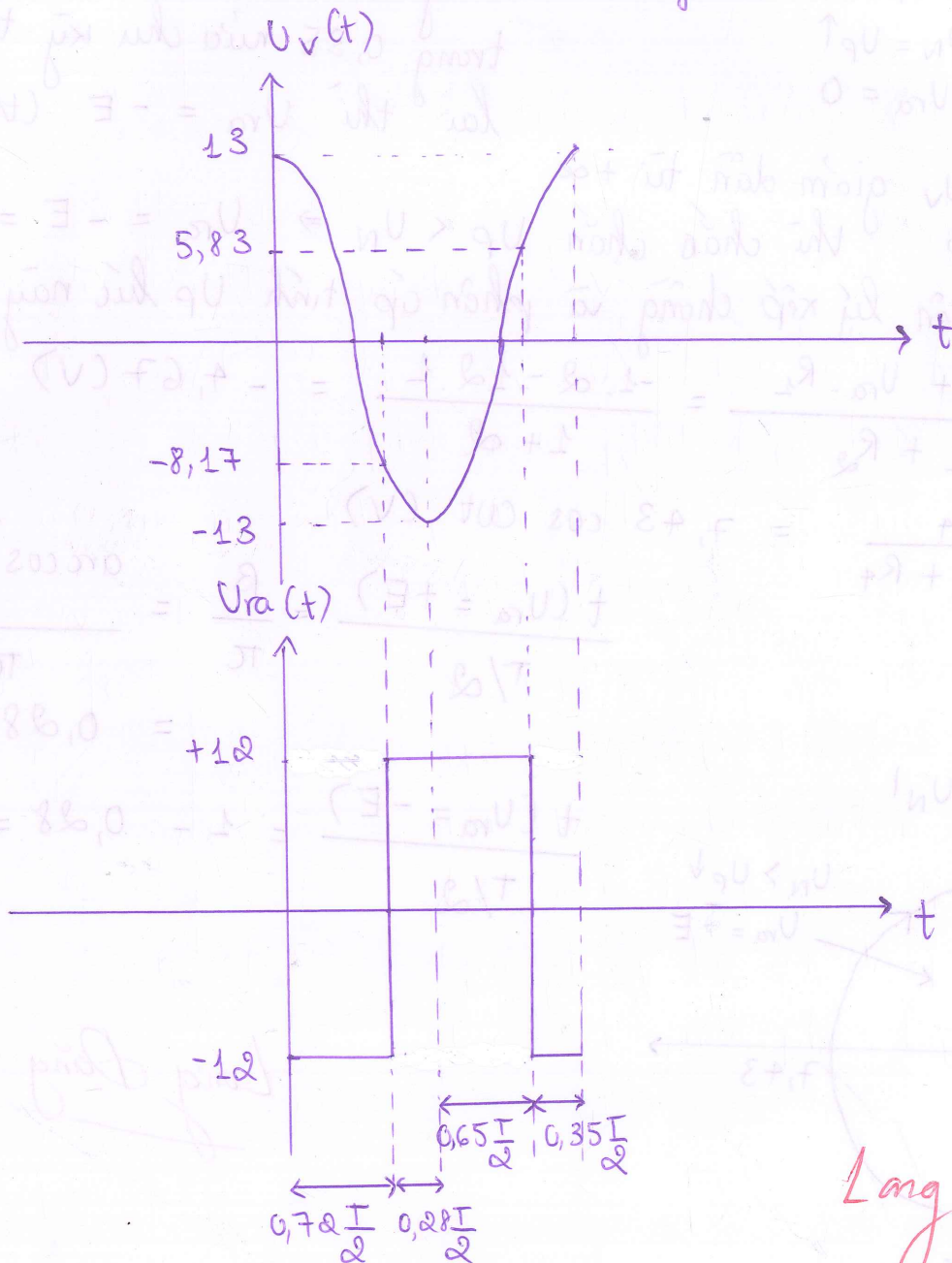
khi U_N tăng từ $-5,57$ đến $5,57$

- Trong $(-5,57; -4,67)$ có $U_N < U_p \uparrow$ nên $U_{ra} = -E$

- Tại $(-4,67)$ có $U_N = U_p \uparrow$ nên $U_{ra} = 0$

- Trong $(-4,67; 5,57)$ có $U_N > U_p$

Vẽ $U_{ra}(t)$ theo $U_V(t)$ trên cùng trục thời gian



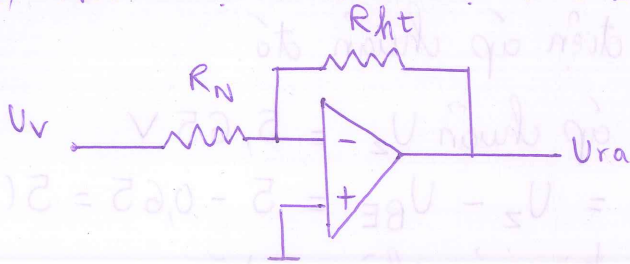
Long Dang

Tạo hàm bất kỳ $U_{ra} = f(U_v)$ sử dụng

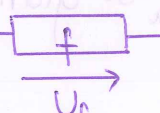
khếch đại thuật toán

Long Đăng

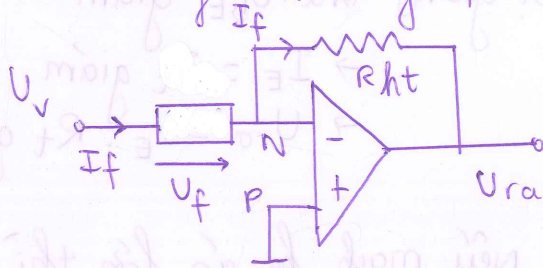
1) Xét mạch khuếch đại đảo đã biết



$$U_{ra} = -\frac{R_{ht}}{R_N} U_v$$

Ta có phần tử  có quan hệ $I_f = f(U_f)$

- Nếu thay R_N bằng f thì: Vì $U_N = U_P = 0$ nên

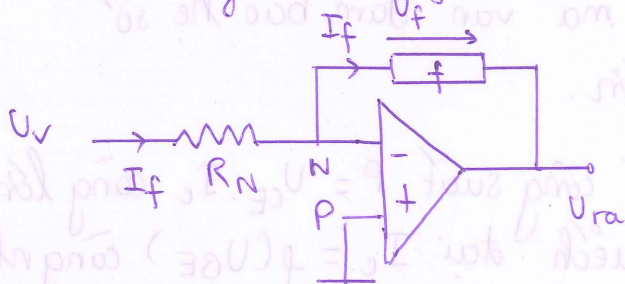


$$I_f = f(U_f) = f(U_v - U_N) = f(U_v)$$

$$I_f = \frac{U_N - U_{ra}}{R_{ht}} = -\frac{U_{ra}}{R_{ht}}$$

$$\Rightarrow U_{ra} = -R_{ht} \cdot f(U_v)$$

- Nếu thay R_{ht} bằng f thì: Vì $U_N = U_P = 0$ nên



$$I_f = f(U_f) = f(U_N - U_{ra}) = f(-U_{ra})$$

$$I_f = \frac{U_v - U_N}{R_N} = \frac{U_v}{R_N}$$


$$\Rightarrow U_{ra} = -f^{-1}\left(\frac{U_v}{R_N}\right)$$

2) Kết luận:

Nếu muốn tạo hàm $U_{ra} = f(U_v)$ thì thay R_N bằng f


Nếu muốn tạo hàm $U_{ra} = f^{-1}(U_v)$ thì thay R_{ht} bằng f


3) Ví dụ: Muốn tạo hàm exp thì dùng hoặc logarit thì dùng

diode vì  có $I_D = I_0 \cdot e^{U_D/U_T} = f(U_D)$

$$U_D = U_T \ln(I_D / I_0) = f^{-1}(I_D)$$

Muốn tạo hàm đạo hàm hoặc nguyên hàm thì dùng L hoặc C

 $i_c = C \cdot \frac{du_c}{dt}$

 $i_L = \frac{1}{L} \int u_L dt$

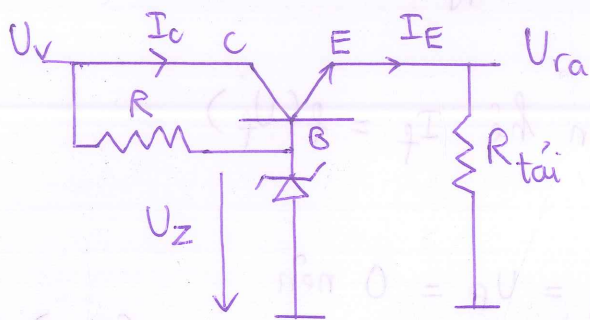
Mạch ổn áp sử dụng BJT và diode zener

Bản chất : Mạch sử dụng một diode zener để tạo ra một điện áp chuẩn và so sánh U_{ra} tải với điện áp chuẩn đó.

Ví dụ mạch 7805 :

Điện áp chuẩn $U_z = 5,65 V$

$$U_{ra} = U_z - U_{BE} = 5 - 0,65 = 4,35 (V)$$



Nếu U_{ra} bị giảm thì U_{BE} tăng

→ $I_E = I_C$ tăng

→ $U_{ra} = I_E \cdot R_t$ tăng

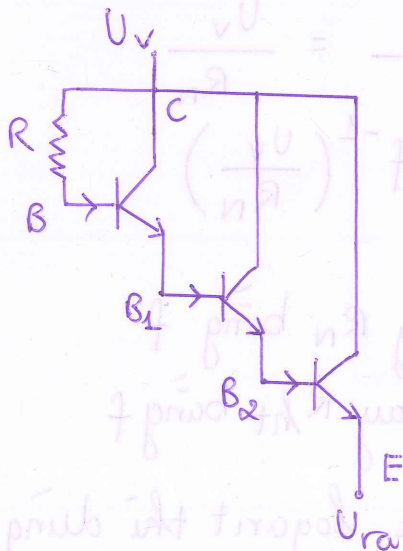
Nếu U_{ra} bị tăng thì U_{BE} giảm

→ $I_E = I_C$ giảm

→ $U_{ra} = I_E \cdot R_t$ giảm

Vậy U_{ra} luôn được giữ bằng 5V

BJT trong mạch có $U_{CE} = U_v - U_{ra}$. Nếu mạch hạ áp lớn thì U_{CE} lớn, I_C lớn nên phải mắc phức hợp nhiều BJT để giảm công suất mà mỗi BJT phải gánh mà vẫn đảm bảo hệ số khuếch đại lớn.



Các BJT có công suất $P = U_{CE} \cdot I_C$ càng lớn thì độ khuếch đại $I_C = f(U_{BE})$ càng nhỏ nên đối với những mạch hạ áp công suất lớn, nếu U_{ra} giảm → U_{BE} giảm → I_C tăng không đủ lớn để phục hồi U_{ra} . Do đó phải mắc phức hợp như hình vẽ.

$$I_E = \beta I_{B_2}$$

$$I_{B_2} = \beta I_{B_1}$$

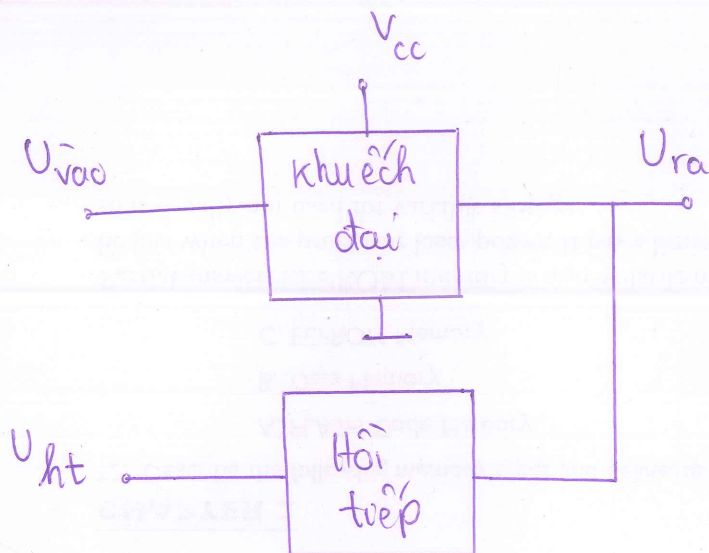
$$I_{B_1} = \beta I_B$$

$$\Rightarrow I_E = \beta^3 I_B$$

Lơng Dũng

Mạch tạo dao động

Xét mạch có sơ đồ khối như sau

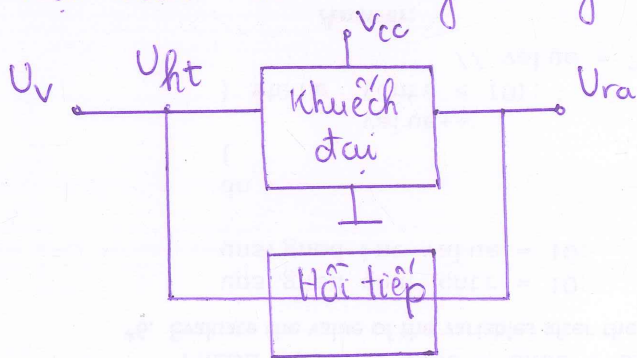


Long Đặng

khối khuếch đại có $K = \frac{U_{ra}}{U_v} = |K| \cdot e^{j\varphi}$

khối hồi tiếp có $K_{ht} = \frac{U_{ht}}{U_{ra}} = |K_{ht}| \cdot e^{j\varphi_{ht}}$

nếu U_{ht} giống hệt U_{ra} thì có thể chấp U_{ht} và U_v lại thành một điểm mà không bị ngắt mạch.



$$U_{ht} = U_v$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} K = \frac{U_{ra}}{U_v} \\ K_{ht} = \frac{U_v}{U_{ra}} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow K \cdot K_{ht} = 1$$

$$\Leftrightarrow |K| \cdot |K_{ht}| = 1 \quad (1)$$

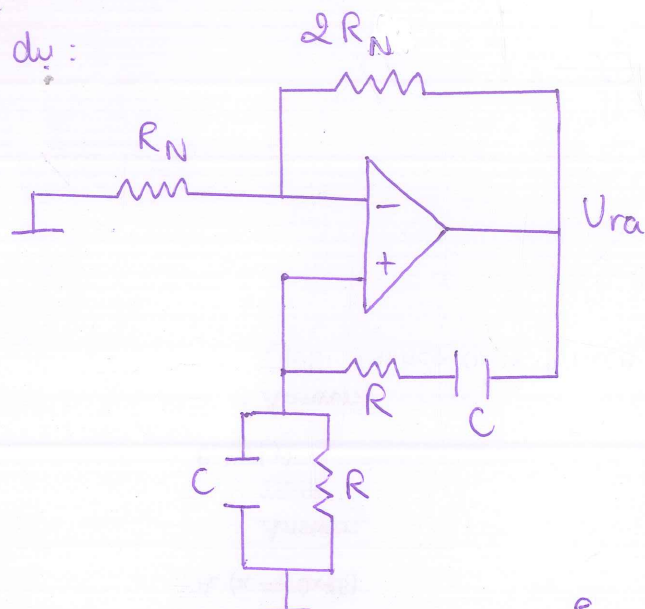
$$\begin{cases} \varphi + \varphi_{ht} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Hệ (1), (2) là điều kiện để mạch dao động ổn định

Tần số ω thỏa mãn hệ (1), (2) là tần số dao động của mạch.

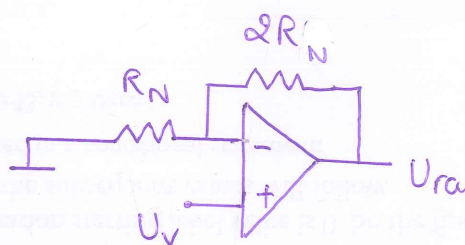
Nếu hệ chỉ có nghiệm duy nhất thì U_{ra} là dao động sin vì chỉ có tín hiệu sin mới có tần số duy nhất.

Ví dụ:



Long Dũng

khởi khuếch đại là:



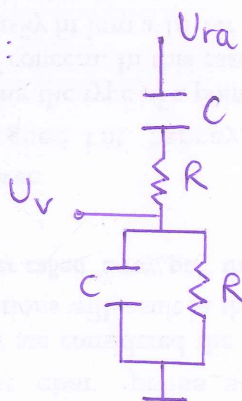
$$K = \frac{U_{ra}}{U_v} = 1 + \frac{2R_N}{R_N} = 3 = 3 \cdot e^{j0}$$

khởi hồi tiếp là:

$$Z_c = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_{nt} = Z_c + R$$

$$Z_{//} = \frac{Z_c R}{Z_c + R}$$



$$K_{ht} = \frac{U_v}{U_{ra}} = \frac{1}{3 + j(\omega RC - \frac{1}{\omega RC})}$$

$$|K_{ht}| = \frac{1}{\sqrt{3^2 + (\omega RC - \frac{1}{\omega RC})^2}}$$

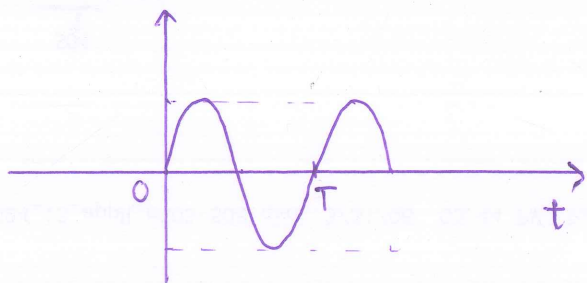
$$\varphi_{ht} = \arctan \frac{\frac{1}{\omega RC} - \omega RC}{3}$$

U_{ra} dao động với tần số ω_0 là nghiệm của hệ

$$\begin{cases} |K| \cdot |K_{ht}| = 1 \\ \varphi + \varphi_{ht} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{3^2 + (\omega RC - \frac{1}{\omega RC})^2}} = \frac{1}{3} \\ \arctan \frac{\frac{1}{\omega RC} - \omega RC}{3} = 0 \end{cases}$$

$U_{ra}(t)$

$$\Leftrightarrow \omega = \frac{1}{RC}$$



$$\text{chu kỳ } T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi RC$$