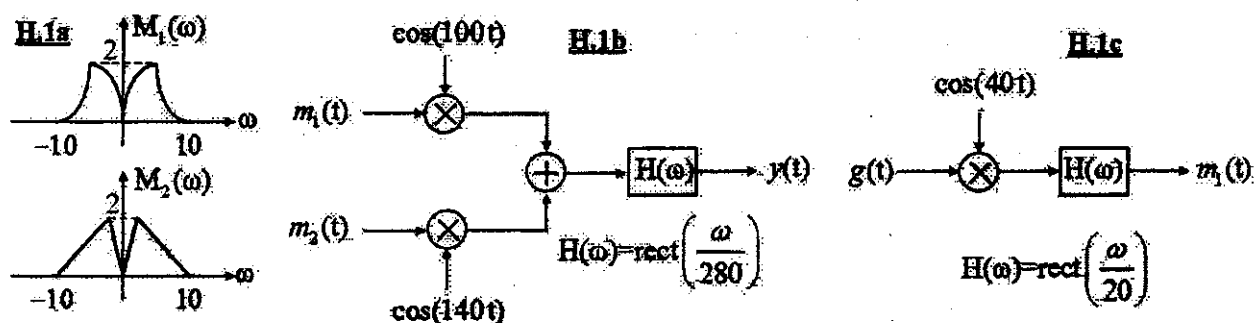


ĐỀ THI HỌC KỲ 1/2014-2015 – dự thính

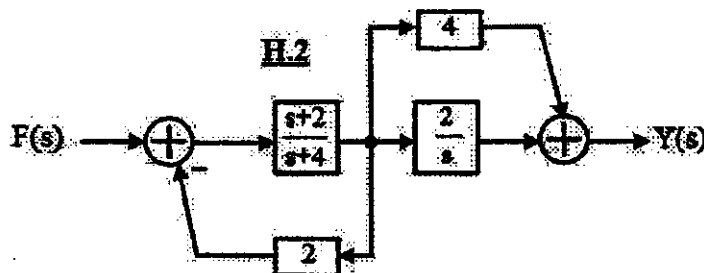
Môn: Tín hiệu và hệ thống – ngày thi: 31/12/2014 - Thời gian: 110 phút không kể chép đề

Bài 1. (1.5 điểm) Cho $f(t)$ là ngõ vào, $y(t)$ là ngõ ra của hệ thống tuyến tính bất biến (LTI) có đáp ứng xung $h(t) = \frac{40}{\pi} \text{sinc}(10t)$. Nếu $f(t) = 1 + \frac{10}{\pi} \text{sinc}^2(10t)$. (a) hãy xác định và vẽ phổ của ngõ ra $y(t)$, từ đó suy ra $y(t)$; (b) Xác định chu kỳ lấy mẫu lớn nhất của tín hiệu $y(t)$; (c) nếu thay đổi $f(t)$ thì chu kỳ lấy mẫu lớn nhất có thay đổi không, tại sao?

Bài 2. (2 điểm) Cho tín hiệu $m_1(t)$ và $m_2(t)$ có phổ trên **H.1a**. (a) Hãy xác định và vẽ phổ của ngõ ra ($Y(\omega)$) của hệ thống trên **H.1b**; (b) Hãy xác định và vẽ phổ $G(\omega)$ là ngõ vào của hệ thống trên **H.1c** sao cho ngõ ra của nó là $m_1(t)$, từ đó xác định sơ đồ khối của một hệ thống có ngõ vào là $y(t)$ ngõ ra là $g(t)$.



Bài 3. (1.5 điểm) Cho hệ thống LTI có sơ đồ khối như **H.2**. Hãy xác định: (a) hàm truyền của hệ thống; (b) Tính ổn định của hệ thống; (c) đáp ứng $y(t)$ của hệ thống với ngõ vào $f(t) = e^{-2t}u(t)$



Bài 4. (2 điểm) Hãy vẽ sơ đồ khối và từ đó vẽ mạch điện dùng Op-amp để thực hiện hệ thống LTI có hàm truyền $H(s) = \frac{2s^2 + 60s + 400}{s^2 + 90s + 2000}$

Bài 5. (1.5 điểm) Hãy vẽ đáp ứng tần số (đáp ứng biên độ và đáp ứng pha) của hệ thống LTI có hàm truyền $H(s) = \frac{2000(s^2 + 50s)(s + 100)}{(s + 10^4)(s^2 + 1010s + 10^4)}$

Bài 6. (1.5 điểm) Hãy xác định hàm truyền (dạng thừa số) của bộ lọc thông thấp thỏa mãn các yêu cầu sau: độ lợi trong dải thông ($0 \leq \omega \leq 5000 \text{ rad/s}$) không nhỏ hơn 0.8, độ lợi trong dải chắn ($\omega \geq 7000 \text{ rad/s}$) không lớn hơn 0.1.

Ghi chú: - Sinh viên không được sử dụng tài liệu, được xem bảng CT ở mặt sau của đề thi.

- Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi

Bùi Duy
MC
Lê Văn Cao

Cho biết:

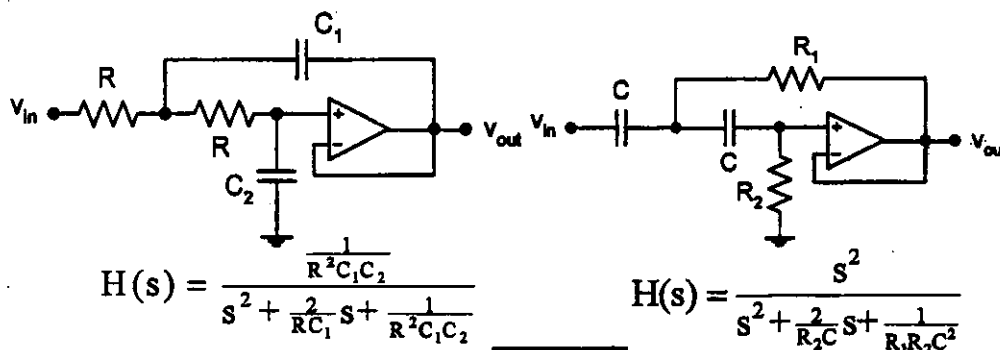
A. Các cặp biến đổi Fourier thông dụng:

$\delta(t) \leftrightarrow 1$	$\text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \leftrightarrow T \text{sinc}\left(\frac{\omega T}{2}\right)$	$\Delta\left(\frac{t}{T}\right) \leftrightarrow \frac{T}{2} \text{sinc}^2\left(\frac{\omega T}{4}\right)$
$\cos \omega_0 t \leftrightarrow \pi[\delta(\omega - \omega_0) + \delta(\omega + \omega_0)]$		$\sin(\omega_0 t) \leftrightarrow j\pi[\delta(\omega + \omega_0) - \delta(\omega - \omega_0)]$

B. Các cặp biến đổi Laplace thông dụng:

$\delta(t) \leftrightarrow 1$	$u(t) \leftrightarrow \frac{1}{s}$	$e^{-at}u(t) \leftrightarrow \frac{1}{s+a}$	$\cos(bt)u(t) \leftrightarrow \frac{s}{s^2+b^2}$	$\sin(bt)u(t) \leftrightarrow \frac{b}{s^2+b^2}$
-------------------------------	------------------------------------	---	--	--

C. Các mạch bậc 2 cơ bản dùng Op-amp:



D. Bộ lọc Butterworth: $|H(j\omega)| = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2n}}$

N	$B_n(s)$	N	$B_n(s)$
2	$s^2 + 1.41s + 1$	5	$(s+1)(s^2 + 0.62s + 1)(s^2 + 1.93s + 1)$
3	$(s+1)(s^2 + s + 1)$	6	$(s^2 + 0.52s + 1)(s^2 + 1.41s + 1)(s^2 + 1.93s + 1)$
4	$(s^2 + 0.76s + 1)(s^2 + 1.84s + 1)$	7	$(s+1)(s^2 + 0.44s + 1)(s^2 + 1.24s + 1)(s^2 + 1.80s + 1)$

E. Bộ lọc Chebyshev: $|H(j\omega)| = 1 / \sqrt{1 + \epsilon^2 C_n^2\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)}$; $C_n\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right) = \begin{cases} \cosh[n \cosh^{-1}(\frac{\omega}{\omega_c})]; & \omega > \omega_c \\ \cos[n \cos^{-1}(\frac{\omega}{\omega_c})]; & \omega < \omega_c \end{cases}$

N	1	2	3	4
r=0.5dB	-2.86	$-0.71 \pm j1.00$	$-0.62; -0.31 \pm j1.02$	$-0.17 \pm j1.01; -0.42 \pm j0.42$
r=1dB	-1.96	$-0.54 \pm j0.89$	$-0.49; -0.24 \pm j0.96$	$-0.14 \pm j0.98; -0.34 \pm j0.40$
r=2dB	-1.30	$-0.40 \pm j0.81$	$-0.30; -0.15 \pm j0.90$	$-0.14 \pm j0.98; -0.34 \pm j0.40$

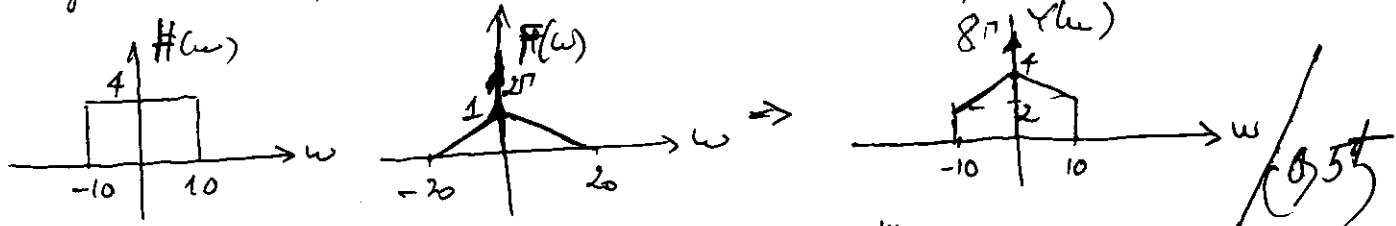
Ngày thi 31/12/2014

Bài 1 (1,5^đ)

a) Ta có $y(t) = f(t) * h(t) \Rightarrow Y(\omega) = F(\omega) \cdot H(\omega)$

với: $h(t) = \frac{40}{\pi} \text{sinc}(10t) \Leftrightarrow H(\omega) = 4 \text{rect}(\frac{\omega}{20})$

$f(t) = 1 + \frac{10}{\pi} \text{sinc}^2(5t) \Leftrightarrow F(\omega) = 2\pi\delta(\omega) + \Delta(\frac{\omega}{40})$



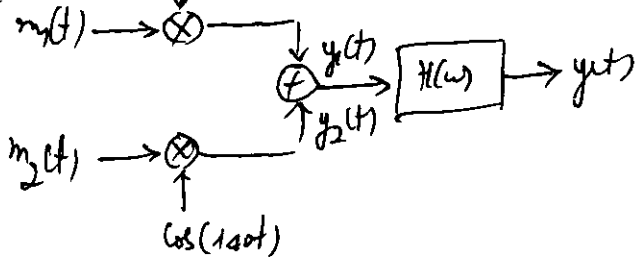
Vậy $Y(\omega) = 8\pi\delta(\omega) + 2\Delta(\frac{\omega}{20}) + 2\text{rect}(\frac{\omega}{20})$

$\Rightarrow y(t) = 4 + \frac{20}{\pi} \text{sinc}(10t) + \frac{10}{\pi} \text{sinc}^2(5t)$ / (0,5^đ)

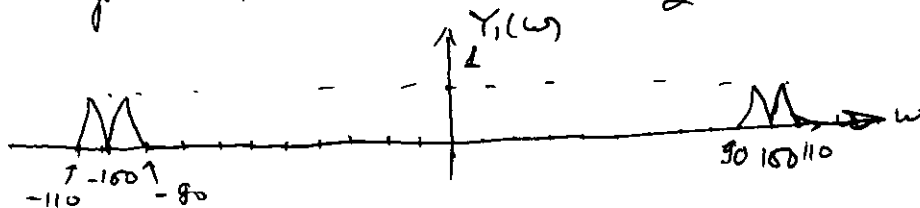
b) Ta có tần số lớn nhất trong $Y(\omega)$ là $\omega_{\max} = 10 \text{ rad/s} \Rightarrow$ theo DT lấy mẫu thì $\omega_s \geq 2\omega_{\max} = 20 \text{ rad/s} \Rightarrow \omega_{\min} = 20 \text{ rad/s} \Rightarrow T_{\max} = \frac{2\pi}{\omega_{\min}}$
 $\Leftrightarrow T_{\max} = \frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10} \text{ (s)}$ / (0,25^đ)

c) Nếu thay đổi $f(t)$ thì T_{\max} là thời gian lấy mẫu của $F(\omega)$ có tần số lớn nhất nhỏ hơn 10 rad/s / (0,25^đ)

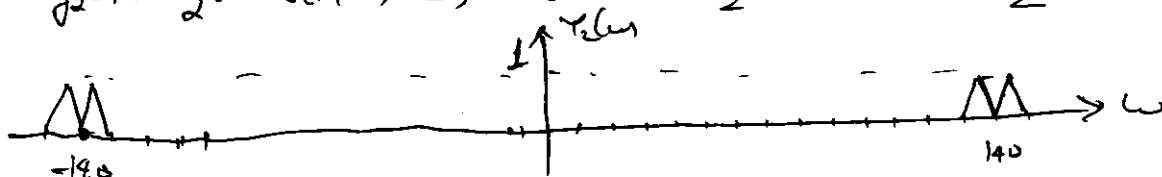
Bài 2 (2^đ) $\cos(100t)$



a) Ta có $y_1(t) = m_1(t) \cos(100t) \Rightarrow Y_1(\omega) = \frac{1}{2}M_1(\omega - 100) + \frac{1}{2}M_1(\omega + 100)$

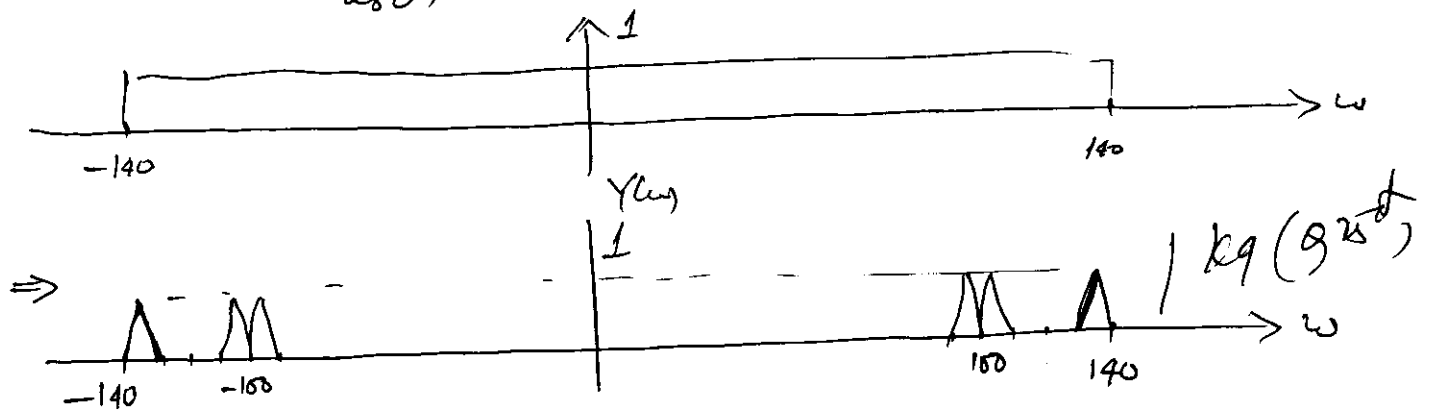


$y_2(t) = m_2(t) \cos(140t) \Rightarrow Y_2(\omega) = \frac{1}{2}M_2(\omega - 140) + \frac{1}{2}M_2(\omega + 140)$

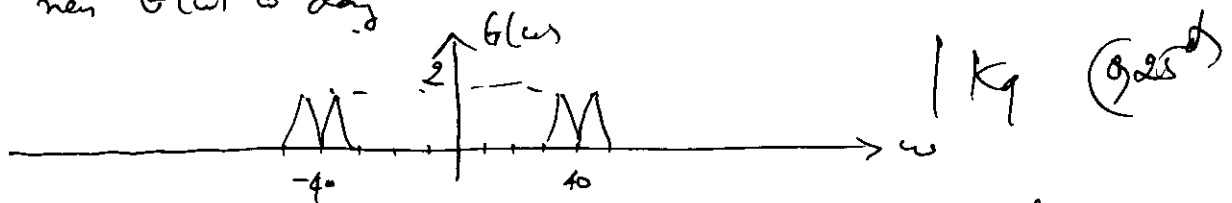


$$Y(\omega) = [Y_1(\omega) + Y_2(\omega)] \cdot H(\omega) = Y_1(\omega) H(\omega) + Y_2(\omega) H(\omega) \quad | \quad \text{g/Hz} (0.75^\circ)$$

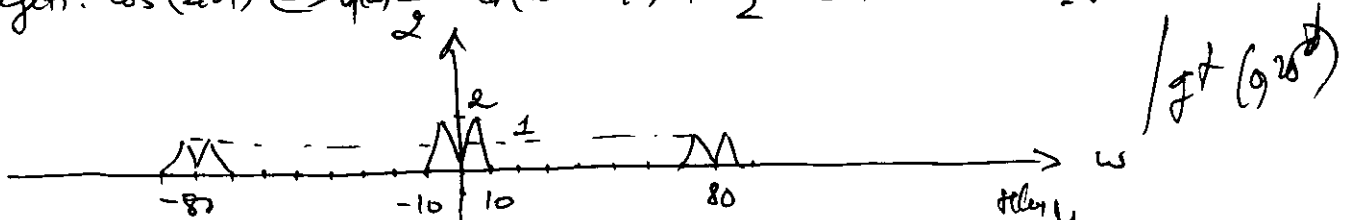
$$\text{m} \quad H(\omega) = \text{rect}\left(\frac{\omega}{280}\right)$$



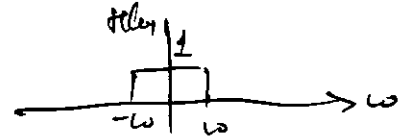
b) Tạo nên $G(\omega)$ là đây



thì $\text{geth. } \cos(40t) \Leftrightarrow G(\omega) \frac{1}{2} G(\omega - 40) + \frac{1}{2} G(\omega + 40)$ là đây

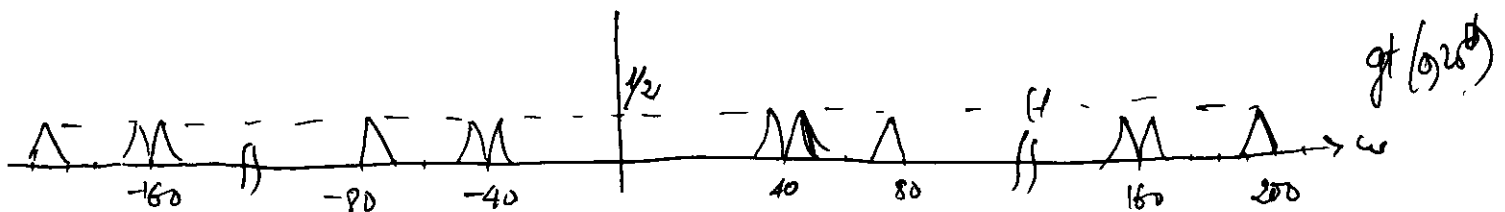


nên $G(\omega) \cdot H(\omega) = M_1(\omega)$ mà $H(\omega)$ là đây



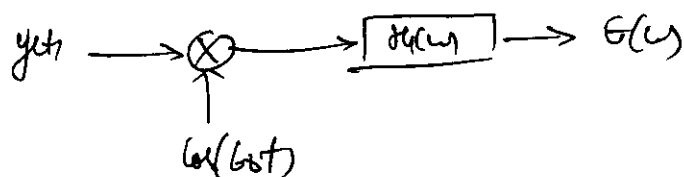
đến $G(\omega)$ như trên tìm sơ đồ khối để tạo $G(\omega)$ từ $Y(\omega)$

Ta thấy $x(t) = \text{geth. } \cos(60t) \Leftrightarrow \frac{1}{2} Y(\omega - 60) + \frac{1}{2} Y(\omega + 60) = X(\omega)$

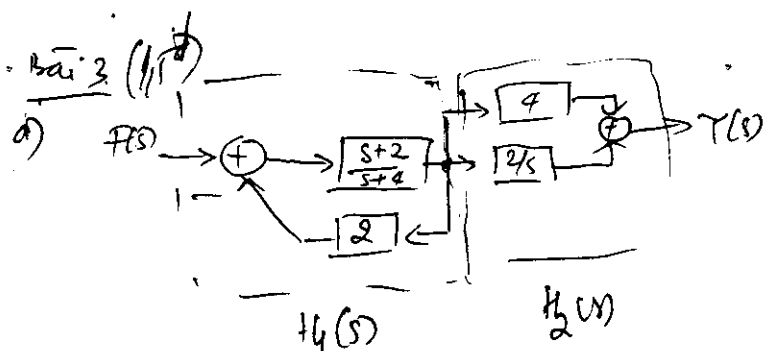


Để đây là $G(\omega) = X(\omega) \cdot \text{rect}\left(\frac{\omega}{100}\right) = X(\omega) \cdot H_1(\omega)$ và $H_1(\omega) = \text{rect}\left(\frac{\omega}{100}\right)$

và hệ khối là:



WST (0.25)



$$H_1(s) = \frac{(s+2)(s+4)}{1 + 2 \frac{s+2}{s+4}} = \frac{s+2}{s+4+2(s+2)} = \frac{s+2}{3s+8}$$

$$H_2(s) = 4 + \frac{2}{s} = \frac{4s+2}{s}$$

$$\Rightarrow H(s) = H_1(s) \cdot H_2(s) = \frac{(4s+2)(s+2)}{s(3s+8)} \quad (0.75)$$

b) Hệ thống có 2 cực $s=0$ và $s=-\frac{8}{3} \Rightarrow$ hệ thống ổn định (0.25)

c) $Y(s) = H(s) \cdot F(s)$ với $F(s) = \frac{1}{s+2} \Rightarrow Y(s) = \frac{4s+2}{s(3s+8)} = \frac{K_1}{s} + \frac{K_2}{s+\frac{8}{3}}$

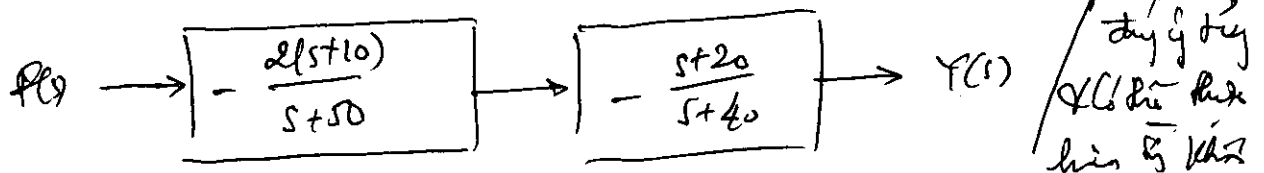
với $K_1 = \left. \frac{4s+2}{3s+8} \right|_{s=0} = \frac{1}{4}$; $K_2 = \left. \frac{4s+2}{3s} \right|_{s=-\frac{8}{3}} = \frac{13}{12}$

$$\Rightarrow y(t) = \left[\frac{1}{4} + \frac{13}{12} e^{-\frac{8}{3}t} \right] \text{ volt} \quad (0.75)$$

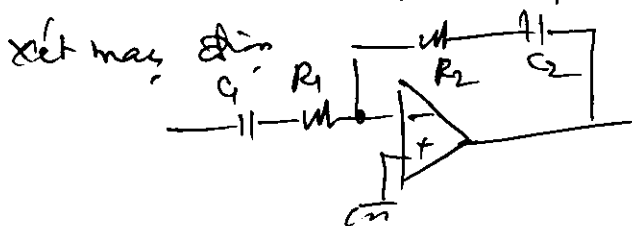
Bài 4 (2đ)

$$H(s) = \frac{2s^2 + 60s + 400}{s^2 + 90s + 2000} = \frac{2(s+20)(s+10)}{(s+40)(s+50)} = \left[-\frac{2(s+10)}{s+50} \right] \left[-\frac{s+20}{s+40} \right]$$

• Sơ đồ khối hệ thống:



• Thực hiện hệ thống bằng Op-amp



$$G \quad H(s) = -\frac{R_2}{R_1} \frac{s + \frac{1}{R_2 C_2}}{s + \frac{1}{R_1 C_1}}$$

+ Nếu chọn $R_1 = R_2 = R$ thì $H(s) = -\frac{s + \frac{1}{R C_2}}{s + \frac{1}{R C_1}}$

Chọn $C_2 = 1 \mu F$ và để $\frac{1}{R C_2} = 20 \Rightarrow R = 5 k\Omega$

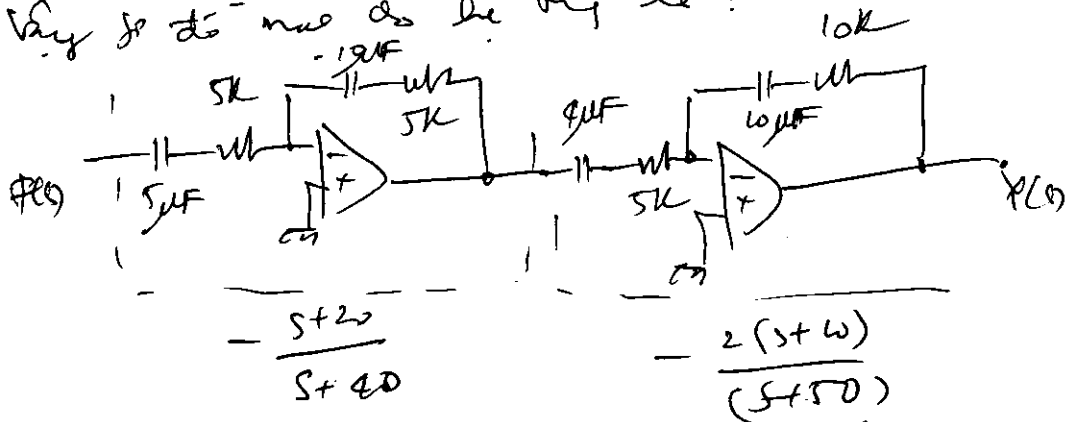
để $\frac{1}{R C_1} = 40 \Rightarrow C_1 = 5 \mu F$

+ Nếu chọn $R_2 = 2R_1 = 2R \Rightarrow H(s) = -2 \frac{s + \frac{1}{2RC_2}}{s + \frac{1}{RC_1}}$

Chọn $C_2 = 1\mu F \Rightarrow R = 5k\Omega$ thì $\frac{1}{2RC_2} = 10$

để $\frac{1}{RC_1} = 50 \Rightarrow C_1 = 4\mu F$

Vậy sơ đồ mắc của hệ $H(s)$ là:



Lưu ý: SV có thể vẽ chuỗi đơn với hai khâu (sơ đồ khối + mắc)

Bài 5: $H(s) = \frac{2000s(s+50)(s+100)}{(s+10)(s+10^3)(s+10^4)} = \frac{2000(s^2+50s)(s+100)}{(s+10)(s+10^3)(s+10^4)} \rightarrow$ đặc tính tần số

Bài 6: Lấy $\omega_p = 5000(\text{rad/s})$; $\omega_s = 7000(\text{rad/s})$

$G_p = -1,94 \text{ dB}$; $G_s = -20 \text{ dB}$

$\rightarrow r = 1,94 \text{ dB} \approx 2 \text{ dB}$

\rightarrow Butterworth $n=8$
Chebyshev $n=4$

• Chọn n :

$$n \geq \frac{1}{\cosh^{-1}(\frac{\omega_s}{\omega_p})} \cosh^{-1} \left[\frac{(10^{G_s/10} - 1)/(10^{r/10} - 1)}{(10^{G_p/10} - 1)/(10^{r/10} - 1)} \right]^{1/2}$$

$$= \frac{1}{\cosh^{-1}(\frac{7}{5})} \cosh^{-1} \left[\frac{(10^2 - 1)/(10^{0,2} - 1)}{(10^{0,2} - 1)} \right]^{1/2} = 3,77 \rightarrow$$
 chọn $n=4$

$\eta : (0,25^{\text{th}})$
 ω_c hoặc $\varepsilon : (0,5^{\text{th}})$
 f_{th} : $(0,5^{\text{th}})$
 f_{th} : $(0,5^{\text{th}})$

• Chọn ε :

$$\frac{\sqrt{10^{G_s/10} - 1}}{\cosh(n \cosh^{-1}(\frac{\omega_s}{\omega_p}))} \leq \varepsilon \leq \sqrt{10^{r/10} - 1} \Rightarrow 0,61 \leq \varepsilon \leq 0,76$$

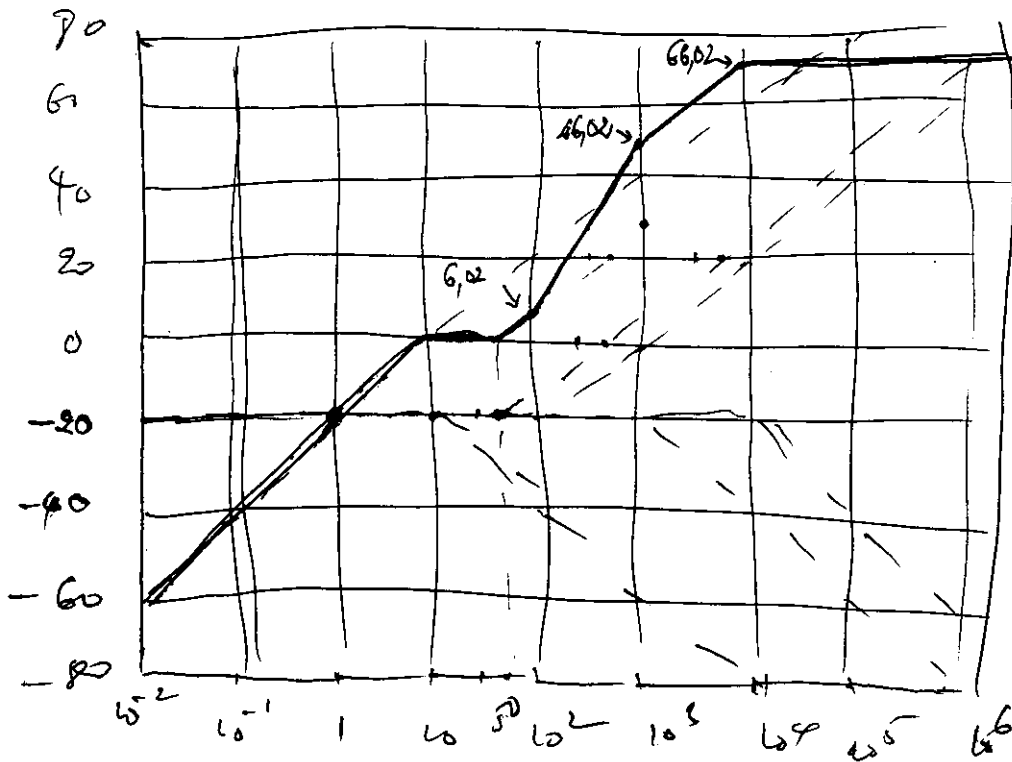
\rightarrow chọn $\varepsilon = 0,76$ thì $r = 2 \text{ dB}$

• Tìm $f(s) = \frac{K_n}{(s+0,14+j0,98)(s+0,14-j0,98)(s+0,34+j0,94)(s+0,34-j0,94)}$

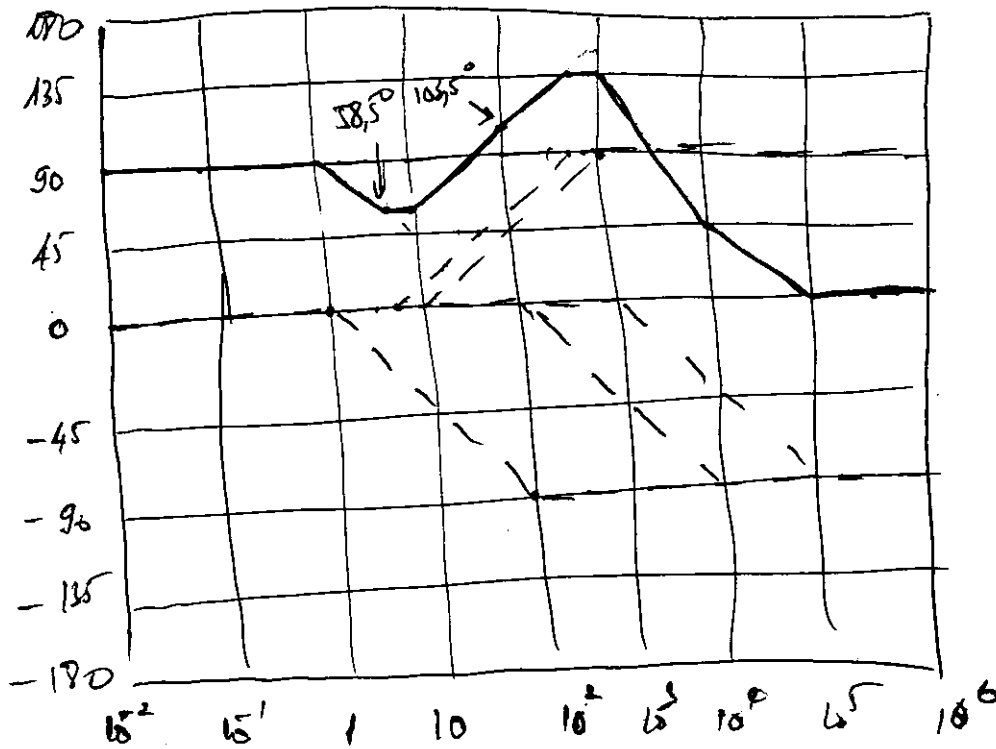
$$= \frac{K_n}{(s^2+0,28s+0,99)(s^2+0,68s+0,2756)}$$

Thi $\omega=0$ thì $H(s) = \frac{1}{1+\varepsilon^2} = \frac{1}{1+0,76^2} \Rightarrow K_n = \frac{0,27}{1+0,76^2} = 0,249$

$$K = -20 \text{ dB}$$



(0,75)



(0,75)

$$\text{v\u00e1y } f(s) = \frac{92145}{(s^2 + 0,28s + 958)(s^2 + 0,68s + 9200)}$$

$$\begin{aligned} \text{• } \text{Tr\u00e0 } H(s) &= f\left(\frac{s}{\omega_p}\right) = \frac{92145}{\left[\left(\frac{s}{5800}\right)^2 + 0,28\left(\frac{s}{5800}\right) + 958\right] \left[\left(\frac{s}{5800}\right)^2 + 0,68\left(\frac{s}{5800}\right) + 9200\right]} \\ &= \frac{92145}{5,3625 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{(s^2 + 1400s + 245105)(s^2 + 3400s + 689 \times 10^4)} \end{aligned}$$