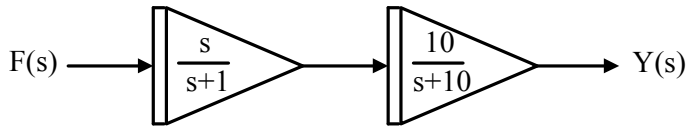


Câu 1. $H(s) = k \frac{s}{(s+1)(s+10)}$; $H(s)|_{s=1} = \frac{10}{22} \Rightarrow \frac{K}{22} = \frac{10}{22} \Rightarrow K = 10 \Rightarrow H(s) = \frac{10s}{(s+1)(s+10)}$

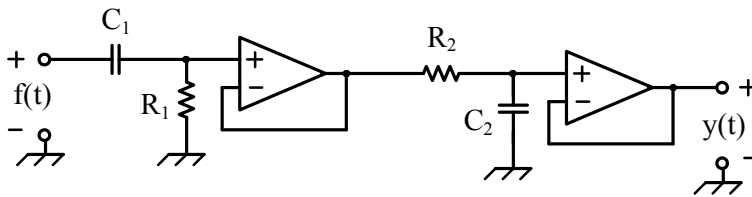
a) [CĐR 2.6 – 1.5 điểm] Thực hiện hệ thống dùng Op-amp:

Ta có: $H(s) = \frac{Y(s)}{F(s)} = \frac{10s}{(s+1)(s+10)} = \frac{s}{s+1} \cdot \frac{10}{s+10}$

Sơ đồ khối dùng Op-amp:

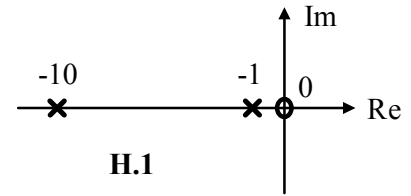


Sơ đồ mạch dùng Op-amp:



Trong đó:

$$\begin{cases} \frac{s}{s+1/R_1 C_1} = \frac{s}{s+1} \\ \frac{1/R_2 C_2}{s+1/R_2 C_2} = \frac{10}{s+10} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{R_1 C_1} = 1 \\ \frac{1}{R_2 C_2} = 10 \end{cases} \rightarrow \text{Chọn } C_1 = 10\mu F \text{ thì } R_1 = \frac{1}{10^{-5}} = 100k\Omega; \text{ chọn } C_2 = 1\mu F \text{ thì } R_2 = \frac{1}{10^{-5}} = 100k\Omega$$



Rubric câu 1a:

Mức 0: Không làm gì hoặc có làm nhưng không liên quan.

Mức 1: Có thể hiện việc vẽ sơ đồ khối & mạch Op-amp nhưng hầu như là sai .

Mức 2: Thể hiện việc xác định và vẽ sơ đồ khối và sơ đồ mạch hợp lý nhưng có lỗi. **Có sai sót nhỏ ở việc tìm H(s) và làm đúng theo H(s) này thì chấm mức 2**

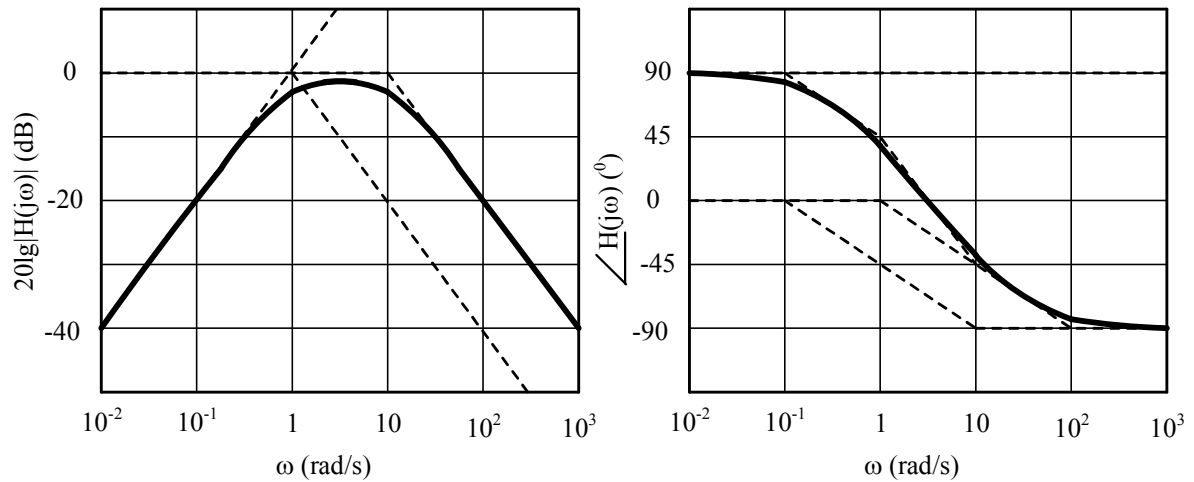
Mức 3: Thể hiện việc xác định và vẽ sơ đồ khối và sơ đồ mạch Op-amp đầy đủ nhưng có sai sót nhỏ (thiếu các giải thích cần thiết).

Mức 4: Thể hiện việc xác định và vẽ sơ đồ khối và sơ đồ mạch Op-amp chính xác với đầy đủ các giải thích.

b) [CĐR 2.8 – 2.0 điểm] Vẽ đáp ứng tần số (biểu đồ Bode):

Ta có: $H(s) = \frac{10s}{(s+1)(s+10)} = s \cdot \frac{1}{s+1} \cdot \frac{10}{s+10}$

Đáp ứng tần số (biểu đồ Bode):



Rubric câu 1b:

Mức 0: Không làm gì hoặc có làm nhưng không liên quan.

Mức 1: Có thể hiện việc vẽ biểu đồ Bode nhưng hầu như là sai

Mức 2: Vẽ chính xác một trong 2 đáp ứng, đáp ứng còn lại chưa làm gì. Hoặc vẽ đúng dạng cả 2 đáp ứng nhưng cả hai đều có sai sót (sai vị trí tần số, độ lớn,...). **Có sai sót nhỏ ở việc tìm H(s) và làm đúng theo H(s) này thì chấm mức 2**

Mức 3: Vẽ chính xác một trong 2 đáp ứng, đáp ứng còn lại có sai sót nhỏ.

Mức 4: Vẽ đầy đủ chính xác cả 2 đáp ứng.

Câu 2. Tín hiệu tín hiệu $f(t)=2\cos(5t)+3\cos(6t)+3\cos(60t)+5\cos(70t)$

a) [CĐR 3 – 2.0 điểm] Lựa chọn thông số và thiết kế bộ lọc:

- Bộ lọc có khuynh hướng giữ lại các tần số 60 và 70 (thuộc tần số cao) và loại bỏ các tần số 5 và 6 (thuộc tần số thấp) nên chọn bộ lọc thông cao.
- Các tần số 60 và 70 phải thuộc dải thông nên $\omega_p \leq 60$. Các tần số 5 và 6 phải thuộc dải chắn nên $\omega_s \geq 6$. Mặt khác $\omega_p > \omega_s$ nên ta chọn tối ưu: $\omega_p = 60$ và $\omega_s = 6$.
- Ta có: $A_1 = 2 |H(j5)|$; $A_2 = 3 |H(j6)|$; $A_3 = 3 |H(j60)|$; $A_4 = 5 |H(j70)|$. Theo yêu cầu đề bài suy ra: $|H(j5)| \leq \frac{0.01}{2}$; $|H(j6)| \leq \frac{0.09}{3}$; $\frac{2.5}{3} \leq |H(j60)| \leq 1$; $\frac{4.5}{5} \leq |H(j70)| \leq 1$. Mặt khác, vì tần số 5 và 6 thuộc dải chắn nên: $|H(j5)| \leq G_s$; $|H(j6)| \leq G_s$; tần số 60 và 70 thuộc dải thông nên: $G_p \leq |H(j60)| \leq 1$; $G_p \leq |H(j70)| \leq 1$. Để thỏa mãn hết các yêu cầu của đề bài thì: $G_s \leq \min\{\frac{0.01}{2}, \frac{0.09}{3}\} = 0.005$; $G_p \geq \max\{\frac{2.5}{3}, \frac{4.5}{5}\} = 0.9$ và ta chọn tối ưu: $G_s = 0.005$; $G_p = 0.9$. Tương ứng với: $G_s = -46.02dB$; $G_p = -0.92dB$.

- Thiết kế bộ lọc thông thấp mẫu $\#_p(s)$ có các thông số:

$$\omega_{pp} = 1, \omega_{ps} = \frac{\omega_p}{\omega_s} = \frac{60}{6} = 10, G_s = -46.02dB; G_p = -0.92dB$$

$$+ n \geq \frac{\lg[(10^{-G_s/10} - 1)/(10^{-G_p/10} - 1)]}{2\lg(\frac{\omega_{ps}}{\omega_{pp}})} = \frac{\lg[(10^{46.02/10} - 1)/(10^{0.92/10} - 1)]}{2\lg(10)} = 2.615 \rightarrow \text{chọn } n=3$$

$$+ \frac{\omega_{pp}}{(10^{-G_p/10} - 1)^{\frac{1}{2n}}} \leq \omega_{pc} \leq \frac{\omega_{ps}}{(10^{-G_s/10} - 1)^{\frac{1}{2n}}} \Leftrightarrow \frac{1}{(10^{0.92/10} - 1)^{\frac{1}{6}}} \leq \omega_{pc} \leq \frac{10}{(10^{46.02/10} - 1)^{\frac{1}{6}}} \Leftrightarrow 1.27 \leq \omega_{pc} \leq 1.71$$

\rightarrow chọn $\omega_{pc} = 1.5$

+ Tra bảng ta có: $\mathcal{H}(s) = \frac{1}{(s+1)(s^2+s+1)}$

+ $\mathcal{H}_p(s) = \mathcal{H}(s) \Big|_{s=\frac{s}{\omega_{pc}} = \frac{s}{1.5}} = \frac{1}{(\frac{s}{1.5}+1)(\frac{s^2}{1.5^2} + \frac{s}{1.5} + 1)}$

- Xác định $H(s)$ của bộ lọc thông cao bằng phép biến đổi tần số: $H(s) = \mathcal{H}_p(s) \Big|_{s=\frac{\omega_p}{s} = \frac{60}{s}}$

$$H(s) = \frac{1}{(\frac{60}{1.5s}+1)(\frac{60^2}{1.5^2 s^2} + \frac{60}{1.5s} + 1)} = \frac{s^3}{(s+40)(s^2+40s+1600)}$$

Rubric câu 2a:

Mức 0: Không làm gì hoặc có làm nhưng không liên quan.

Mức 1: Có đưa ra thông số của bộ lọc và theo quy trình thiết kế bộ lọc nhưng không hợp lý

Mức 2: Có đưa ra vài thông số của bộ lọc nhưng chưa thỏa mãn hết yêu cầu sau đó theo quy trình thiết kế bộ lọc không được tuân thủ đầy đủ nên chưa có kết quả phù hợp. **Lưu ý: dựa theo kết quả câu 2b để đánh giá!**

Mức 3: Thông số của bộ lọc được đưa ra đầy đủ bảo đảm yêu cầu với sai sót nhỏ và quy trình thiết kế bộ lọc hầu như được tuân thủ để có kết quả chính xác. **Lưu ý: dựa theo kết quả câu 2b để đánh giá!**

Mức 4: Thông số của bộ lọc được đưa ra đầy đủ chính xác theo yêu cầu và quy trình thiết kế bộ lọc được tuân thủ một cách nghiêm ngặt chính xác. **Lưu ý: dựa theo kết quả câu 2b để đánh giá!**

b) [CDR 2.7 – 1.0 điểm] Xác định lại ngõ ra $y(t)$ của hệ thống khi ngõ vào là $f(t)$:

Gọi quan hệ vào ra của hệ thống là $y(t)=T\{f(t)\}$. Khi đó:

$$y(t)=T\{2\cos(5t)+3\cos(6t)+3\cos(60t)+5\cos(70t)\}$$

Do hệ thống tuyến tính nên:

$$y(t)=T\{2\cos(5t)\}+T\{3\cos(6t)\}+T\{3\cos(60t)\}+T\{5\cos(70t)\}$$

$$\Leftrightarrow y(t) = 2 |H(j5)| \cos(5t + \angle H(j5)) + 3 |H(j6)| \cos(6t + \angle H(j6)) \\ + 3 |H(j60)| \cos(60t + \angle H(j60)) + 5 |H(j70)| \cos(70t + \angle H(j70))$$

Với: $H(j\omega) = H(s) \Big|_{s=j\omega} = \frac{-j\omega^3}{(j\omega+40)(-\omega^2+j40\omega+1600)}$ nên:

$$H(j5) = \frac{-j5^3}{(j5+40)(-5^2+j40 \times 5+1600)} = 1.95 \times 10^{-3} \angle -104.36^0$$

$$H(j6) = \frac{-j6^3}{(j6+40)(-6^2+j40 \times 6+1600)} = 3.37 \times 10^{-3} \angle -107.25^0$$

$$H(j60) = \frac{-j60^3}{(j60+40)(-60^2+j40 \times 60+1600)} = 0.96 \angle 83.89^0$$

$$H(j70) = \frac{-j70^3}{(j70+40)(-70^2+j40 \times 70+1600)} = 0.983 \angle 70.06^0$$

Nên:

$$y(t) = 0.0039 \cos(5t - 104.36^0) + 0.01 \cos(6t - 107.25^0) + 2.88 \cos(60t + 83.89^0) + 4.915 \cos(70t + 70.06^0)$$

Rubric câu 2b:

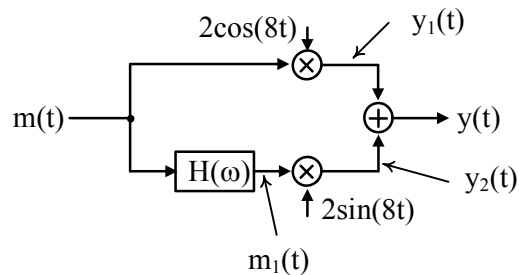
Mức 0: Không làm gì hoặc có làm nhưng không liên quan.

Mức 1: Có thể hiện việc xác định ngõ ra nhưng hoàn toàn không hợp lý (vd: dùng biến đổi Laplace thuộc lỗi này)

Mức 2: Thể hiện việc xác định ngõ ra hợp lý (dùng đáp ứng tần số) nhưng khi tiến hành tính toán có nhiều lỗi.

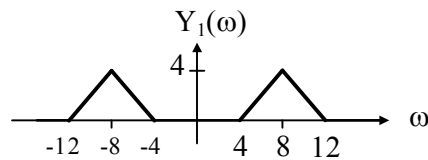
Mức 3: Thể hiện việc xác định ngõ ra hợp lý (dùng đáp ứng tần số) nhưng khi tiến hành tính toán có sai sót nhỏ.

Mức 4: Thể hiện việc xác định đáp ứng một cách đầy đủ, chính xác.

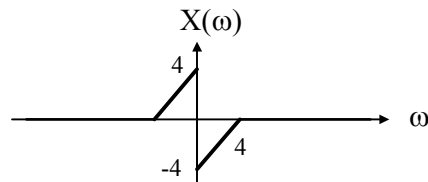
Câu 3. [CĐR 2.2 - 2.0 điểm]

(a) Phân tích phổ của tín hiệu $y(t)$:

- Có $y_1(t) = m(t) \cdot 2\cos(8t) = m(t)e^{j8t} + m(t)e^{-j8t} \Rightarrow Y_1(\omega) = M(\omega - 8) + M(\omega + 8)$

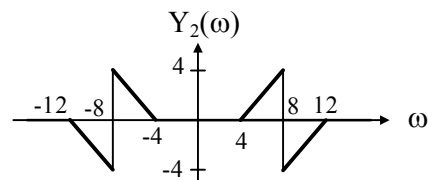


- Có: $M_1(\omega) = M(\omega)H(\omega) = jX(\omega)$ với $X(\omega) = \begin{cases} -M(\omega); & \omega > 0 \\ M(\omega); & \omega < 0 \end{cases}$

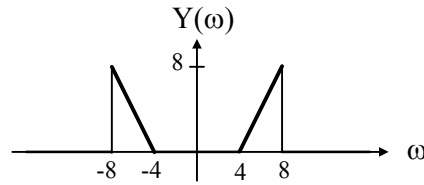


- Có: $y_2(t) = m_1(t) \cdot 2\sin(8t) = \frac{1}{j}m_1(t)e^{j8t} - \frac{1}{j}m_1(t)e^{-j8t} \Rightarrow Y_2(\omega) = \frac{1}{j}M_1(\omega - 8) - \frac{1}{j}M_1(\omega + 8)$

Hay: $Y_2(\omega) = X(\omega - 8) - X(\omega + 8)$

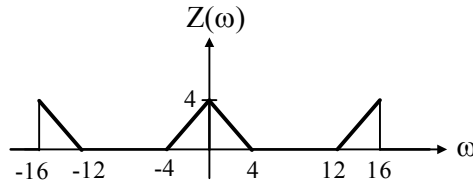


- Có: $y(t) = y_1(t) + y_2(t) \Rightarrow Y(\omega) = Y_1(\omega) + Y_2(\omega)$



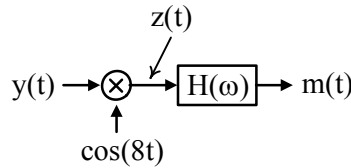
(b) Xác định sơ đồ khối khôi phục $m(t)$ từ $y(t)$

- Đặt $Z(\omega)$ có dạng:



Khi đó: $Z(\omega) = \frac{1}{2} Y(\omega - 8) + \frac{1}{2} Y(\omega + 8) \Rightarrow z(t) = \frac{1}{2} y(t) e^{j8t} + \frac{1}{2} y(t) e^{-j8t} = y(t) \cos(8t)$ (*)

- Đặt $H_1(\omega) = \text{rect}\left(\frac{\omega}{2\omega_0}\right)$; $4 \leq \omega_0 < 12$ thì $M(\omega) = Z(\omega)H_1(\omega)$ (**)
- Từ (*) và (**) ta có sơ đồ khối khôi phục $m(t)$ từ $y(t)$ như sau:



Rubric câu 3:

Mức 0: Không làm gì hoặc có làm nhưng không liên quan.

Mức 1: Có thể hiện việc dùng biến đổi Fourier nhưng hầu như là sai

Mức 2: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier để phân tích chính xác hệ thống câu (a), câu (b) thì chưa làm gì hoặc có làm nhưng hoàn toàn sai; hoặc làm cả hai câu nhưng có sai sót câu (a) \rightarrow câu (b) cũng sai theo (nhưng phải đúng theo hướng sai do câu a gây ra).

Mức 3: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier để phân tích chính xác hệ thống câu (a), câu (b) thì có sai sót (nhầm hệ số, dấu, ...).

Mức 4: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier một cách chính xác đầy đủ.

Câu 4. [CĐR 2.3 - 1.5 điểm]

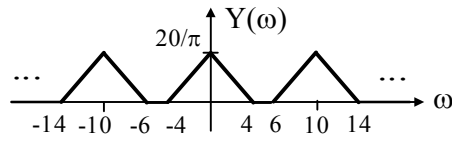
- Xác định phổ của $y(t)$:

+ Ta có $p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n e^{jn\omega_s t}$; $\omega_s = \frac{2\pi}{T_s}$; $D_n = \left. \frac{P_0(\omega)}{T_s} \right|_{\omega=n\omega_s} = \frac{1}{T_s}$ với $p_0(t) = \delta(t) \leftrightarrow P_0(\omega) = 1$

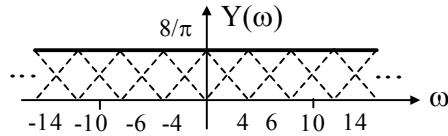
+ $y(t) = m(t)p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{1}{T_s} m(t) e^{jn\omega_s t} \Rightarrow Y(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{1}{T_s} M(\omega - n\omega_s)$

- Vẽ phổ của $y(t)$ với các trường hợp:

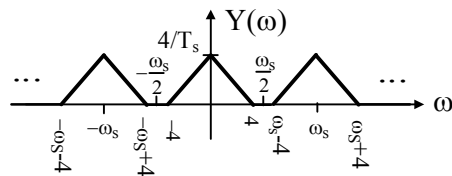
+ (i) $T_s = \frac{\pi}{5} \Rightarrow \omega_s = 10 \Rightarrow Y(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{5}{\pi} M(\omega - 10n)$



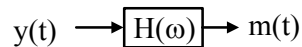
$$+ (ii) T_s = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \omega_s = 4 \Rightarrow Y(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{2}{\pi} M(\omega - 4n)$$



- Để có thể khôi phục $m(t)$ từ $y(t)$ thì phải không có sự chồng lấn phổ hay $\omega_s \geq 8$ tương ứng với $T_s \leq \frac{\pi}{4}$. Phổ có dạng:



- Đặt $H(\omega) = T_s \text{rect}\left(\frac{\omega}{\omega_s}\right)$ thì $M(\omega) = Y(\omega)H(\omega) \rightarrow$ sơ đồ khối khôi phục $m(t)$ từ $y(t)$:



Rubric câu 4:

Mức 0: Không làm gì hoặc có làm nhưng không liên quan.

Mức 1: Có thể hiện việc dùng biến đổi Fourier nhưng hầu như là sai

Mức 2: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier theo trình tự chính xác để tìm quan hệ $Y(\omega)$ theo $M(\omega)$ và vẽ $Y(\omega)$ với các trường hợp để suy ra điều kiện của T_s và sơ đồ khối nhưng có lỗi (nhầm hệ số, dấu,...)

Mức 3: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier theo trình tự chính xác để viết ra chính xác quan hệ $Y(\omega)$ theo $M(\omega)$ và vẽ đúng $Y(\omega)$ với các trường hợp để suy ra điều kiện của T_s và sơ đồ khối và chỉ có sai sót nhỏ.

Mức 4: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier theo trình tự chính xác để viết ra chính xác quan hệ $Y(\omega)$ theo $M(\omega)$ và vẽ $Y(\omega)$ chính xác để suy ra chính xác điều kiện của T_s và sơ đồ khối.

(Hết)

Duyệt của bộ môn

GV làm đáp án

HOÀNG MINH TRÍ

TRẦN QUANG VIỆT