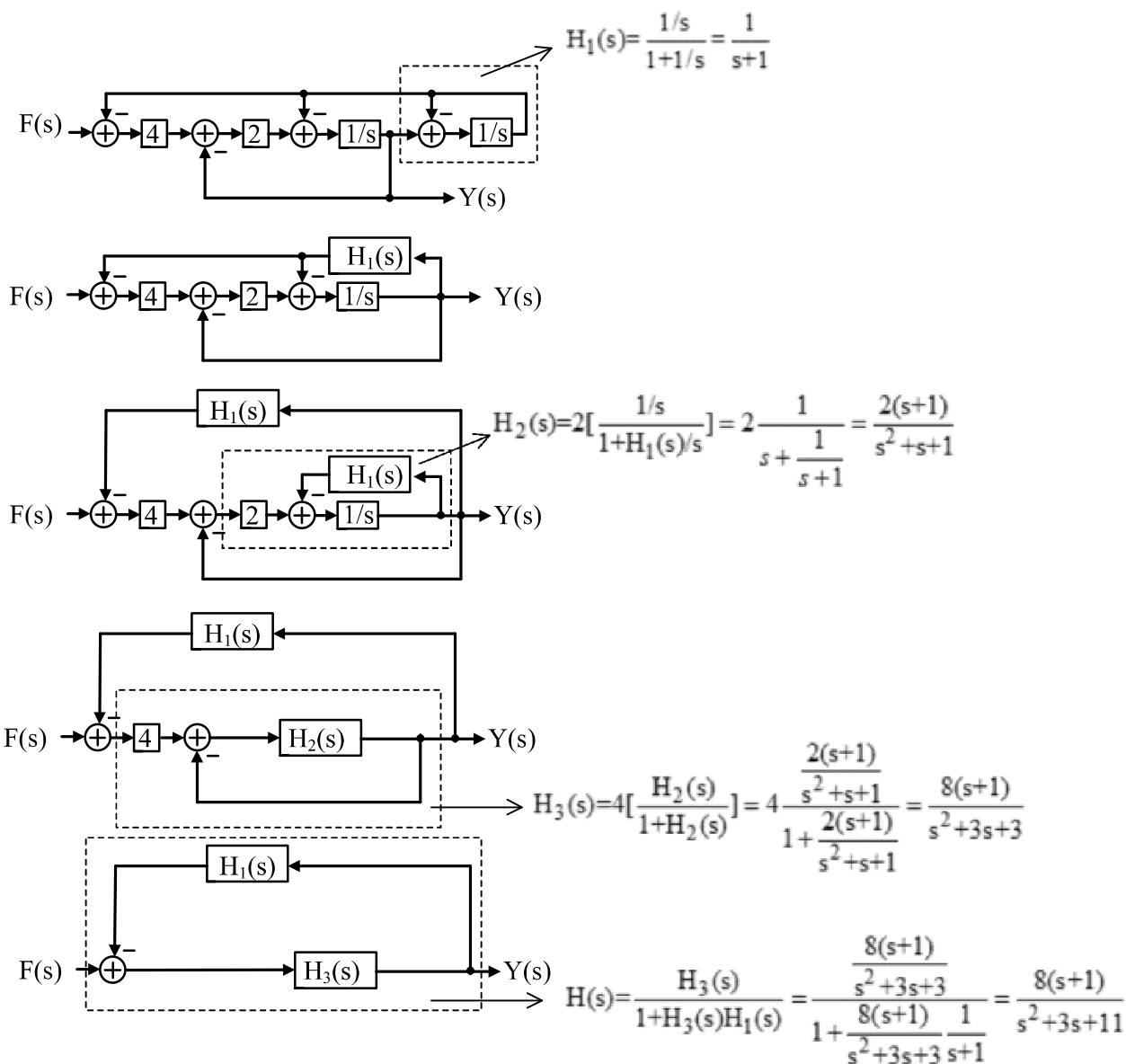


ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ 1/2016-2017 - TÍNH HIỆU & HỆ THỐNG

Ngày thi: 21/12/2016 - Thời gian: 120 phút không kể chép đề

Bài 1. (CĐR 2.5 - 1.5 điểm)



$$f(t)=u(t) \rightarrow F(s)=1/s \rightarrow Y(s)=H(s)F(s)=\frac{1}{s} \frac{8(s+1)}{s^2+3s+11} = \frac{K_1}{s} + \frac{K_2s+K_3}{s^2+3s+11}$$

$$Y(s) = \frac{K_1}{s} + K_2 \frac{(s+1.5)}{(s+1.5)^2 + (2.958)^2} + K_3 \frac{2.958}{(s+1.5)^2 + (2.958)^2}$$

$$K_1 = \left. \frac{8(s+1)}{s^2+3s+11} \right|_{s=0} = 8/11 = 0.73; \quad K_1 + K_2 = 0 \Rightarrow K_2 = -K_1 = -0.73;$$

$$-K_1 + \frac{-K_2 + K_3}{1-3+11} = 0 \Rightarrow -9K_1 - K_2 + K_3 = 0 \Rightarrow K_3 = 9K_1 + K_2 = 8K_1 = 64/11 = 5.82$$

$$Y(s) = \frac{0.73}{s} - 0.73 \frac{(s+1.5)}{(s+1.5)^2 + (2.958)^2} + 2.34 \frac{2.958}{(s+1.5)^2 + (2.958)^2}$$

$$\Rightarrow y(t) = [0.73 - 0.73e^{-1.5t} \cos(2.958t) + 2.34e^{-1.5t} \sin(2.958t)]u(t)$$

Rubric bài 1:

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

Mức 1: Có thể hiện việc xác định hàm truyền $H(s)$ nhưng hoàn toàn không hợp lý.

Mức 2: Thể hiện việc xác định hàm truyền và đáp ứng theo trình tự và cơ sở hợp lý nhưng có nhiều chỗ sai (Lưu ý: **Đúng hàm truyền** nhưng **không** tìm đáp ứng thuộc mức 2)

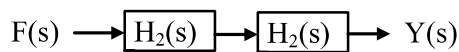
Mức 3: Thể hiện việc xác định hàm truyền và đáp ứng theo trình tự và cơ sở hợp lý nhưng sai sót nhỏ. (Lưu ý: **sai sót nhỏ** trong xác định hàm truyền \rightarrow hàm truyền sai nhưng việc xác định đáp ứng là chính xác theo hàm truyền này vẫn có thể cho mức 3)

Mức 4: Thể hiện việc xác định hàm truyền đầy đủ và chính xác

Bài 2. (CDR 2.6 - 1.5 điểm)

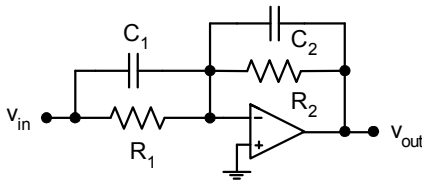
$$\text{Ta có: } H(s) = 3 \frac{s^2 + 8s + 15}{s^2 + 10s + 24} = \frac{3(s+3)(s+5)}{(s+4)(s+6)} = \left[-3 \frac{(s+3)}{(s+6)} \right] \left[- \frac{(s+5)}{(s+4)} \right]$$

Sơ đồ khối thực hiện hệ thống:



$$H_1(s) = -3 \frac{(s+3)}{(s+6)}; H_2(s) = - \frac{(s+5)}{(s+4)}$$

Hàm $H_1(s)$ thực hiện dùng mạch bậc 1 như sau:

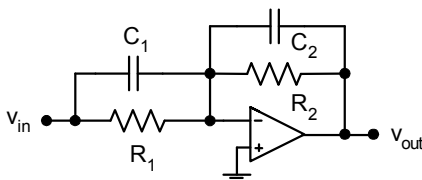


$$H_1(s) = - \frac{C_1}{C_2} \frac{s + \frac{1}{R_1 C_1}}{s + \frac{1}{R_2 C_2}} = -3 \frac{s + 3}{s + 6}$$

Chọn $C_1 = 10\mu\text{F} \rightarrow C_2 = (C_1/3) = 3.3\mu\text{F}$

$$\text{Và: } \frac{1}{R_1 C_1} = 3 \Rightarrow R_1 = \frac{1}{3C_1} = \frac{1}{3 \times 10 \times 10^{-6}} = 33.3k\Omega; \quad \frac{1}{R_2 C_2} = 6 \Rightarrow R_2 = \frac{1}{6C_2} = \frac{1}{6 \times 3.3 \times 10^{-6}} = 50k\Omega$$

Hàm $H_2(s)$ thực hiện dùng mạch bậc 1 như sau:

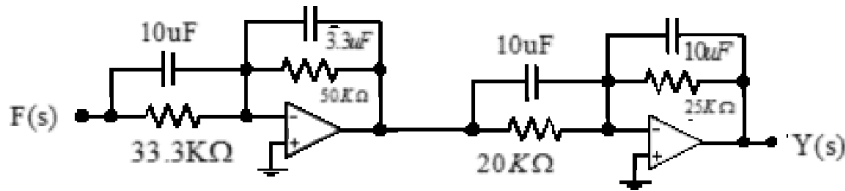


$$H_2(s) = - \frac{C_1}{C_2} \frac{s + \frac{1}{R_1 C_1}}{s + \frac{1}{R_2 C_2}} = - \frac{s + 5}{s + 4}$$

Chọn $C_1=10\mu F \rightarrow C_2=10\mu F$

$$\text{Và: } \frac{1}{R_1 C_1} = 5 \Rightarrow R_1 = \frac{1}{5 C_1} = \frac{1}{5 \times 10 \times 10^{-6}} = 20k\Omega; \quad \frac{1}{R_2 C_2} = 4 \Rightarrow R_2 = \frac{1}{4 C_2} = \frac{1}{4 \times 10 \times 10^{-6}} = 25k\Omega$$

Nối mạch theo sơ đồ khối ta có sơ đồ mạch Op-amp như sau:



Rubric bài 2:

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 chính xác nhưng hoàn toàn chưa làm gì để vẽ mạch Op-amp. **Hoặc** xác định và vẽ sơ đồ khối có sai sót nhưng thể hiện việc xác định mạch Op-amp đầy đủ các bước, chính xác (theo kết quả sai)

Mức 3: Thể hiện việc xác và vẽ sơ đồ khối chính xác nhưng chỉ vẽ mạch Op-amp ý đúng mà không giải thích cách làm.

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

Bài 3. (CDR 2.7 - 1.0 điểm)

Dựa vào đồ thị điểm cực và điểm không ta có hàm truyền có dạng:

$$H(s) = \frac{K}{(s+2)(s-s_1)(s-s_2)}; s_1 = 2 \angle 2\pi/3; s_2 = s_1^* \text{ hay } H(s) = \frac{K}{(s+2)(s^2+2s+4)}$$

$$\text{Tại } s=0, H(s=0)=2, \text{ suy ra: } K=16. \text{ Vậy: } H(s) = \frac{16}{(s+2)(s^2+2s+4)}$$

Do hệ thống LTI nhân quả có các cực nằm ở LHP nên hệ thống ổn định \rightarrow tồn tại đáp ứng tần số

$$H(j\omega) = H(s)|_{s=j\omega}$$

Áp dụng đáp ứng tần số, ta có:

$$\cos(\omega t) \rightarrow \boxed{H(s)} \rightarrow |H(j\omega)| \cos(\omega t + \angle H(j\omega))$$

$$H(j\omega) = H(s)|_{s=j\omega}$$

Và do hệ thống tuyến tính nên suy ra:

$$2 \rightarrow \boxed{H(s)} \rightarrow 2 |H(j0)| = 4$$

$$H(j0) = H(s)|_{s=j0} = 2$$

$$2 \cos(t) \rightarrow \boxed{H(s)} \rightarrow 2 |H(j1)| \cos(t + \angle H(j1)) = 1.98 \cos(t - 60.25^\circ)$$

$$H(j1) = H(s)|_{s=j1} = \frac{8}{(j+2)(-1+j2+4)} = 0.99 \angle -60.25^\circ$$

$$2 \cos(5t) \rightarrow \boxed{H(s)} \rightarrow 2 |H(j5)| \cos(5t + \angle H(j5)) = 0.128 \cos(5t - 222.74^\circ)$$

$$H(j5) = H(s)|_{s=j5} = \frac{8}{(j5+2)(-25+j10+4)} = 0.064 \angle -222.74^\circ$$

Do hệ thống tuyến tính nên khi ngõ vào là $f(t)=2+2\cos(t)+2\cos(5t)$, thì ngõ ra là

$$y(t)=4+1.98\cos(t-60.25^\circ)+0.128\cos(5t-222.74^\circ)$$

Rubric bài 3:

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

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

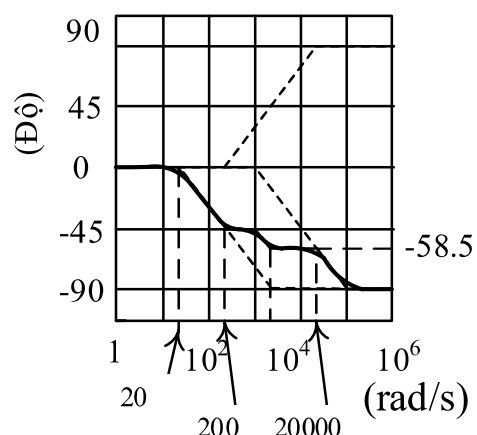
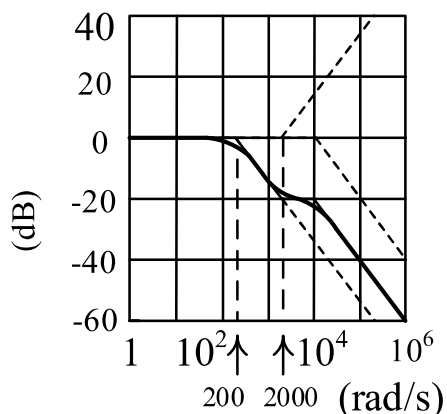
Mức 2: Thể hiện việc xác định hàm truyền hợp lý sau đó xác định ngõ ra hợp lý (dùng đáp ứng tần số) nhưng khi tiến hành tính toán có nhiều lỗi.

Mức 3: Thể hiện việc xác định hàm truyền chính xác sau đó 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 hàm truyền và đáp ứng một cách đầy đủ, chính xác.

Bài 4. (CĐR 2.8 - 1.5 điểm) Hãy vẽ đáp ứng tần số (biểu đồ Bode) của hệ thống LTI có hàm truyền $H(s)=1000(s+2000)/[(s+200)(s+10000)]$.

Ta có: $H(s)=[200/(s+200)][(s+2000)/2000][10000/(s+10000)]$



Rubric bài 4:

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,...).

Mức 3: Vẽ chính xác một trong 2 đáp ứng, đáp ứng còn lại có sai sót (sai vị trí tần số, độ lớn, chưa vẽ đường chính xác,...). **Hoặc** vẽ chính xác đường tiệm cận của 2 đáp ứng nhưng chưa vẽ đường chính xác.

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

Bài 5. (CĐR 3 - 1.5 điểm)

a) Chọn: $10 < \omega_p \leq 50$; $20 \lg(8/10) = -1.94 \text{ dB} \leq G_p < 0 \text{ dB}$; $10 \leq \omega_s < 50$; $G_s \leq 20 \lg(0.1/10) = -40 \text{ dB}$, $\omega_p > \omega_s$

Tối ưu bậc bộ lọc ta chọn: $\omega_p = 50$, $\omega_s = 10$, $G_p = -1.94 \text{ dB}$, $G_s = -40 \text{ dB}$.

b) Bộ lọc thông cao thỏa mãn các yêu cầu sau: $\omega_s = 10$, $\omega_p = 100$, $G_s = -70 \text{ dB}$, $G_p = -2 \text{ dB}$.

* Thiết kế bộ lọc thông thấp mẫu $H_p(s)$ có: $\omega_{pp} = 1$, $\omega_{ps} = \omega_p / \omega_s = 100/10 = 10$, $G_s = -70 \text{ dB}$, $G_p = -2 \text{ dB}$

Giả sử dùng bộ lọc Butterworth:

- $n \geq \frac{\lg[(10^{-G_s/10} - 1) / (10^{-G_p/10} - 1)]}{2 \lg(\omega_{ps} / \omega_{pp})} = \frac{\lg[(10^7 - 1) / (10^{0.2} - 1)]}{2 \lg(10 / 1)} = 3.62 \rightarrow \text{chọn } n=4$
- $\frac{\omega_{pp}}{(10^{-G_p/10} - 1)^{1/2n}} \leq \omega_{pc} \leq \frac{\omega_{ps}}{(10^{-G_s/10} - 1)^{1/2n}} \rightarrow \frac{1}{(10^{0.2} - 1)^{1/8}} \leq \omega_{pc} \leq \frac{10}{(10^7 - 1)^{1/8}} \rightarrow 1.069 \leq \omega_{pc} \leq 1.333$
 $\rightarrow \text{Chọn } \omega_{pc} = 1.2$
- Tra bảng với $n=4$ ta có: $\mathcal{H}(s) = \frac{1}{(s^2 + 0.76s + 1)(s^2 + 1.84s + 1)}$
- Áp dụng: $H_p(s) = \mathcal{H}(s)|_{s=s/\omega_{pc}} = \frac{1}{[(s/\omega_{pc})^2 + 0.76(s/\omega_{pc}) + 1][(s/\omega_{pc})^2 + 1.84(s/\omega_{pc}) + 1]}$

* Dùng phép biến đổi tần số ta có hàm truyền của bộ lọc thông cao:

$$H(s) = H_p(s)|_{s=\omega_p/s} = \frac{1}{[(\omega_p/s\omega_{pc})^2 + 0.76(\omega_p/s\omega_{pc}) + 1][(\omega_p/s\omega_{pc})^2 + 1.84(\omega_p/s\omega_{pc}) + 1]}$$

$$\rightarrow H(s) = \frac{1}{[(100/1.2s)^2 + 0.76(100/1.2s) + 1][(100/1.2s)^2 + 1.84(100/1.2s) + 1]}$$

$$\rightarrow H(s) = \frac{s^4}{(s^2 + 63.33s + 6944.44)(s^2 + 153.33s + 6944.44)}$$

Rubric bài 5:

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

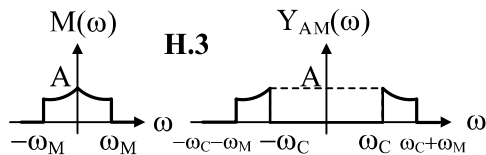
Mức 1: Có đưa ra thông số của bộ lọc nhưng không liên quan tới yêu cầu (câu a). Quy trình thiết kế bộ lọc không được tuân thủ đầy đủ nhưng có chỗ sai (câu b)

Mức 2: Có đưa ra vài thông số của bộ lọc nhưng chưa thỏa mãn hết yêu cầu (câu a), quy trình thiết kế bộ lọc không được tuân thủ đầy đủ nên chưa có kết quả phù hợp (câu b). Hoặc tuân thủ đúng quy trình thiết kế và cho ra kết quả chính xác (câu b) nhưng không xác định thông số của bộ lọc (không làm câu a hoặc làm nhưng không liên quan).

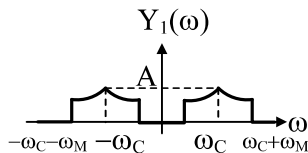
Mức 3: Thông số của bộ lọc được đưa ra đầy đủ bảo đảm yêu cầu với sai sót nhỏ (câu a). Quy trình thiết kế bộ lọc hầu như được tuân thủ để có kết quả chính xác (câu b)

Mức 4: Thông số của bộ lọc được đưa ra đầy đủ chính xác theo yêu cầu (câu a). Quy trình thiết kế bộ lọc được tuân thủ một cách nghiêm ngặt chính xác (câu b).

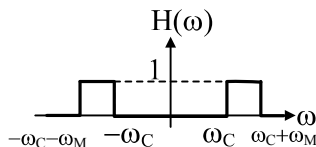
Bài 6. (CĐR 2.2 - 1.5 điểm)



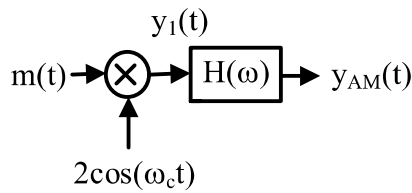
$$\text{Đặt } Y_1(\omega) = M(\omega - \omega_c) + M(\omega + \omega_c) \rightarrow y_1(t) = m(t)e^{j\omega_c t} + m(t)e^{-j\omega_c t} = m(t).2\cos(\omega_c t)$$



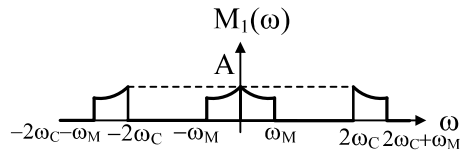
Đặt $H(\omega)$ như hình vẽ ta có $H(\omega)Y_1(\omega) = Y_{AM}(\omega) \rightarrow H(\omega)$ là hệ thống LTI (bộ lọc)



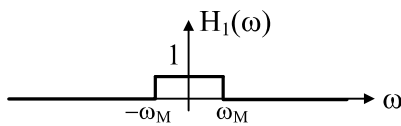
Vậy hệ thống điều chế như sau:



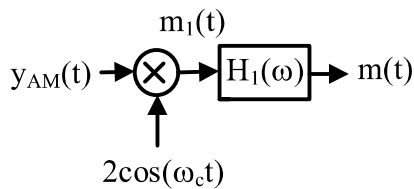
Đặt $M_1(\omega) = Y_{AM}(\omega - \omega_c) + Y_{AM}(\omega + \omega_c) \rightarrow m_1(t) = y_{AM}(t)e^{j\omega_c t} + y_{AM}(t)e^{-j\omega_c t} = y_{AM}(t) \cdot 2\cos(\omega_c t)$



Đặt $H_1(\omega)$ như hình vẽ ta có $H_1(\omega)Y_1(\omega) = M(\omega) \rightarrow H(\omega)$ là hệ thống LTI (bộ lọc)



Vậy hệ thống giải điều chế như sau:



Rubric bài 6:

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

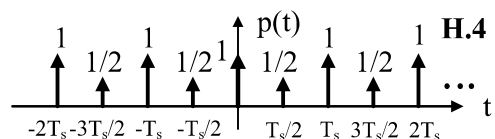
Mức 1: Có thể hiện việc dùng biến đổi Fourier nhưng hầu như là sai

Mức 2: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier để xây dựng chính xác một trong hai hệ thống (điều chế, giải điều chế), hệ thống còn lại thì chưa làm gì hoặc có làm nhưng hoàn toàn sai.

Mức 3: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier để xây dựng chính xác một trong hai hệ thống (điều chế, giải điều chế), hệ thống còn lại thì có sai sót (nhầm hệ số, dấu,...).

Mức 4: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier để xây dựng chính xác cả hai hệ thống (điều chế, giải điều chế).

Bài 7. (CĐR 2.3 - 1.5 điểm)



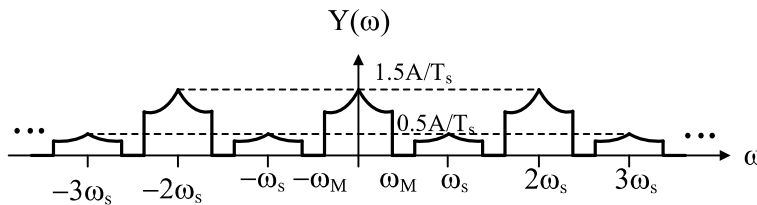
Ta có: $p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n e^{jn\omega_s t}$, $\omega_s = \frac{2\pi}{T_s}$

$$\text{Với } D_n = \frac{1}{T_s} \int_{-T_s/4}^{3T_s/4} [\delta(t) + 0.5\delta(t - T_s/2)] e^{-jn\omega_s t} dt = \frac{1}{T_s} (1 + 0.5e^{-jn\pi}) = \begin{cases} \frac{1.5}{T_s}, & n \text{ even} \\ \frac{0.5}{T_s}, & n \text{ odd} \end{cases}$$

$$\text{Suy ra: } y(t) = m(t)p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n m(t) e^{jn\omega_s t} \rightarrow Y(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n M(\omega - n\omega_s)$$

$$\rightarrow Y(\omega) = \sum_{\substack{n=-\infty \\ n \text{ even}}}^{+\infty} \frac{1.5}{T_s} M(\omega - n\omega_s) + \sum_{\substack{n=-\infty \\ n \text{ odd}}}^{+\infty} \frac{0.5}{T_s} M(\omega - n\omega_s)$$

Như vậy dạng phổ của $y(t)$ là lặp lại phổ $m(t)$ trên thang tần số với khoảng cách là $\omega_s \rightarrow$ để có thể khôi phục $m(t)$ từ $y(t)$ bằng bộ lọc thực tế thì không xảy ra chồng lấn phổ hay và có khoảng tần số dư trữ để đặt khoảng chuyển tiếp của bộ lọc thực tế $\rightarrow \omega_s > 2\omega_M \Rightarrow T_s < \frac{\pi}{\omega_M}$. Với điều kiện này ta có phổ của $y(t)$ như sau:



Rubric bài 7:

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 $M(\omega)$ nhưng có sai sót (nhầm hệ số, dấu,...) **đồng thời** chưa chứng minh theo yêu cầu của đề.

Mức 3: Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier theo trình tự chính xác để viết ra chính xác quan hệ $Y(\omega)$ theo $M(\omega)$ nhưng chưa chứng minh theo yêu cầu của đề. **Hoặc** thể hiện việc dùng biến đổi Fourier theo trình tự chính xác để tìm quan hệ $Y(\omega)$ theo $M(\omega)$ nhưng có sai sót (nhầm hệ số, dấu,...) **và** chứng minh hợp lý theo yêu cầu của đề.

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 chứng minh chính xác, đầy đủ theo yêu cầu của đề.

-----Hết-----