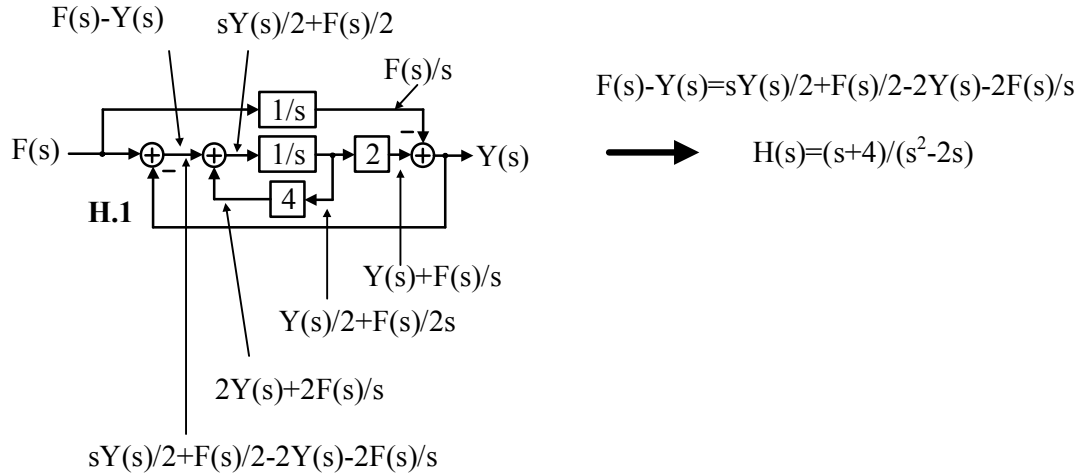


**Bài 1. (CĐR 2.5 - 1.5 điểm)**



**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 theo trình tự và cơ sở hợp lý nhưng có nhiều chỗ sai

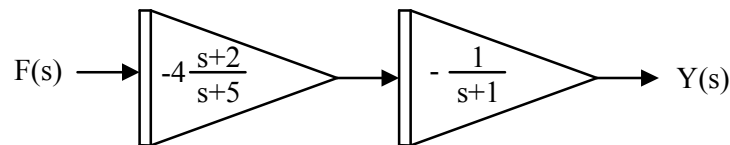
**Mức 3:** Thể hiện việc xác định hàm truyền theo trình tự và cơ sở hợp lý nhưng sai sót nhỏ (sai sót nhỏ trong đáp số cuối cùng)

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

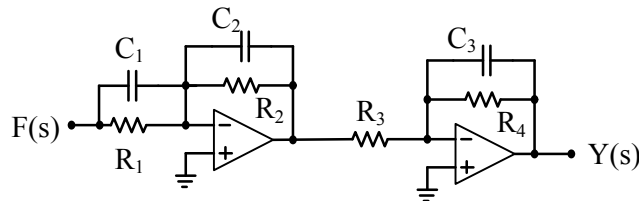
**Câu 2. (CĐR 2.6 - 1.5 điểm)**  $H(s) = (4s+8)/(s^2+6s+5)$ .

Ta có: 
$$H(s) = \frac{4(s+2)}{(s+1)(s+5)} = \left[ -4 \frac{s+2}{s+5} \right] \left[ -\frac{1}{s+1} \right]$$

- Sơ đồ khối thực hiện hệ thống dùng Op-amp:



- Sơ đồ mạch dùng Op-amp:



Trong đó:

$$-\frac{C_1}{C_2} \frac{s + \frac{1}{R_1 C_1}}{s + \frac{1}{R_2 C_2}} = -4 \frac{s+2}{s+5} \rightarrow \begin{cases} \frac{C_1}{C_2} = 4 \\ \frac{1}{R_1 C_1} = 2 \rightarrow \text{chọn } C_2 = 10\mu F \rightarrow C_1 = 40\mu F \\ \frac{1}{R_2 C_2} = 5 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} R_1 = \frac{1}{2C_1} = \frac{1}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-5}} = 12.5 K\Omega \\ R_2 = \frac{1}{5C_2} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-5}} = 20 K\Omega \end{cases}$$

Và:  $-\frac{\frac{1}{R_3 C_3}}{s + \frac{1}{R_4 C_3}} = -\frac{1}{s+1} \rightarrow \frac{1}{R_3 C_3} = \frac{1}{R_4 C_3} = 1 \rightarrow \text{chọn } C_3 = 10\mu F \rightarrow R_3 = R_4 = 1/C_3 = 100 K\Omega$

### 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.

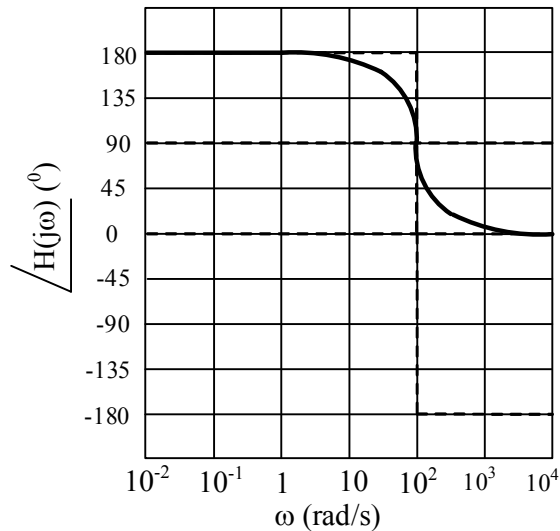
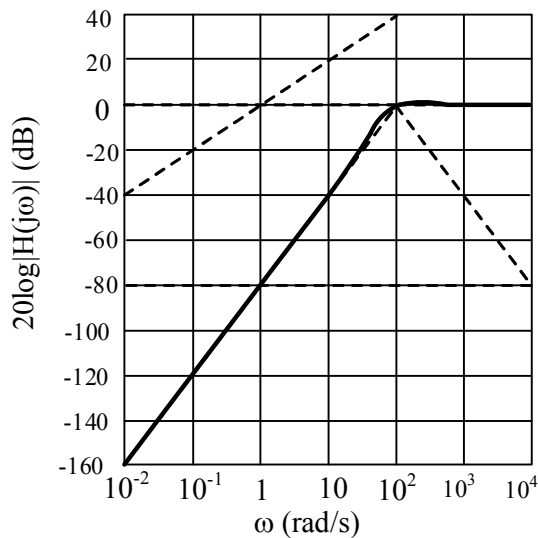
**Mức 2:** Thể hiện việc xác định và vẽ sơ đồ khối và sơ đồ mạch hợp lý nhưng có lỗi

**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.

**Bài 3a.** (CĐR 2.8 - 1.5 điểm)  $H(s) = s^2/(s^2 + 10^2 s + 10^4)$ .

Ta có:  $H(s) = \frac{1}{10^4} s^2 \frac{100^2}{s^2 + 0.5 \times 100s + 100^2}$



### Rubric bài 3a:

**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 nhỏ.

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

**Bài 3b.** (CĐR 2.7 - 1.0 điểm)  $H(s) = s^2/(s^2 + 10^2 s + 10^4)$ .  $f(t) = 3\cos(5t) + 4\cos(60t) + 2\cos(100t)$ ; tìm  $y(t)$

- Ta có hệ thống nhân quả, ổn định nên:  $H(j\omega) = H(s)|_{s=j\omega} = \frac{-\omega^2}{-\omega^2 + 10^2 j\omega + 10^4}$

- $$H(j5) = \frac{-5^2}{-5^2 + 10^2 j5 + 10^4} = 2.5 \times 10^{-3} \angle 177.1^\circ$$

$$H(j60) = \frac{-60^2}{-60^2 + 10^2 j60 + 10^4} = 0.41 \angle 136.8^\circ$$

$$H(j100) = \frac{-100^2}{-100^2 + 10^2 j100 + 10^4} = 1 \angle 90^\circ$$
- Mặt khác theo đáp ứng tần số của hệ thống ta có:  
 $T\{A_i \cos(\omega t + \varphi_i)\} = A_i |H(j\omega)| \cos(\omega t + \varphi_i + \angle H(j\omega))$
- Nên:  
 $y(t) = T\{f(t)\} = T\{3 \cos(5t) + 4 \cos(60t) + 2 \cos(100t)\}$   
 Do hệ thống tuyến tính nên:  
 $y(t) = T\{3 \cos(5t)\} + T\{4 \cos(60t)\} + T\{2 \cos(100t)\}$   
 $\rightarrow y(t) = 3 |H(j5)| \cos(5t + \angle H(j5)) + 4 |H(j60)| \cos(60t + \angle H(j60)) + 2 |H(j100)| \cos(100t + \angle H(j100))$   
 $\rightarrow y(t) = 7.5 \times 10^{-3} \cos(5t + 177.1^\circ) + 1.64 \cos(60t + 136.8^\circ) + 2 \cos(100t + 90^\circ)$

### **Rubric bài 3b:**

**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.

### **Bài 3c. (CĐR 3 - 1.5 điểm).**

1) Chọn thông số bộ lọc:

Hệ thống có khuynh hướng giữ lại tần số 60 và 100 (thuộc tần số cao) đồng thời loại bỏ tần số 5 (thuộc tần số thấp). Vậy ta chọn hệ thống là bộ lọc thông cao sao cho 60 và 100 thuộc dải thông và 5 thuộc dải chắn. Khi đó ta có:

$$\begin{cases} \omega_p \leq 60 \\ \omega_s \geq 5 \\ \omega_p > \omega_s \end{cases} \rightarrow \text{chọn tối ưu (bậc bộ lọc nhỏ nhất có thể)} : \begin{cases} \omega_p = 60 \\ \omega_s = 5 \end{cases}$$

Ta có:

$$\begin{cases} A_1 = 3 |H(j5)| \\ A_2 = 4 |H(j60)| \\ A_3 = 2 |H(j100)| \end{cases} \text{ theo dữ kiện đề bài ta có: } \begin{cases} 3 |H(j5)| \leq 0.005 \\ 3 \leq 4 |H(j60)| \leq 4 \\ 1.8 \leq 2 |H(j100)| \leq 2 \end{cases}$$

Suy ra:  $\begin{cases} |H(j5)| \leq 1.66 \times 10^{-3} \\ 0.75 \leq |H(j60)| \leq 1 \\ 0.9 \leq |H(j100)| \leq 1 \end{cases}$ . Mặt khác: tần số 60, 100 thuộc dải thông và 5 thuộc dải chắn nên:

$$\begin{cases} |H(j60)| \geq H_p \\ |H(j100)| \geq H_p \\ |H(j5)| \leq H_s \end{cases} \text{ Ta được: } \begin{cases} H_p \geq 0.9 \\ H_s \leq 1.66 \times 10^{-3} \end{cases} \rightarrow \text{chọn tối ưu: } \begin{cases} H_p = 0.9 \\ H_s = 1.66 \times 10^{-3} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} G_p = -0.92 \text{ dB} \\ G_s = -55.6 \text{ dB} \end{cases}$$

Vậy hệ thống cần thiết kế là bộ lọc thông cao có các thông số:  $\omega_p=60$ ,  $\omega_s=5$ ,  $G_p=-0.92\text{dB}$ ,  $G_s=-55.6\text{dB}$

2) Thiết kế bộ lọc thông cao:

(i) Thiết kế bộ lọc thông thấp mẫu  $\mathcal{H}_p(s)$  có  $\omega_{pp}=1$ ,  $\omega_{sp}=60/5=12$ ,  $G_p=-0.92\text{dB}$ ,  $G_s=-55.6\text{dB}$

- $n \geq \frac{\lg \left[ \frac{10^{-\frac{G_s}{10}} - 1}{10^{-\frac{G_p}{10}} - 1} \right]}{2 \lg \left( \frac{\omega_{sp}}{\omega_{pp}} \right)} = \frac{\lg \left[ \frac{10^{5.56} - 1}{10^{0.092} - 1} \right]}{2 \lg \left( \frac{12}{1} \right)} = 2.87 \rightarrow \text{chọn } n=3$
- $\frac{\omega_{pp}}{\left( 10^{-\frac{G_p}{10}} - 1 \right)^{1/2n}} \leq \omega_{cp} \leq \frac{\omega_{sp}}{\left( 10^{-\frac{G_s}{10}} - 1 \right)^{1/2n}}$  hay  $\frac{1}{(10^{0.092} - 1)^{1/6}} \leq \omega_{cp} \leq \frac{12}{(10^{5.56} - 1)^{1/6}}$   
 $\rightarrow 1.27 \leq \omega_{cp} \leq 1.42 \rightarrow \text{chọn } \omega_{cp}=1.4$
- Ta có  $\mathcal{H}(s) = \frac{1}{(s+1)(s^2+s+1)}$
- $\mathcal{H}_p(s) = \mathcal{H}(s)|_{s=s/\omega_{cp}} = \frac{1}{\left(\frac{s}{1.4}+1\right)\left[\left(\frac{s}{1.4}\right)^2+\frac{s}{1.4}+1\right]}$

(ii) Xác định hàm truyền bộ lọc thông cao  $H(s)$  dùng phép biến đổi tần số:

$$H(s) = \mathcal{H}_p(s)|_{s=\omega_p/s} = \frac{1}{\left(\frac{60/s}{1.4}+1\right)\left[\left(\frac{60/s}{1.4}\right)^2+\frac{60/s}{1.4}+1\right]} = \frac{s}{s+42.86} \frac{s^2}{s^2+42.86s+1836.73}$$

### Rubric bài 3c:

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

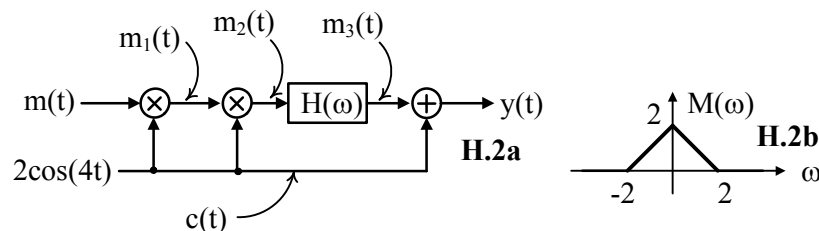
**Mức 1:** Có đưa ra thông số của bộ lọc và theo quy trình thiết kế bộ lọc nhưng không hợp lý

**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.

**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

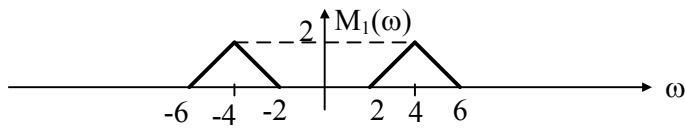
**Mức 4:** Thông số của bộ lọc được đưa ra đầy đủ chính xác theo yêu cầu và quy trình thiết kế bộ lọc được tuân thủ một cách nghiêm ngặt chính xác.

### Bài 4. (CĐR 2.2 - 1.5 điểm)



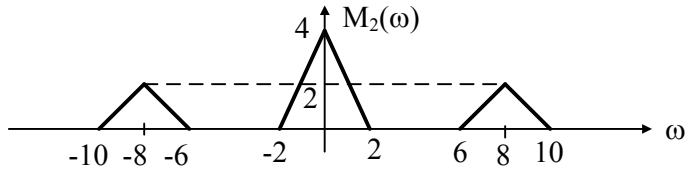
a) Xác định và vẽ phổ của ngõ ra  $y(t)$ :

- $m_1(t) = m(t) \cdot 2 \cos(4t) = m(t)e^{j4t} + m(t)e^{-j4t}$   
 $\rightarrow M_1(\omega) = M(\omega - 4) + M(\omega + 4)$

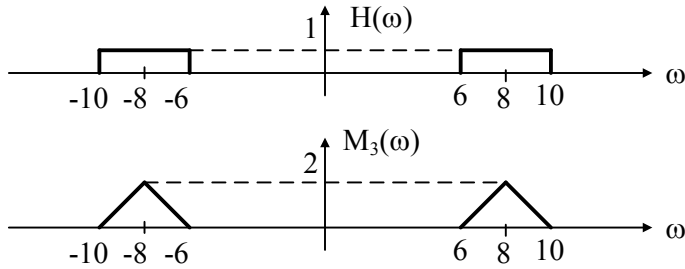


- $m_2(t) = m_1(t) \cdot 2 \cos(4t) = m_1(t)e^{j4t} + m_1(t)e^{-j4t}$

→  $M_2(\omega) = M_1(\omega - 4) + M_1(\omega + 4)$



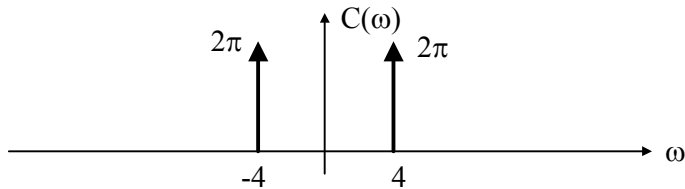
- $M_3(\omega) = M_2(\omega)H(\omega)$



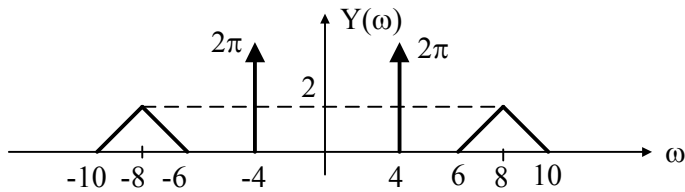
- $c(t) = 2 \cos(4t) = x(t)e^{j4t} + x(t)e^{-j4t}; x(t) = 1$ .

Mà:  $\delta(t) \leftrightarrow 1 \rightarrow x(t) = 1 \leftrightarrow X(\omega) = 2\pi\delta(-\omega) = 2\pi\delta(\omega)$

→  $C(\omega) = X(\omega - 4) + X(\omega + 4) = 2\pi\delta(\omega - 4) + 2\pi\delta(\omega + 4)$

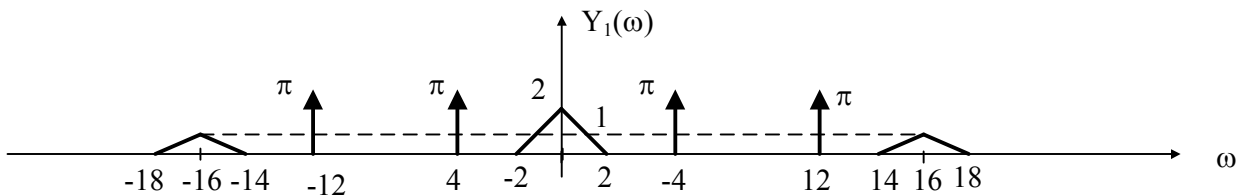


- $y(t) = m_3(t) + c(t) \Rightarrow Y(\omega) = M_3(\omega) + C(\omega)$



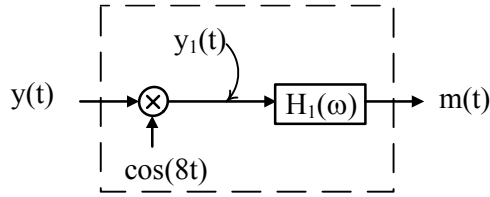
b) Xác định sơ đồ khối khôi phục m(t) từ y(t)

- Đặt  $Y_1(\omega)$  có dạng:



$$\rightarrow Y_1(\omega) = \frac{1}{2}Y(\omega-8) + \frac{1}{2}Y(\omega+8) \rightarrow y_1(t) = \frac{1}{2}y(t)e^{j4t} + \frac{1}{2}y(t)e^{-j4t} \text{ hay } y_1(t) = y(t) \cdot \cos(8t) \quad (1)$$

- Đặt  $H_1(\omega) = \text{rect}\left(\frac{\omega}{2\omega_0}\right); 4 \leq \omega_0 < 8$  thì  $M(\omega) = Y_1(\omega)H_1(\omega) \quad (2)$
- Từ (1) & (2) ta có sơ đồ khối:



#### **Rubric bài 4:**

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

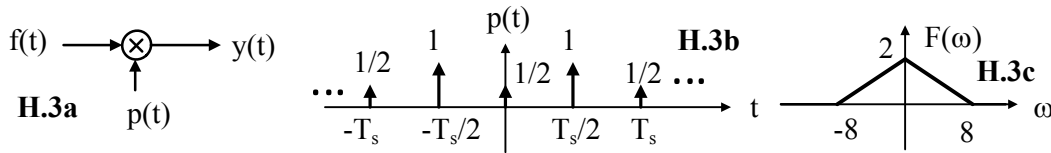
**Mức 1:** Có thể hiện việc dùng biến đổi Fourier nhưng hầu như là sai

**Mức 2:** Thể hiện việc dùng biến đổi Fourier 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.

#### **Bài 5. (CĐR 2.3 - 1.5 điểm)**

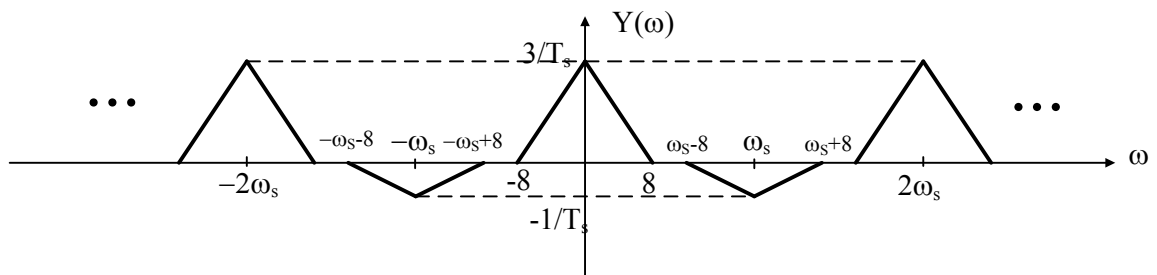


- Ta có:  $p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n e^{jn\omega_s t}$ ,  $\omega_s = \frac{2\pi}{T_s}$ . Trong đó:

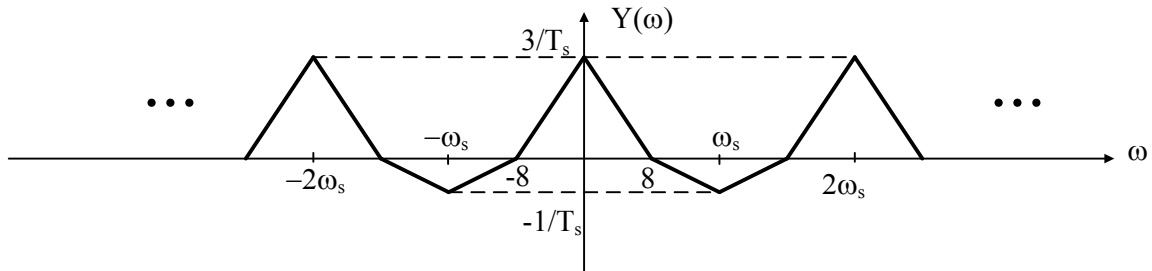
$$D_n = \frac{P_0(\omega)}{T_s} \Big|_{\omega=n\omega_s} \quad \text{với } p_0(t) = \frac{1}{2}\delta(t) + \delta(t - \frac{T_s}{2}) \leftrightarrow P_0(\omega) = \frac{1}{2} + e^{-j\omega \frac{T_s}{2}}$$

$$\text{Hay } D_n = \frac{1}{T_s} \left[ \frac{1}{2} + e^{-jn\pi} \right] = \frac{1}{T_s} \left[ \frac{1}{2} + \cos(n\pi) \right] = \begin{cases} \frac{3}{2T_s}; & n \text{ even} \\ \frac{-1}{2T_s}; & n \text{ odd} \end{cases}$$

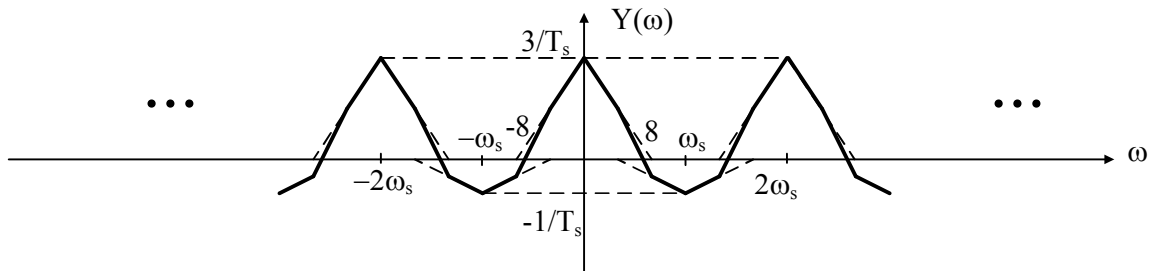
- Khi đó  $y(t) = f(t)p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n f(t)e^{jn\omega_s t}$
- Nên:  $Y(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n F(\omega - n\omega_s)$
- Vẽ  $Y(\omega)$  khi  $\omega_s > 16$



- Vẽ  $Y(\omega)$  khi  $\omega_s = 16$



- Vẽ  $Y(\omega)$  khi  $\omega_s < 16$



- Vậy khi  $\omega_s \geq 16$  thì  $Y(\omega)$  còn chứa nguyên dạng phổ của  $F(\omega)$  nên ta có thể khôi phục được  $F(\omega)$  từ  $Y(\omega)$ . Suy ra:  $T_s \leq \pi/8$

#### **Rubric bài 5:**

**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  $F(\omega)$  và vẽ  $Y(\omega)$  với các trường hợp để suy ra điều kiện của  $T_s$  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  $F(\omega)$  và vẽ đúng  $Y(\omega)$  với các trường hợp để suy ra điều kiện của  $T_s$  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  $F(\omega)$  vẽ  $Y(\omega)$  chính xác để suy ra chính xác điều kiện của  $T_s$

-----Hết-----

*Duyệt của bộ môn*

*GV làm đáp án*