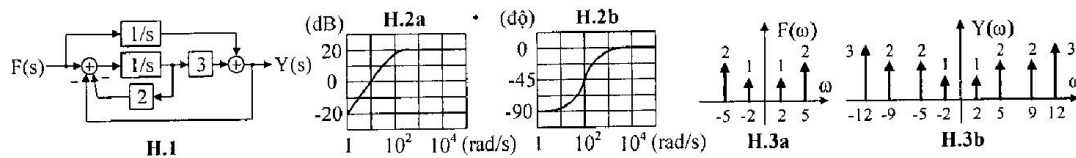


**Câu 1.** (CĐR 2.5 - 1.5 điểm) Hệ thống tuyến tính bất biến (LTI) nhân quả có sơ đồ khối trên **H.1**. Hãy xác định hàm truyền  $H(s)$ , từ đó xác định đáp ứng  $y(t)$  của hệ thống khi ngõ vào  $f(t)=e^{-t^2}u(t)$ .



**Câu 2.** (CĐR 2.6 - 1.5 điểm) Trình bày đầy đủ các bước để vẽ sơ đồ khối và sơ đồ mạch điện dùng Op-amp thực hiện hệ thống LTI nhân quả có hàm truyền  $H(s)=(4s-3)/(2s+10)$ .

**Câu 3.** (CĐR 2.7 - 1.0 điểm) Hệ thống LTI nhân quả với đáp ứng biên độ và pha trên **H.2a** và **H.2b**. Xác định ngõ ra  $y(t)$  của hệ thống khi ngõ vào  $f(t)=100+10\cos(t)+2\cos(10^4t)$ .

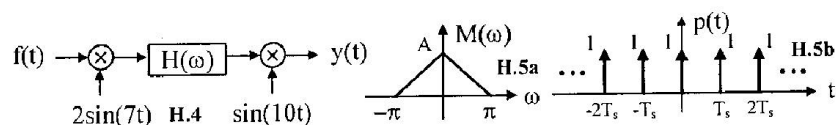
**Câu 4.** (CĐR 2.8 - 1.5 điểm) Vẽ đáp ứng tần số (biểu đồ Bode) của hệ thống LTI nhân quả có hàm truyền  $H(s)=(10s^2+10000s)/(s^2+10010s+100000)$ .

**Câu 5.** (CĐR 3 - 1.5 điểm) Lựa chọn thông số và thiết kế bộ lọc tương tự

a) Tín hiệu  $f(t)$  và  $y(t)$  có phổ  $F(\omega)$  và  $Y(\omega)$  trên **H.3a** và **H.3b**. Từ tín hiệu  $y(t)$ , hãy giải thích và lựa chọn loại bộ lọc (thông thấp, thông cao, thông dải, chặn dải) và các thông số ( $\omega_p$ ,  $\omega_s$ ,  $G_p$ ,  $G_s$ ) của nó để khôi phục gần đúng  $f(t)$  sao cho thỏa đồng thời hai điều kiện: (i) Các thành phần tần số được giữ lại có biên độ suy giảm không quá 10%; (ii) Các thành phần tần số bị loại bỏ có biên độ không quá 1% biên độ nhỏ nhất của thành phần tần số được giữ lại.

b) Hãy xác định hàm truyền  $H(s)$  của bộ lọc thông thấp Butterworth thỏa mãn các yêu cầu sau:  $\omega_p=10$ ,  $\omega_s=200$ ,  $G_p=-2\text{dB}$ ,  $G_s=-50\text{dB}$ .

**Câu 6.** (CĐR 2.2 - 1.5 điểm) Cho sơ đồ hệ thống trên **H.4** với tín hiệu vào  $f(t)$  có phổ  $F(\omega)$  trên **H.3a**, và  $H(\omega) = \text{rect}\left(\frac{\omega}{14}\right)$ . (a) Hãy xác định và vẽ phổ  $Y(\omega)$  của tín hiệu ra  $y(t)$ ; (b) Hãy xác định và vẽ sơ đồ khối hệ thống khôi phục tín hiệu  $f(t)$  từ tín hiệu  $y(t)$ .



**Câu 7.** (CĐR 2.3 - 1.5 điểm) Tín hiệu  $m(t)$  có phổ  $M(\omega)$  trên **H.5a**, được lấy mẫu bằng chuỗi xung  $p(t)$  trên **H.5b** để tạo ra  $y(t)=m(t)p(t)$ . (a) Trình bày đầy đủ các bước để xác định phương trình  $Y(\omega)$  theo  $M(\omega)$ , từ đó vẽ phổ  $Y(\omega)$  tương ứng với các trường hợp sau: (i)  $T_s=0.5$ ; (ii)  $T_s=1$ ; (iii)  $T_s=2$ . (b) Xác định điều kiện của  $T_s$  để có thể khôi phục  $m(t)$  từ  $y(t)$  và vẽ sơ đồ khối khôi phục.

**Cho biết:**

**A. Các cặp biến đổi Fourier thông dụng:**

$\delta(t) \leftrightarrow 1$	$\text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \leftrightarrow T \text{sinc}\left(\frac{\omega T}{2}\right)$	$\Delta\left(\frac{t}{T}\right) \leftrightarrow \frac{T}{2} \text{sinc}^2\left(\frac{\omega T}{4}\right)$	$e^{-at}u(t), a>0 \leftrightarrow \frac{1}{a+j\omega}$	$u(t) \leftrightarrow \pi\delta(\omega) + \frac{1}{j\omega}$
-------------------------------	--	---	--	--

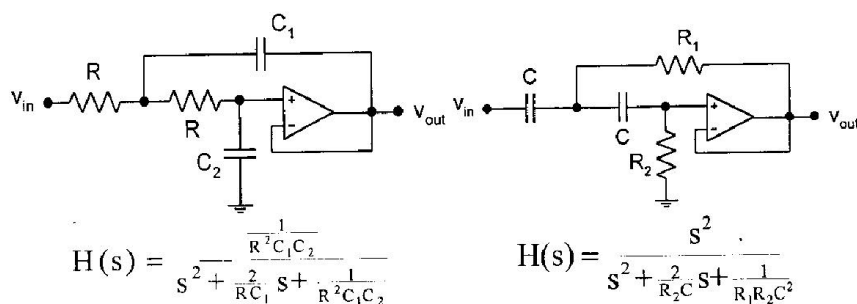
**B. Các tính chất của biến đổi Fourier:**

$\hat{f}(t-t_0) \leftrightarrow F(\omega)e^{-j\omega t_0}$	$F(t) \leftrightarrow 2\pi \hat{f}(-\omega)$	$f(t)h(t) \leftrightarrow (1/2\pi)F(\omega) * H(\omega)$	
$f(t)e^{j\omega_0 t} \leftrightarrow F(\omega-\omega_0)$	$f(-t) \leftrightarrow F(-\omega)$	$\frac{d^n f(t)}{dt^n} \leftrightarrow (j\omega)^n F(\omega)$	$t^n f(t) \leftrightarrow (j)^n \frac{d^n F(\omega)}{d\omega^n}$
$\hat{f}(at) \leftrightarrow \frac{1}{ a } F\left(\frac{\omega}{a}\right)$	$\hat{f}(t) * h(t) \leftrightarrow F(\omega).H(\omega)$	$\int_{-\infty}^t \hat{f}(\tau)d\tau \leftrightarrow \pi F(0)\delta(\omega) + \frac{F(\omega)}{j\omega}$	$f^*(t) \leftrightarrow F^*(-\omega)$

**C. Các cặp biến đổi Laplace 1 phía thông dụng:**

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

**D. Các mạch bậc 2 cơ bản dùng Op-amp:**



**E. 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	$(s+1)(s^2 + 0.44s + 1)(s^2 + 1.24s + 1)(s^2 + 1.80s + 1)$

**Ghi chú:** Sinh viên **không** được sử dụng tài liệu. Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi.

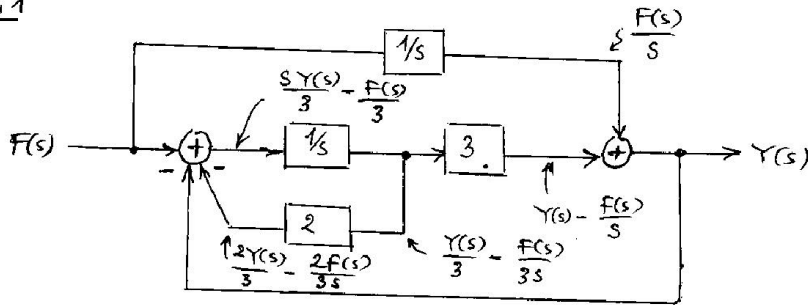
**Duyệt của bộ môn**

*Đinh*  
NMĐM

**GV ra đề thi**

*Trần Quang Việt*

Câu 1



$$\Rightarrow F(s) = Y(s) + \frac{2Y(s)}{3} - \frac{2F(s)}{3s} + \frac{SY(s)}{3} - \frac{F(s)}{3} \Rightarrow H(s) = \frac{Y(s)}{F(s)} = \frac{4s+2}{s(s+5)}$$

Nếu  $f(t) = e^{-\frac{1}{2}t} u(t) \rightarrow F(s) = \frac{1}{s + \frac{1}{2}} \Rightarrow Y(s) = F(s) \cdot H(s) = \frac{4}{s(s+5)}$

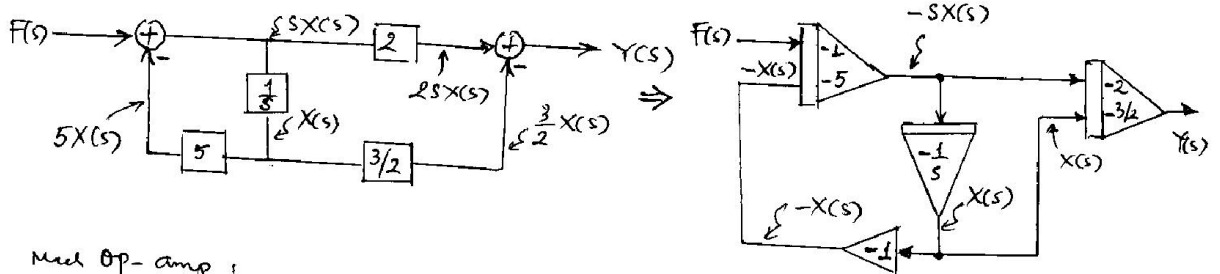
$$\Rightarrow Y(s) = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{s} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{s+5} \Rightarrow y(t) = \mathcal{L}^{-1}\{Y(s)\} = \frac{4}{5}(1 - e^{-5t})u(t)$$

Câu 2.  $H(s) = \frac{4s-3}{2s+10} = \frac{2s-3/2}{s+5}$

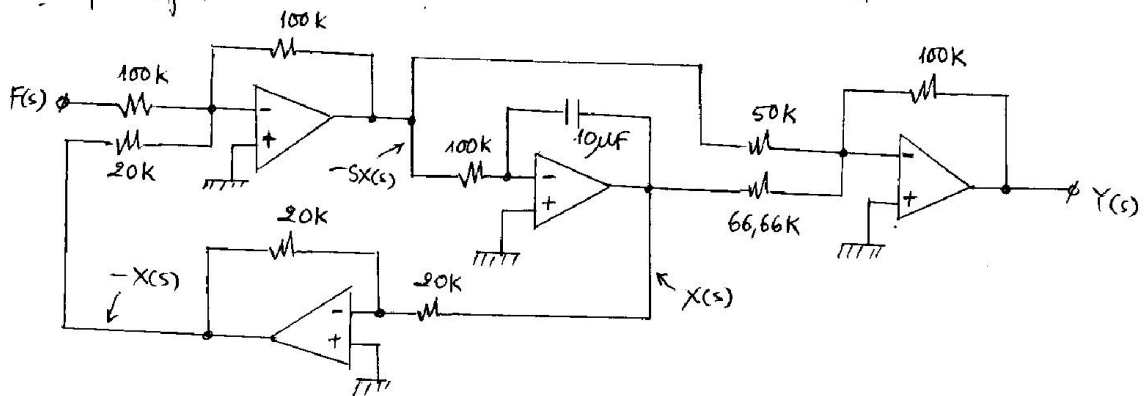
(Dạng trực tiếp 2)

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = 2s - \frac{3}{2} \Rightarrow Y(s) = 2sX(s) - \frac{3}{2}X(s)$$

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{s+5} \Rightarrow sX(s) = F(s) - 5X(s)$$



Mạch Op-amp:



Câu 3. Gọi quan hệ vào ra của HT là  $y(t) = T\{f(t)\}$ , khi đó:

$$y(t) = T\{f(t)\} = T\{100 + 10\cos(t) + 2\cos(10^4 t)\}$$

Do HT tuyến tính nên:

$$y(t) = T\{100\} + T\{10\cos(t)\} + T\{2\cos(10^4 t)\}$$

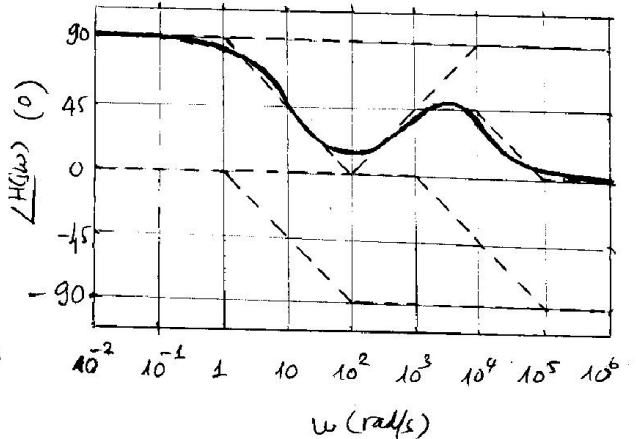
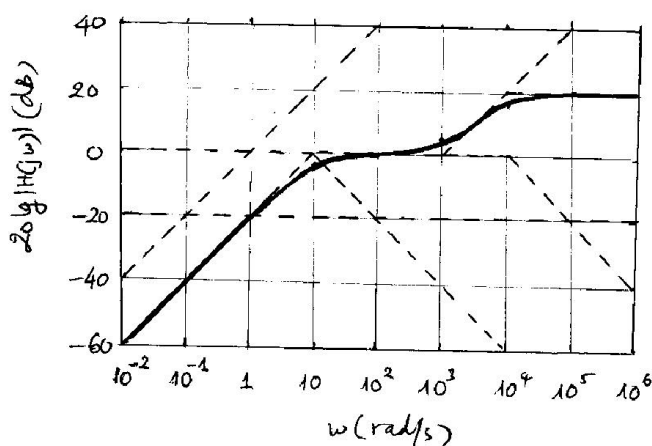
Theo tính chất của đáp ứng t/s, ta có:  $T\{A_i \cos(\omega_i t + \varphi_i)\} = A_i |H(j\omega_i)| \cos(\omega_i t + \varphi_i + \angle H(j\omega_i))$

$$\Rightarrow T\{100\} = 100 \cdot |H(j0)| \cos(\angle H(j0)) = 100 \cdot 0 \cdot \cos(-90^\circ) = 0$$

$$\begin{cases} T\{10\cos(t)\} = 10 |H(j)| \cos(t + \angle H(j)) = 10 \cdot 0.1 \cos(t - 90^\circ) = \sin(t) \\ T\{2\cos(10^4 t)\} = 2 \cdot |H(j10^4)| \cos(10^4 t + \angle H(j10^4)) = 2 \cdot 10 \cos(10^4 t + 0^\circ) = 20\cos(10^4 t) \end{cases}$$

$$\text{Vậy } y(t) = \sin t + 20\cos(10^4 t)$$

Câu 4  $H(s) = \frac{10s^2 + 10000s}{s^2 + 10010s + 100000} = 10 \cdot s \cdot \frac{10}{s + 10} \cdot \frac{s + 10^3}{10^3} \cdot \frac{10^4}{s + 10^4}$



Câu 5

a) Chọn bộ lọc thông thấp:  $5 \leq \omega_p < \omega_s \leq 9 \rightarrow$  chọn tần số cắt bộ lọc min:

$$\omega_p = 5; \omega_s = 9 \quad \text{khi đó: } G(\omega_p) \cdot 2 \geq 0.9 \cdot 2 \Rightarrow G(\omega_p) \geq 0.9$$

$$\text{và } G(\omega_s) \cdot 2 < G(\omega_s) \cdot 3 \leq 0.01 \cdot 1 \Rightarrow G(\omega_s) \leq \frac{0.01}{3} = 0.0033$$

$$\text{Mà } G(\omega_p) \geq G_p \rightarrow \text{chọn } G_p = 0.9 \rightarrow G_p = -0.92 \text{ dB và } G(\omega_s) \leq G_s$$

$$\rightarrow \text{chọn } G_s = 0.0033 \rightarrow G_s = -49.63 \text{ dB}$$

b) Thiết kế LPF Butterworth:

$$* n \geq \frac{\lg[(10^{-G_s/10} - 1)/(10^{-G_p/10} - 1)]}{2 \lg(\frac{\omega_s}{\omega_p})} = \frac{\lg[(10^{-5} - 1)/(10^{-0.92} - 1)]}{2 \lg(\frac{200}{10})} = 2.01$$

$$\rightarrow \text{chọn } n = 3$$

$$* \frac{\omega_p}{(10^{-9}f/10 - 1)^{1/2n}} \leq \omega_c \leq \frac{\omega_s}{(10^{-6}f/10 - 1)^{1/2n}} \Leftrightarrow \frac{10}{(10^{0.2} - 1)^{1/6}} \leq \omega_c \leq \frac{200}{(10^5 - 1)^{1/6}}$$

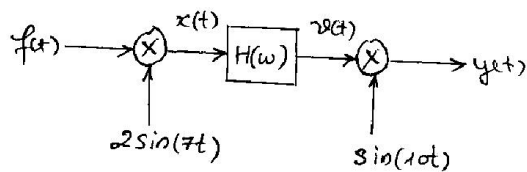
$$\Leftrightarrow 10,935 \leq \omega_c \leq 29,35 \rightarrow \text{chọn } \omega_c = 20$$

$$* \text{ với } n=3 \text{ và băng thông: } f_p(s) = \frac{1}{(s+1)(s^2+s+1)}$$

$$* H(s) = f_p(s) \Big|_{s \leftarrow \frac{s}{20}} = \frac{1}{\left(\frac{s}{20} + 1\right) \left(\left(\frac{s}{20}\right)^2 + \frac{s}{20} + 1\right)} = \frac{20}{s+20} \cdot \frac{400}{s^2+20s+400}$$

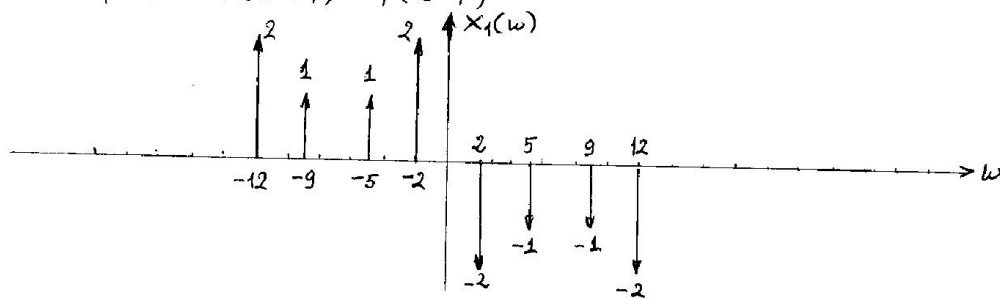
Câu 6

a)

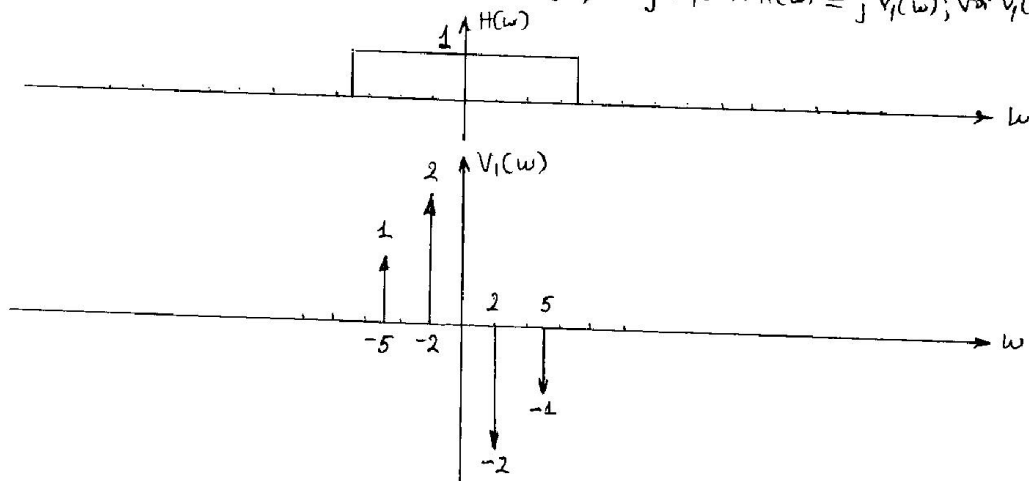


$$* x(t) = f(t) \cdot 2\sin(7t) = j[f(t)e^{-j7t} - f(t)e^{j7t}] \Rightarrow X(\omega) = j[F(\omega+7) - F(\omega-7)] = jX_1(\omega)$$

$$\text{với } X_1(\omega) = F(\omega+7) - F(\omega-7)$$



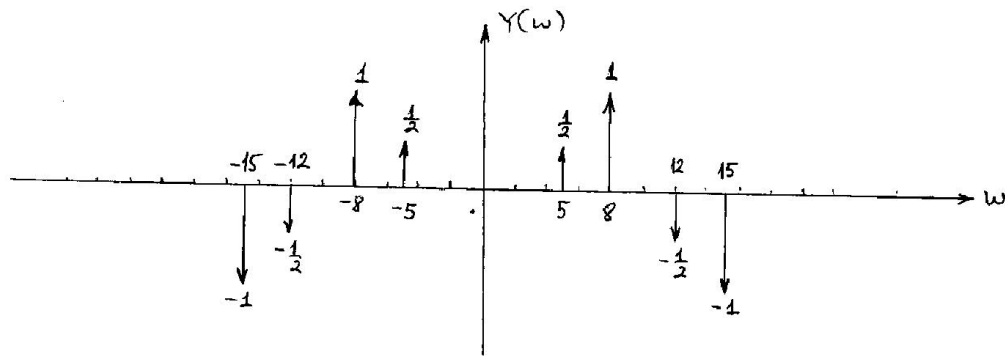
$$* v(t) = x(t) * h(t) \Rightarrow V(\omega) = X(\omega) \cdot H(\omega) = j X_1(\omega) \cdot H(\omega) = j V_1(\omega); \text{ với } V_1(\omega) = X_1(\omega) \cdot H(\omega)$$



$$* y(t) = v(t) \sin(10t) = \frac{j}{2} [v(t)e^{-j10t} - v(t)e^{j10t}] \Rightarrow Y(\omega) = \frac{j}{2} [V(\omega+10) - V(\omega-10)]$$

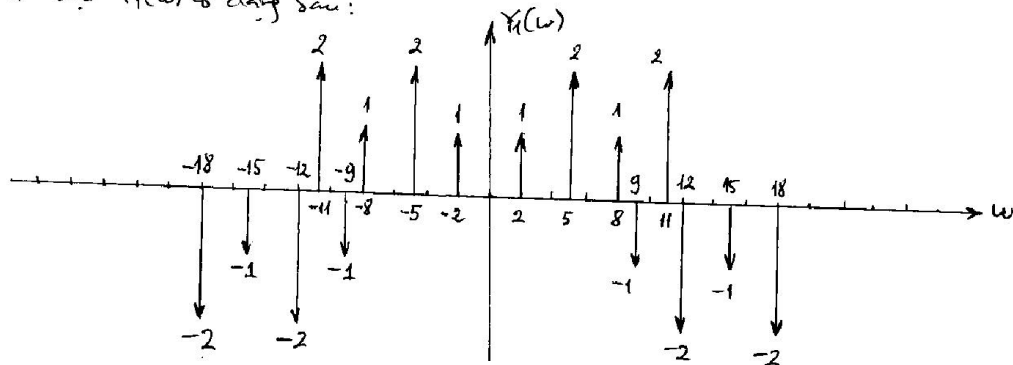
$$\Leftrightarrow Y(\omega) = \frac{1}{2} V_1(\omega-10) - \frac{1}{2} V_1(\omega+10)$$

—Trang 3—



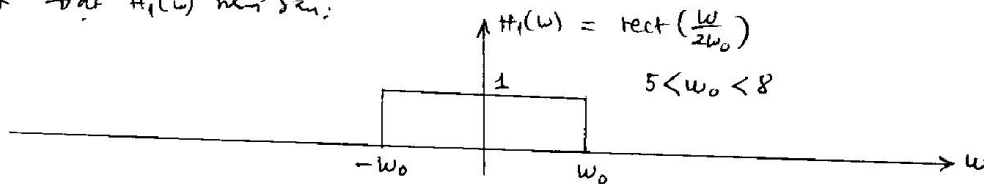
b) Tìm số điều kiện không khớp  $F(w)$  từ  $Y(w)$

\* Đặt  $Y_1(w)$  có dạng sau:



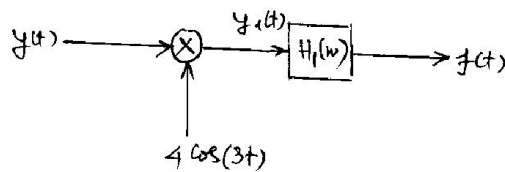
$$\Rightarrow Y_1(w) = 2Y(w-3) + 2Y(w+3) \Rightarrow y_1(t) = 2y(t)e^{j3t} + 2y(t)e^{-j3t} \Rightarrow y_1(t) = y(t) \cdot 4\cos(3t) \quad (1)$$

\* Đặt  $H_1(w)$  như sau:



$$\text{Khi đó } F(w) = Y_1(w) \cdot H_1(w) \Rightarrow f(t) = y_1(t) * h_1(t) \quad (2)$$

\* Từ (1) & (2) ta có sơ đồ khối:



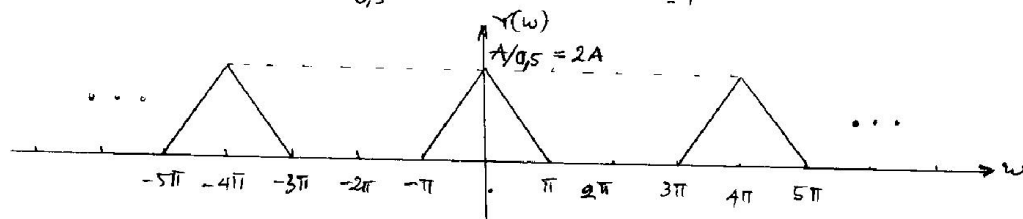
câu 7.

a) Ta có  $y(t) = m(t) \cdot p(t)$

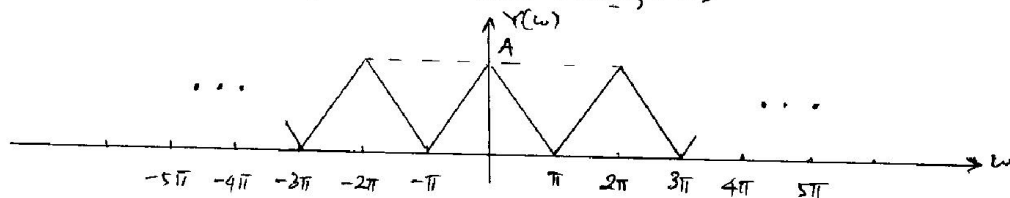
$$* p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n e^{jn\omega_s t}; \quad \omega_s = \frac{2\pi}{T_s}; \quad D_n = \frac{1}{T_s} \int_{-T_s/2}^{T_s/2} \delta(t) e^{-jn\omega_s t} dt = \frac{1}{T_s}$$

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

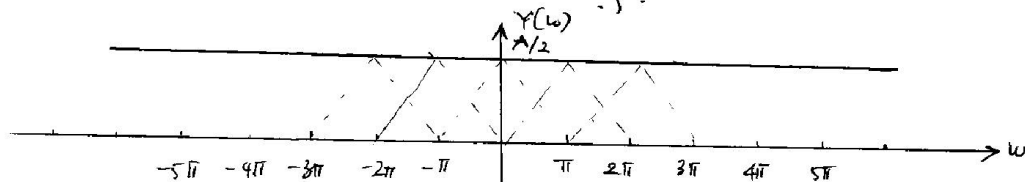
\* Với (i)  $T_s = 0,5 \rightarrow \omega_s = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \rightarrow Y(\omega)$  có dạng sau:



\* Với (ii)  $T_s = 1 \rightarrow \omega_s = 2\pi \rightarrow Y(\omega)$  có dạng sau:

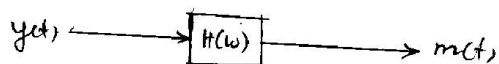


\* Với (iii)  $T_s = 2 \rightarrow \omega_s = \pi \rightarrow Y(\omega)$  có dạng:



b) Từ kết quả câu (a) dễ dàng nhận thấy khi  $\omega_s \geq 2\pi$  thì không có hiện tượng chồng lấn phổ và khi đó ta có thể khôi phục một tín hiệu với bộ lọc có đáp ứng tần số  $H(\omega) = T_s \text{rect}(\frac{\omega}{2\pi})$ .

Vậy  $\frac{2\pi}{T_s} \geq 2\pi \rightarrow T_s \leq 1s$  và số đó luôn luôn khôi phục.



————— kết —————

CN Bộ môn

GV và đề

Trần Quang Việt

————— Trang 5 —————

# HƯỚNG DẪN CHẤM ĐỀ THI HỌC KỲ 1/2018-2019 - TÍN HIỆU & HỆ THỐNG

Ngày thi: 17/12/2018 - Thời gian: 110 phút không kể chép đề

## **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 vẫn 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 sót nhỏ 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

## **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.

## **Rubric bài 3:**

**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.



#### **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.

#### **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).

#### **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 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) → 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.

**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  $M(\omega)$  và vẽ  $Y(\omega)$  nhưng có sai sót (nhầm hệ số, dấu,...) **đồng thời** chưa làm câu (b). Hoặc làm cả hai câu hợp lý nhưng có nhiều lỗi

**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  $Y(\omega)$  nhưng chưa làm câu (b). **Hoặc** làm cả hai câu hợp lý 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  $M(\omega)$  vẽ  $Y(\omega)$  chính xác và làm chính xác đầy đủ câu (b).

-----Hết-----

**Duyệt của bộ môn**