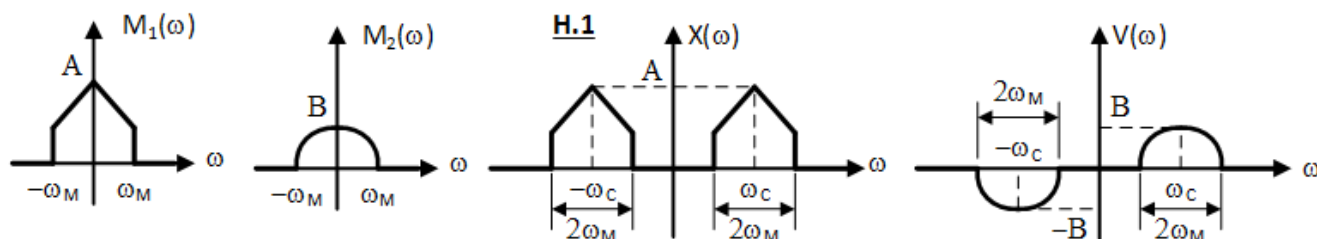


# ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ 2/2014-2015 - TÍN HIỆU & HỆ THỐNG

Ngày thi: 07/06/2015 - Thời gian: 110 phút không kể chép đề

## Bài 1. (2.0 điểm)



Dựa vào **H.1** ta có: 
$$\begin{cases} X(\omega) = M_1(\omega - \omega_c) + M_1(\omega + \omega_c) \\ V(\omega) = M_2(\omega - \omega_c) - M_2(\omega + \omega_c) \end{cases}$$

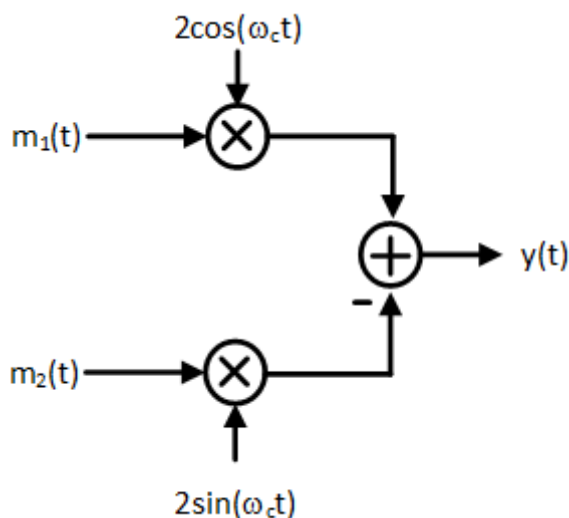
Áp dụng tích chất điều chế (dịch trên thang tần số) và tính chất tuyến tính ta có:

$$\begin{cases} x(t) = m_1(t)e^{j\omega_c t} + m_1(t)e^{-j\omega_c t} = 2m_1(t)\cos(\omega_c t) \\ v(t) = m_2(t)e^{j\omega_c t} - m_2(t)e^{-j\omega_c t} = j2m_2(t)\sin(\omega_c t) \end{cases}$$

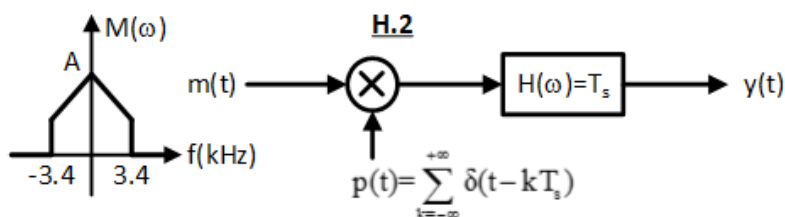
Mặt khác:  $Y(\omega) = X(\omega) + jV(\omega)$ , áp dụng tích chất tuyến tính, ta được:  $y(t) = x(t) + jv(t)$

Thế kết quả trên vào ta có:  $y(t) = 2m_1(t)\cos(\omega_c t) - 2m_2(t)\sin(\omega_c t)$

Dùng phương trình này ta vẽ sơ đồ khối của hệ thống như sau:



## Bài 2. (4.0 điểm)



(a) Dựa vào **H.2** ta có:  $y(t) = [m(t)p(t)] * h(t) = x(t) * h(t)$ ; với  $x(t) = m(t)p(t)$

Áp dụng tích chất nhân trong miền thời gian ta có:  $X(\omega) = \frac{1}{2\pi} M(\omega) * P(\omega)$

Trong đó  $p(t)$  là tín hiệu tuần hoàn được biểu diễn theo chuỗi Fourier như sau:

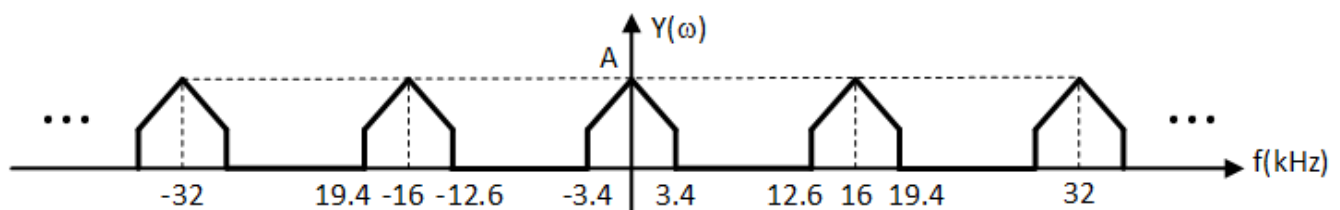
$$p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n e^{jn\omega_s t}, \text{ với } \omega_s = 2\pi F_s = 100.5 \times 10^3 (\text{rad/s}), D_n = \frac{1}{T_s} \int_{-T_s/2}^{+T_s/2} \delta(t) e^{-jn\omega_s t} dt = 1/T_s$$

$$\text{Áp dụng tính chất biến đổi Fourier, ta có: } P(\omega) = 2\pi \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n \delta(\omega - n\omega_s) = \frac{2\pi}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(\omega - n\omega_s)$$

$$\text{Suy ra: } X(\omega) = \frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} M(\omega) * \delta(\omega - n\omega_s) = \frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} M(\omega - n\omega_s)$$

$$\text{Vậy } y(t) = x(t) * h(t) \text{ có phở } Y(\omega) = X(\omega)H(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} M(\omega - n\omega_s)$$

Dùng phương trình trên vẽ phở của  $y(t)$



(b) Dựa trên phở của  $y(t)$  ta thấy để khôi phục lại  $m(t)$  cần bộ lọc thông thấp có  $21.4 \times 10^3 < \omega_s \leq 79.2 \times 10^3$  và  $21.4 \times 10^3 \leq \omega_p < 79.2 \times 10^3$  với lưu ý  $\omega_p < \omega_s$ . Để tối ưu hóa (hàm truyền bậc thấp nhất có thể) ta chọn:  $\omega_p = 21.4 \times 10^3$  và  $\omega_s = 79.2 \times 10^3$ . Dùng bộ lọc thông thấp Butterworth ta tìm  $H(s)$  theo các bước sau:

- Xác định bậc của bộ lọc:

$$n \geq \frac{\log[(10^{-G_s/10} - 1) / (10^{-G_p/10} - 1)]}{2 \log(\omega_s / \omega_p)} = \frac{\log[(10^4 - 1) / (10^{0.2} - 1)]}{2 \log(79.2 / 21.4)} = 3.34 \rightarrow \text{chọn } n=4$$

- Chọn tần số cắt  $\omega_c$ :

$$\frac{\omega_p}{(10^{-G_p/10} - 1)^{1/2n}} \leq \omega_c \leq \frac{\omega_s}{(10^{-G_s/10} - 1)^{1/2n}} \Leftrightarrow \frac{21.4 \times 10^3}{(10^{0.2} - 1)^{1/8}} \leq \omega_c \leq \frac{79.2 \times 10^3}{(10^4 - 1)^{1/8}}$$

$$\Leftrightarrow 22.88 \times 10^3 \leq \omega_c \leq 25.04 \times 10^3$$

→ Chọn  $\omega_c = 25 \times 10^3$

- Tra bảng tìm  $\mathcal{H}(s)$ :  $\mathcal{H}(s) = \frac{1}{(s^2 + 0.76s + 1)(s^2 + 1.84s + 1)}$

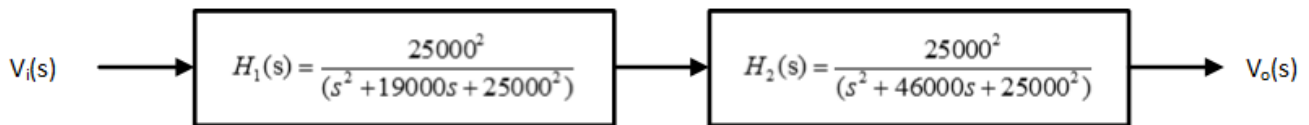
- Xác định  $H(s)$ :

$$H(s) = \mathcal{F}(s/\omega_c) = \frac{1}{((s/25000)^2 + 0.76(s/25000) + 1)((s/25000)^2 + 1.84(s/25000) + 1)}$$

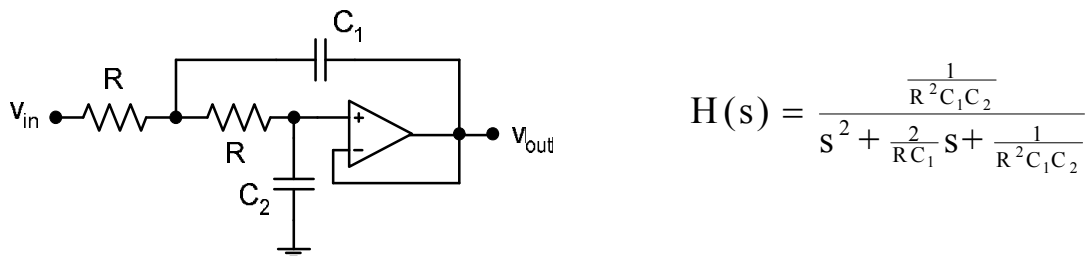
$$\Leftrightarrow H(s) = \frac{25000^2}{(s^2 + 19000s + 25000^2)} \frac{25000^2}{(s^2 + 46000s + 25000^2)}$$

c) Thiết kế mạch điện dùng Op-amp cho bộ lọc:

Với  $H(s)$  của câu b ta sẽ thực hiện bộ lọc bằng cách ghép liên tầng 2 hệ thống bậc 2 theo sơ đồ sau:



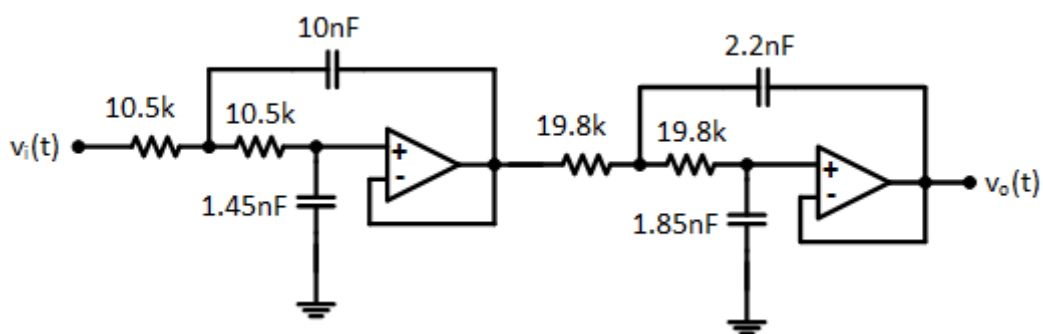
Để thực hiện  $H_1(s)$  và  $H_2(s)$  ta dùng mạch Op-amp bậc 2 như sau:



Với  $H_1(s)$ :  $\begin{cases} 1 / R^2 C_1 C_2 = 25000^2 \\ 2 / RC_1 = 19000 \end{cases}$ , chọn  $C_1 = 10\text{nF} \rightarrow R = 10.5\text{k}$  và  $C_2 = 1.45\text{nF}$

Với  $H_2(s)$ :  $\begin{cases} 1 / R^2 C_1 C_2 = 25000^2 \\ 2 / RC_1 = 46000 \end{cases}$ , chọn  $C_1 = 2.2\text{nF} \rightarrow R = 19.8\text{k}$  và  $C_2 = 1.85\text{nF}$

Vậy mạch điện Op-amp thực hiện bộ lọc trên như sau:



### Bài 3. (2.0 điểm)

a) Xét hệ thống như giả thuyết:

$$x(t) = u(t) \longrightarrow \boxed{h(t)} \longrightarrow v(t) = 0.0125[4e^{2t} + e^{-8t} - 5]u(t)$$

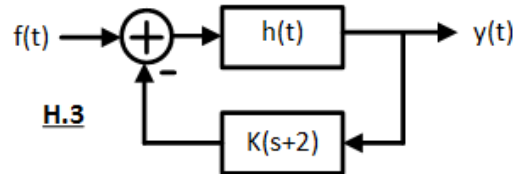
- Dễ nhận thấy ngõ vào  $x(t) = u(t)$  hữu hạn nhưng ngõ ra  $v(t)$  chứa thành phần  $e^{2t}$  tiến tới vô hạn nên hệ thống này không ổn định, hay không tồn tại  $H(\omega)$ . Vậy không thể dùng biến đổi Fourier để xác định  $h(t)$ .

- Ta có  $x(t)=u(t)$  nên  $v(t)=s(t)$ , suy ra  $h(t)=ds(t)/dt$ , kết quả như sau:

$$h(t)=0.0125(8e^{2t}-8e^{-8t})u(t)=0.1(e^{2t}-e^{-8t})u(t)$$

(Có thể dùng biến đổi Laplace, tìm  $H(s) \rightarrow h(t)$ )

b) Xác định điều kiện của K để hệ thống trên **H.3** ổn định



- Với kết quả  $h(t)$  của câu a ta có  $H(s)=0.1\left(\frac{1}{s-2}-\frac{1}{s+8}\right)=\frac{1}{(s-2)(s+8)}$

- Dựa vào **H.3**, ta có hàm truyền vòng kín:  $T(s)=\frac{H(s)}{1+K(s+2)H(s)}=\frac{1}{s^2+(K+6)s+2K-16}$

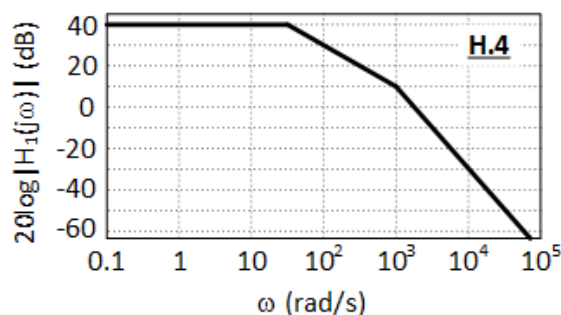
- Cực của hệ thống chính là nghiệm của phương trình  $s^2+(K+6)s+2K-16=0$

- Với  $K \geq 0$ , ta có  $\Delta=(K+6)^2-4(2K-16)=K^2+4K+100>0$ , nên hệ thống luôn có 2 cực thực  $s_1$

và  $s_2$  thỏa điều kiện: 
$$\begin{cases} s_1+s_2=-(K+6) \\ s_1s_2=2K-16 \end{cases}$$

- Vậy để hệ thống ổn định thì  $s_1$  &  $s_2$  phải nằm ở nửa trái của mặt phẳng phức. Do  $s_1+s_2<0$  nên  $s_1s_2>0$  thì  $s_1<0$  và  $s_2<0$  hay  $2K-16>0 \rightarrow K>8$ .

(Có thể giải bằng phương pháp quỹ đạo nghiệm số)



#### Bài 4. (2.0 điểm)

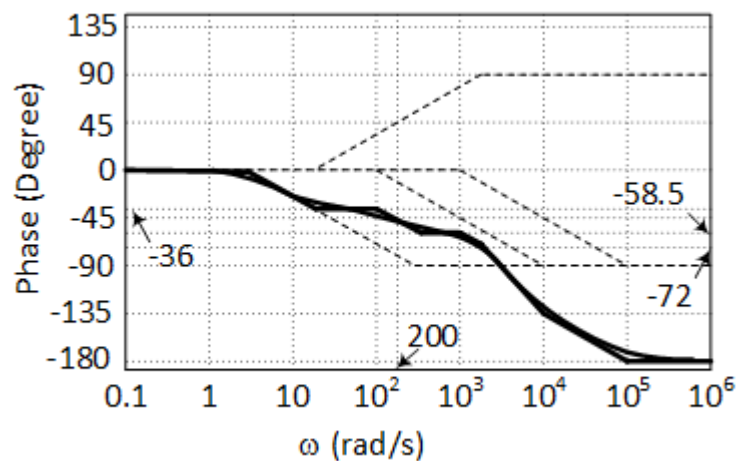
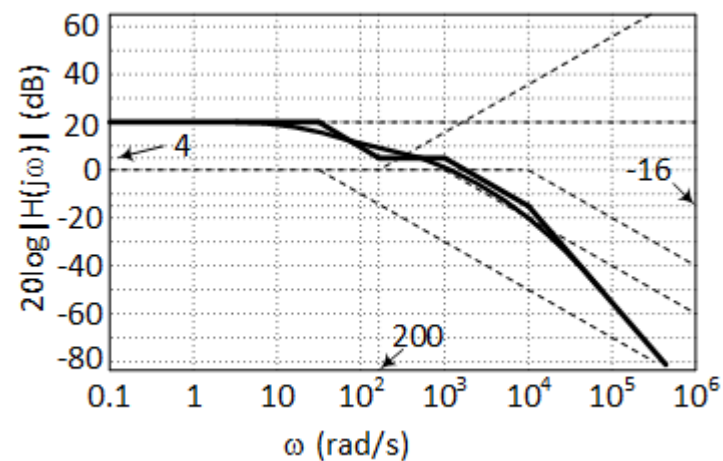
(a) Dựa vào **H.4** ta có đường tiệm cận tổng hợp có 3 đoạn thẳng tương ứng với 3 độ dốc: đoạn 1 độ dốc 0dB/dec với giá trị độ lớn 40dB tương ứng với hằng số  $K=100$ ; đoạn 2 đi qua  $\omega=100$  với giá trị 30dB và  $\omega=1000$  với giá trị 10dB nên độ dốc là -20dB/dec, tương ứng với cực bậc 1  $a/(s+a)$ , do tại  $\omega=a$  có giá trị là 0dB và tại  $\omega=100$  giá trị là 30dB nên từ  $\omega=a$  tới  $\omega=100$  là 0.5dec hay  $a=31.6$ ; đoạn 3 đi qua  $\omega=1000$  với giá trị 10dB và  $\omega=10000$  với giá trị -30dB nên độ dốc -40dB/dec tương ứng với cực bậc 2 kể từ  $\omega=1000$  tuy nhiên do trước đó  $\omega=31.6$  đã có 1 cực bậc 1 do vậy tại

$\omega=1000$  cần thêm 1 cực bậc 1 nữa là  $1000/(s+1000)$ . Vậy hàm truyền  $H_1(s)$  có dạng:

$$H_1(s)=100 \frac{31.6}{s+31.6} \frac{1000}{s+1000}.$$

(b) Vẽ đáp ứng biên độ và đáp ứng pha của  $H(s)=H_1(s)H_2(s)$  với  $H_2(s)= (5s+10^3)/(s+10^4)$ .

Từ kết quả câu a ta có  $H(s)=10 \frac{31.6}{s+31.6} \frac{s+200}{200} \frac{1000}{s+1000} \frac{10^4}{s+10^4}$  dùng kết quả này ta vẽ đáp ứng biên độ và đáp ứng pha dựa vào các thành phần : 1) Hằng số  $K=10$  hay 20dB, 2) cực bậc 1,  $\omega=31.6$ , 3) zero bậc 1,  $\omega=200$ , 4) cực bậc 1,  $\omega=1000$ , 5) cực bậc 1,  $\omega=10^4$ .



Hết

## Tiêu chí chấm điểm

<b>Bài 1. (2.0 điểm)</b>	
Điểm CDR	<b>CDR 5-</b> Có khả năng phân tích và thực hiện các hệ thống điều chế liên tục AM, ghép kênh, phân kênh và lấy mẫu ở mức sơ đồ khối. <b>(100%)</b>
0	<ul style="list-style-type: none"><li>- Không làm bài</li><li>- Chỉ trình bày các bước và kết quả (<b>sơ đồ khối</b>) không liên quan tới bài toán</li></ul>
1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Có trình bày các bước liên quan tới bài toán nhưng không rõ ràng và chưa ra kết quả.</li><li>- Cung cấp kết quả liên quan tới bài toán mà kết quả có nhiều sai sót và không cung cấp lời giải thích.</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Có trình bày các bước và kết quả có liên quan tới bài toán nhưng còn nhiều sai sót.</li><li>- Cung cấp kết quả đúng mà không cung cấp lời giải thích.</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Có trình bày các bước chính xác nhưng kết quả chưa có hoặc sai sót</li><li>- Cung cấp kết quả đúng nhưng giải thích còn nhiều sai sót.</li></ul>
4	<ul style="list-style-type: none"><li>- Có trình bày các bước và kết quả chính xác nhưng kết quả chưa rút gọn</li><li>- Cung cấp kết quả đúng và giải thích chính xác như kết quả chưa rút gọn.</li></ul>
5	<ul style="list-style-type: none"><li>- Trình bày đầy đủ các bước chính xác và kết quả chính xác rút gọn</li><li>- Cung cấp kết quả đúng rút gọn sau đó cung cấp các giải thích đầy đủ chính xác</li></ul>
Điểm của câu =(Điểm CDR x 2)x0.2 VD: Điểm CDR=4 → Điểm của câu = (4x2)x0.2=1.6	

<b>Bài 2. (4.0 điểm)</b>	
Điểm CDR	<b>CDR 5-</b> Có khả năng phân tích và thực hiện các hệ thống điều chế liên tục AM, ghép kênh, phân kênh và lấy mẫu ở mức sơ đồ khối. <b>(a-35%)</b>
0	<ul style="list-style-type: none"><li>- Không làm bài</li><li>- Có làm nhưng không liên quan tới bài toán</li></ul>
1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cung cấp hình vẽ phổ nhưng hoàn toàn sai</li><li>- Cung cấp công thức chưa chính xác nên vẽ phổ sai</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cung cấp công thức đúng còn hình vẽ phổ sai</li><li>- Cung cấp hình vẽ phổ đúng</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Có lý giải trước khi cung cấp công thức và hình vẽ phổ nhưng có sai sót nhỏ</li></ul>

4	- Lý giải chính xác trước khi cung cấp công thức đúng nhưng hình vẽ phổ sai
5	- Lý giải chính xác trước khi cung cấp công thức đúng và hình vẽ phổ đúng
Điểm CDR	<b>CDR 7-</b> Có khả năng vẽ đáp ứng tần số của hệ thống LTIC và thiết kế các dạng bộ lọc Butterworth và Chebysev. <b>(b-35%)</b>
0	- Không làm bài - Có làm nhưng không liên quan tới bài toán
1	- Thể hiện việc lựa chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ và thiết kế bộ lọc nhưng không rõ ràng và hoàn toàn sai
2	- Chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ đúng và thể hiện các bước thiết kế bộ lọc nhưng tính toán sai
3	- Chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ đúng và thể hiện các bước thiết kế bộ lọc chính xác nhưng bậc của bộ lọc chưa tối ưu do chọn $\omega_p$ và $\omega_s$
4	- Chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ đúng và thể hiện các bước thiết kế bộ lọc chính xác và bậc của bộ lọc tối ưu do chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ nhưng dạng của hàm truyền chưa được rút gọn để chuẩn bị cho bước tiếp theo
5	- Chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ đúng và thể hiện các bước thiết kế bộ lọc chính xác và bậc của bộ lọc tối ưu do chọn $\omega_p$ và $\omega_s$ đồng thời dạng của hàm truyền được rút gọn để chuẩn bị sẵn sàng cho bước tiếp theo
Điểm CDR	<b>CDR 6-</b> Có khả năng phân tích, hiệu chỉnh và thực hiện hệ thống LTIC dùng biến đổi Laplace. <b>(c-30%)</b>
0	- Không làm bài - Có làm nhưng không liên quan tới bài toán
1	- Thể hiện việc thực hiện hàm truyền bằng 1 mạch điện Op-amp nhưng hoàn toàn sai
2	- Cung cấp một mạch điện Op-amp đúng nhưng không giải thích
3	- Thể hiện đầy đủ các lý giải chính xác nhưng chưa kịp đưa ra sơ đồ mạch điện Op-amp cuối cùng.
4	- Thể hiện đầy đủ các lý giải chính xác và đưa ra sơ đồ mạch điện Op-amp cuối cùng nhưng có sai sót nhỏ.
5	- Thể hiện đầy đủ các lý giải chính xác và đưa ra sơ đồ mạch điện Op-amp cuối cùng chính xác.
Điểm của câu =[(Điểm CDR-5x0.35+ Điểm CDR-7x0.35+ Điểm CDR-6x0.3) x 2]x0.4	

VD: Điểm CĐR-5=4, Điểm CĐR-7=3, Điểm CĐR-6=0 → Điểm của câu =  
 $(4 \times 0.35 + 3 \times 0.35) \times 2 \times 0.4 = 1.96$

### Bài 3. (2.0 điểm)

Điểm CĐR	<b>CĐR 6-</b> Có khả năng phân tích, hiệu chỉnh và thực hiện hệ thống LTIC dùng biến đổi Laplace. <b>(100%)</b>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Không làm bài</li> <li>- Có làm nhưng không liên quan tới bài toán</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thể hiện việc giải bài toán nhưng không rõ ràng và hoàn toàn sai</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chỉ tìm đúng <math>h(t)</math></li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giải thích đúng tại sao không dùng Fourier và tìm đúng <math>h(t)</math></li> <li>- Tìm đúng <math>h(t)</math> và tìm <math>T(s)</math> đúng nhưng không tìm được điều kiện của K</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tìm đúng <math>h(t)</math> và điều kiện của K nhưng không giải thích tại sao không dùng biến đổi Fourier được</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giải bài toán đầy đủ chính xác</li> </ul>

Điểm của câu = (Điểm CĐR x 2) x 0.2

VD: Điểm CĐR=4 → Điểm của câu =  $(4 \times 2) \times 0.2 = 1.6$

### Bài 4. (2.0 điểm)

Điểm CĐR	<b>CĐR 7-</b> Có khả năng vẽ đáp ứng tần số của hệ thống LTIC và thiết kế các dạng bộ lọc Butterworth và Chebysev. <b>(100%)</b>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Không làm bài</li> <li>- Có làm nhưng không liên quan tới bài toán</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thể hiện việc giải bài toán nhưng không rõ ràng và hoàn toàn sai</li> <li>- Viết đúng <math>H_1(s)</math> nhưng không lý giải.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viết đúng <math>H_1(s)</math> và có lý giải</li> <li>- Vẽ được đường tiệm cận đáp ứng biên độ của <math>H(s)</math> nhưng có sai sót tại các vị trí <math>\omega</math> đặc biệt</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viết đúng <math>H_1(s)</math> nhưng không lý giải + Vẽ được đường tiệm cận đáp ứng biên độ của <math>H(s)</math> nhưng có sai sót tại các vị trí <math>\omega</math> đặc biệt.</li> <li>- Vẽ đúng đường tiệm cận đáp ứng biên độ của <math>H(s)</math></li> </ul>



4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viết đúng <math>H_1(s)</math> nhưng không lý giải + vẽ đúng đáp ứng biên độ &amp; đáp ứng pha</li> <li>- Viết đúng <math>H_1(s)</math> có lý giải + vẽ đúng đường tiệm cận đáp ứng biên độ &amp; đáp ứng pha nhưng chưa vẽ đường chính xác</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giải bài toán đầy đủ chính xác</li> </ul>
Điểm của câu =(Điểm CĐR x 2)x0.2 VD: Điểm CĐR=4 → Điểm của câu = (4x2)x0.2=1.6	