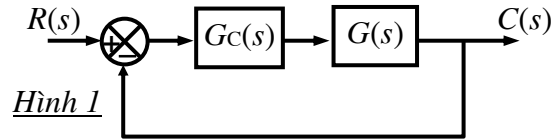


**Sinh viên chọn 1 trong 2 bài 1A hoặc 1B:**



Hình 1

**Bài 1A:** (2.5 điểm) Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng  $G(s) = \frac{K}{s(s+a)}$  và nếu

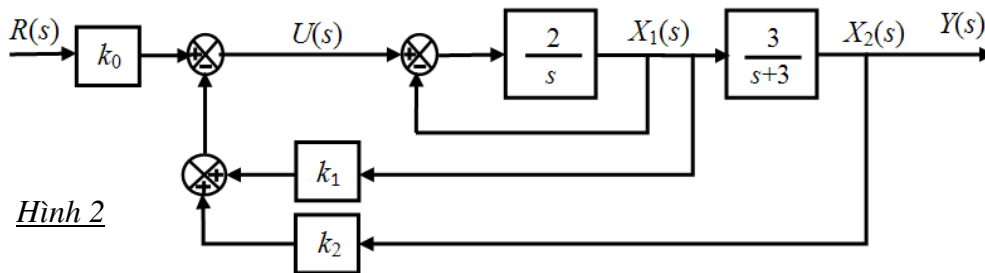
$G_c(s) = 1$  thì hệ thống kín có cặp cực phức với hệ số tắt  $\xi = 1/\sqrt{2}$  và tần số dao động tự nhiên  $\omega_n = \sqrt{2}$  (rad/sec).

1. Xác định hàm truyền  $G(s)$ .
2. Tính độ vọt lố và thời gian quá độ theo tiêu chuẩn 5% của hệ thống trước khi hiệu chỉnh.
3. Thiết kế  $G_c(s)$  sao cho hệ kín sao khi hiệu chỉnh có đáp ứng quá độ thay đổi không đáng kể, đồng thời sai số xác lập đối với tín hiệu vào là hàm dốc bằng 0.01.

**Bài 1B:** (2.5 điểm) Cho hệ thống điều khiển có sơ đồ khối ở hình 1. Cho biểu đồ Bode của đối tượng kèm theo đề thi.

1. Xác định hàm truyền  $G(s)$ .
2. Tính sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị trước khi hiệu chỉnh
3. Dựa vào biểu đồ Bode, thiết kế khâu hiệu chỉnh  $G_c(s)$  sao cho hệ kín ổn định có độ dự trữ pha  $\Phi M^* \geq 60^\circ$ , sai số xác lập đối với tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị bằng 0.02.

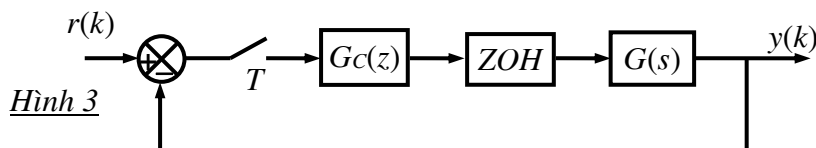
**Bài 2:** (3.0 điểm) Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 2.



Hình 2

1. Thành lập phương trình trạng thái của hệ hờ.
2. Cho  $k_0 = 1$ . Thiết kế luật điều khiển  $u(t) = k_0 r(t) - k_1 x_1(t) - k_2 x_2(t)$  sao cho đáp ứng ngõ ra hệ kín có POT = 4.32% và  $t_{qd} = 1$  (giây) (tiêu chuẩn 5%).
3. Viết hàm truyền của hệ kín với  $k_1, k_2$  tìm được ở trên. Tìm  $k_0$  sao cho  $y_{xl} = \lim_{t \rightarrow +\infty} y(t) = 1$  khi tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị.

**Bài 3:** (3.0 điểm) Cho hệ thống điều khiển có sơ đồ khối như hình 3.



Hình 3

$$G(s) = \frac{5}{2s+1}, \quad G_C(z) = K_p + \frac{K_I T}{2} \frac{z+1}{z-1}, \quad T = 0.2 \text{ sec}$$

1. Cho  $K_p = 0$ , vẽ QĐNS của hệ thống khi  $K_I = 0 \rightarrow +\infty$ .
2. Cho  $K_p = 3$ ,  $K_I = 4$  và tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị. Tính đáp ứng của hệ thống  $y(k)$  với  $k = 0 \rightarrow 5$ . Tính độ vọt lố và sai số xác lập.
3. Tính  $K_p$  và  $K_I$  sao cho hệ thống kín sau khi hiệu chỉnh có cặp cực phức với  $\xi = 0.707$  và  $\omega_n = 4$ .

**Bài 4:** (1.5 điểm) Cho đối tượng rời rạc mô tả bởi phương trình trạng thái

$$\begin{cases} x(k+1) = A_d x(k) + B_d u(k) \\ y(k) = C_d x(k) \end{cases}$$

$$\text{với } A_d = \begin{bmatrix} 0.90 & 0.16 \\ -0.50 & 0.23 \end{bmatrix}, \quad B_d = \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.12 \end{bmatrix}, \quad C_d = [2 \quad 0]$$

Để ước lượng trạng thái của hệ thống, người ta sử dụng bộ quan sát:

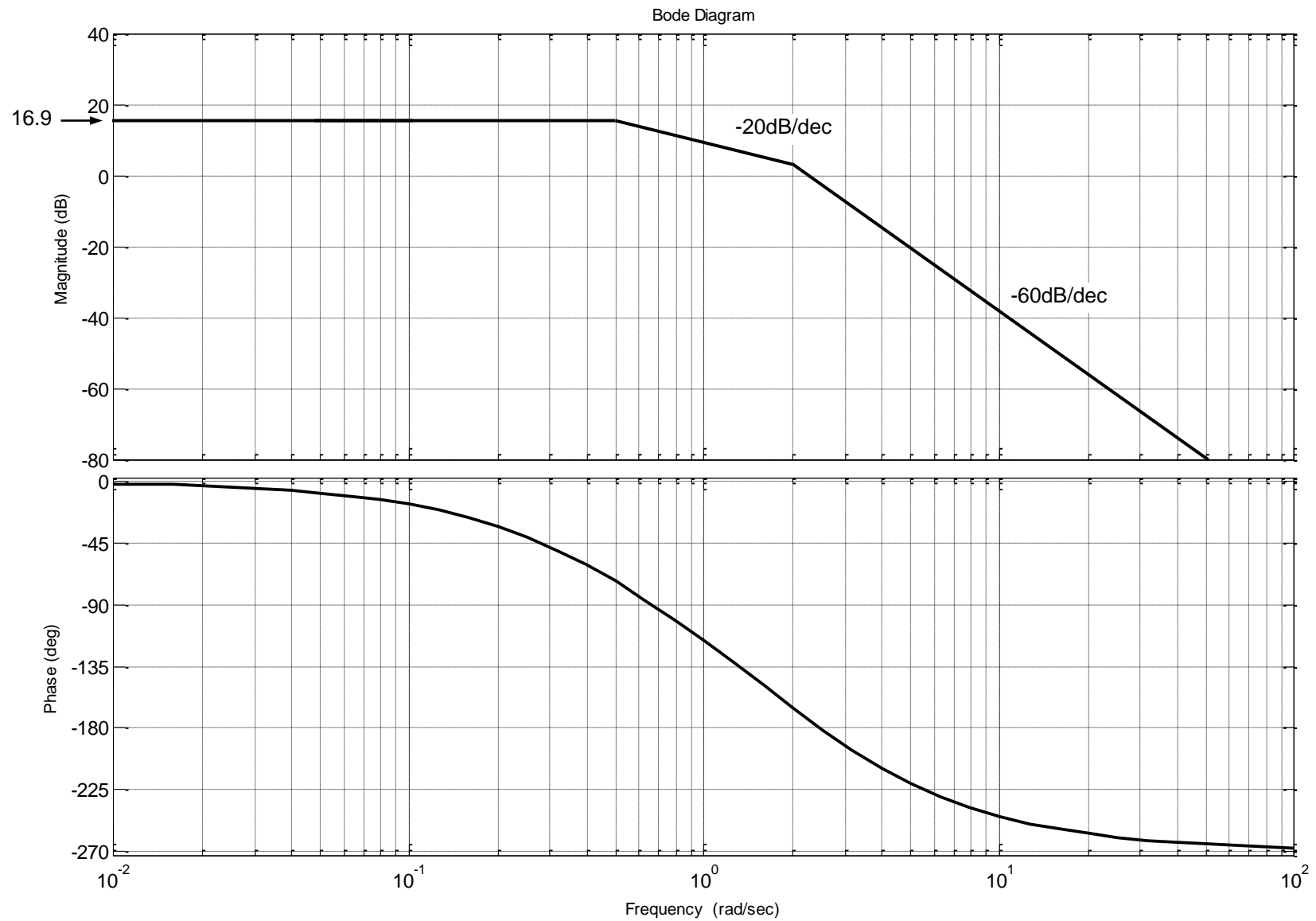
$$\begin{cases} \hat{x}(k+1) = A_d \hat{x}(k) + B_d u(k) + L[y(k) - \hat{y}(k)] \\ \hat{y}(k) = C_d \hat{x}(k) \end{cases}$$

1. Hãy vẽ sơ đồ khối của hệ thống và bộ quan sát trạng thái nêu trên
2. Hãy tính độ lợi quan sát trạng thái  $L = [l_1 \quad l_2]^T$  sao cho bộ quan sát có hai cực tại 0.01 và 0.05

**(Hết)**

CNBM

Họ và tên SV:.....  
Mã số SV: .....



**ĐÁP ÁN ĐỀ KIỂM TRA HỌC KỲ 1. Năm học 2010-2011**  
**(Tổng thang điểm là 11, SV làm được hơn 10 thì làm tròn về 10)**

**Bài 1A: (2.5đ)**

1.1. Tìm hàm truyền  $G(s)$

• PTĐT :

$$G_K(s) = \frac{K}{s(s+a)+K} = \frac{K}{s^2+as+K}$$

$$\Rightarrow s^2+as+K=0 \quad \Leftrightarrow \quad s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2=0 \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a=2\xi\omega_n=2 \\ K=\omega_n^2=2 \end{cases}$$

$$G(s) = \frac{2}{s(s+2)} \quad (0.25 \text{ đ})$$

1.2 Độ vọt lố và thời gian quá độ:

$$POT = \exp\left(\frac{-\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right) 100\% = 4.32\% \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$t_s = \frac{3}{\xi\omega_n} = \frac{3}{1/\sqrt{2} * \sqrt{2}} = 3 \text{ sec} \quad (0.25 \text{ đ})$$

1.3 Thiết kế  $G_C(s)$

Yêu cầu chất lượng quá độ không đổi nhưng cải thiện sai số xác lập  $\rightarrow$  chọn bộ trễ pha :

$$G_C(s) = K_C \frac{s+(1/\beta T)}{s+(1/T)} \quad (\beta < 1)$$

• Hệ số vận tốc trước hiệu chỉnh :

$$K_V = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{2}{s(s+2)} = 1 \quad (0.25 \text{ đ})$$

• Hệ số vận tốc mong muốn sau hiệu chỉnh :

$$K_V^* = \frac{1}{e_{xl}} = 1/0.01 = 100 \quad (0.25 \text{ đ})$$

• Xác định  $\beta$  :

$$\beta = \frac{K_V}{K_V^*} = 1/100 = 0.01 \quad (0.25 \text{ đ})$$

• Chọn zero :

Cực của hệ thống trước hiệu chỉnh :

$$s_{1,2} = -\xi\omega_n \pm j\omega_n\sqrt{1-\xi^2} = -1 \pm j \quad (0.25 \text{ đ})$$

Chọn :

$$\frac{1}{\beta T} \square |\text{Re}\{s_1\}| = 1 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\beta T} = 0.1 \quad (0.25 \text{ đ})$$

• Tính cực :

$$\frac{1}{T} = \beta \frac{1}{\beta T} = 0.01 * 0.1 = 0.001 \quad (0.25 \text{ đ})$$

Vậy :

$$G_C(s) = K_C \frac{s+0.1}{s+0.001}$$

- Tính  $K_C$  :

$$|G_C(s)G(s)|_{s=s_1} = 1$$

$$\left| K_C \frac{s+0.1}{s+0.001} * \frac{2}{s(s+2)} \right|_{s=s_1} = \left| K_C \frac{(-1+j+0.1)}{(-1+j+0.001)} * \frac{2}{(-1+j)(-1+j+2)} \right| = 1$$

$$\Rightarrow K_C = 1.0507$$

- Kết luận :

$$G_C(s) = 1.05 \frac{s+0.1}{s+0.001}$$

### Bài 1B: (2.5đ)

1.1 Hàm truyền  $G(s)$  có dạng:

$$G(s) = \frac{K}{(T_1s+1)(T_2s+1)^2} \quad (0.25 \text{ đ})$$

Theo biểu đồ Bode, ta có:

$$20 \lg K = 16.9 \text{ (dB)} \Rightarrow K = 7$$

$$\frac{1}{T_1} = 0.5 \text{ (rad/sec)} \Rightarrow T_1 = 2$$

$$\frac{1}{T_2} = 2 \text{ (rad/sec)} \Rightarrow T_2 = 0.5$$

$$\text{Do đó: } G(s) = \frac{7}{(2s+1)(0.5s+1)^2} \quad (0.25 \text{ đ})$$

1.2 Hệ số vị trí:

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{7}{(2s+1)(0.5s+1)^2} = 7 \quad (0.25 \text{ đ})$$

Sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị:

$$e_{xl} = \frac{1}{1+K_p} = \frac{1}{8} = 0.125 \Rightarrow e_{xl} = 0.125 \quad (0.25 \text{ đ})$$

1.3 Thiết kế khâu hiệu chỉnh  $G_C(s)$ :

- Tính  $K_C$

Hệ số vị trí mong muốn:

$$e_{xl}^* = \frac{1}{1+K_p^*} = 0.02 \Rightarrow K_p^* = \frac{1}{e_{xl}^*} - 1 = \frac{1}{0.02} - 1 \Rightarrow K_p^* = 49 \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$\Rightarrow K_C = \frac{K_p^*}{K_p} = \frac{49}{7} \Rightarrow K_C = 7 \quad (0.25 \text{ đ})$$

- Đặt  $G_1(s) = K_C G(s)$ .

Biểu đồ Bode biên độ của  $G_1(s)$  nâng lên  $20 \lg K_C = 16.9 \text{ (dB)}$  so với b.đồ Bode biên độ của  $G(s)$ ,

Biểu đồ Bode pha của  $G_1(s)$  không đổi so với biểu đồ Bode pha của  $G(s)$

Theo biểu đồ Bode:  $\Rightarrow \Phi M \approx -40^0 \Rightarrow$  không thể bù sớm pha  $\Rightarrow G_C(s)$  là khâu trễ pha

$$G_C(s) = K_C \frac{\alpha Ts + 1}{Ts + 1}$$

Tần số cắt mới:  $\varphi(\omega'_C) = -180 + \Phi M + 5^0 \Rightarrow \varphi(\omega'_C) = -115^0$

Theo biểu đồ Bode:  $\Rightarrow \omega'_c \approx 0.9 \text{ (rad/sec)}$  (0.25 đ)

Chọn:  $\frac{1}{\alpha T} \ll \omega'_c \text{ (rad/sec)} \Rightarrow \frac{1}{\alpha T} = 0.09 \text{ (rad/sec)} \Rightarrow \alpha T = 11$  (0.25 đ)

Tính  $\alpha$

$$20 \lg \alpha = -L_1(\omega'_c) \approx -28 \text{ (dB)} \Rightarrow \alpha = 0.04 \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$\Rightarrow T = \frac{11}{0.04} = 275 \quad (0.25 \text{ đ})$$

Kết luận: Hàm truyền của khâu hiệu chỉnh cần thiết kế là:

$$G_C(s) = 7 \frac{11s+1}{275s+1}$$

(Sinh viên giải ra kết quả gần đúng như trên đều được tính điểm)

## **Bài 2: (3.5đ)**

### 2.1 Tìm PTTT mô tả hệ hở

$$\frac{X_1(s)}{U(s)} = \frac{\frac{2}{s}}{1 + \frac{2}{s}} = \frac{2}{s+2} \Rightarrow \dot{x}_1 = -2x_1 + 2u$$

$$\frac{X_2(s)}{X_1(s)} = \frac{3}{s+3} \Rightarrow \dot{x}_2 = 3x_1 - 3x_2 \quad (0.5 \text{ đ})$$

$$Y(s) = X_2(s) \Rightarrow y = x_2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{x} = \begin{pmatrix} -2 & 0 \\ 3 & -3 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix} u \\ y = (0 \quad 1)x \end{cases} \quad (0.5 \text{ đ})$$

### 2.2 Thiết kế hồi tiếp trạng thái

PTĐT hệ kín:

$$\det(sI - A + BK) = 0$$

$$\Leftrightarrow \det \begin{pmatrix} s+2+2k_1 & 2k_2 \\ -3 & s+3 \end{pmatrix} = (s+2+2k_1)(s+3) + 6k_2 = s^2 + (2k_1+5)s + 6k_1+6k_2+6 = 0 \quad (0.5 \text{ đ})$$

Từ POT và  $t_{qd}$ , ta có:  $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}; \omega_n = 3\sqrt{2}$  (0.5 đ)

Suy ra, cặp cực quyết định:  $s_{1,2}^* = -3 \pm 3i$ .

Do đó, PTĐT mong muốn:

$$(s+3-3i)(s+3+3i) = s^2 + 6s + 18 = 0 \quad (0.5 \text{ đ})$$

$$\text{Cân bằng hệ số hai PTĐT: } \begin{cases} 2k_1+5=6 \\ 6k_1+6k_2+6=18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1=0.5 \\ k_2=1.5 \end{cases} \quad (0.5 \text{ đ})$$

Vậy luật điều khiển là:  $u(t) = r(t) - 0.5x_1(t) - 1.5x_2(t)$

2.3 Hàm truyền kín:

$$G_K(s) = k_0 C[sI - A + BK]^{-1} B, \quad (0.25 \text{ đ})$$

Đáp ứng của hệ thống:

$$Y(s) = G_K(s)R(s) = k_0 C[sI - A + BK]^{-1} BR(s),$$

Giá trị xác lập:

$$y(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sY(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s k_0 C[sI - A + BK]^{-1} B \left( \frac{1}{s} \right) = k_0 C[-A + BK]^{-1} B = \frac{1}{3} k_0$$

Suy ra, để  $y(\infty) = 1$  ta cần phải chọn  $k_0 = 3$  (0.25 đ)

**Bài 3: (3.5đ)**

(Hình 0.25đ)

3.1.

- Hàm truyền vòng hở:

$$G_h(z) = \frac{0.476}{z - 0.905} \quad (0.25 \text{ đ})$$

- Phương trình đặc trưng của hệ thống:

$$1 + K_I \frac{0.1(z+1)}{z-1} \frac{0.476}{z-0.905} = 0 \quad (0.25 \text{ đ})$$

- Cực:  $p_1 = 1, p_2 = 0.905$

Zero:  $z_1 = -1$

- Tiệm cận:

$$\overline{OA} = 2.905$$

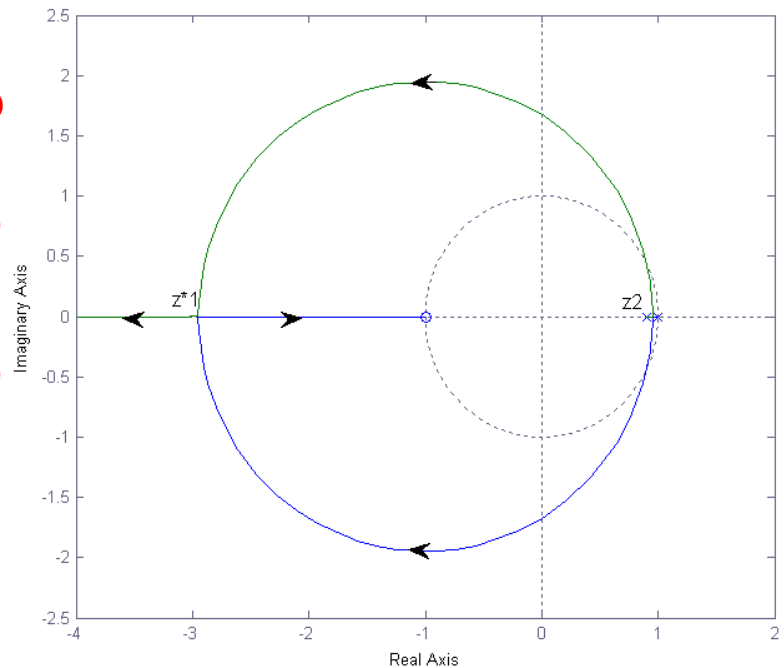
$$\alpha = \pi$$

- Điểm tách nhập:

$$z_1^* = -2.952, z_2^* = 0.952 \quad (0.5 \text{ đ})$$

- Giao điểm QĐNS với vòng tròn đơn vị:

$$z = 0.896 \pm 0.443j$$



2. (1đ)

- Hàm truyền vòng kín:

$$G_k(z) = \frac{G_c(z)G_h(z)}{1 + G_c(z)G_h(z)} = \frac{1.618z - 1.237}{z^2 - 0.287z - 0.332} \quad (0.5 \text{ đ})$$

- Đáp ứng ngõ ra:

$$Y(z) = G_k(z)R(z) = \frac{1.618z^2 - 1.237z}{z^3 - 1.287z^2 - 0.045z + 0.332}$$

$$y(k) = 1.287y(k-1) + 0.045y(k-2) - 0.332y(k-3) + 1.618\delta(k-1) - 1.237\delta(k-2)$$

$$y(0) = 0, y(1) = 1.618, y(2) = 0.845,$$

$$y(3) = 1.160, y(4) = 0.994, y(5) = 1.051$$

(0.25 đ)

- Chất lượng hệ thống

Đối tượng bậc 1, bộ điều khiển PI nên  $e_{xl} = 0$  đối với tín hiệu vào hàm nấc.

(0.25 đ)

$$POT = \frac{1.618-1}{1} 100\% = 61.8\%$$

(0.25 đ)

3. Phương trình đặc tính của hệ thống:

$$1 + G_c(z)G_h(z) = 0$$

$$1 + \left( K_p + 0.1K_I \frac{z+1}{z-1} \right) \frac{0.476}{z-0.905} = 0$$

(0.25 đ)

$$z^2 + (0.476K_p + 0.048K_I - 1.905)z + (0.048K_I - 0.476K_p + 0.905) = 0$$

- Phương trình đặc tính mong muốn:

$$\xi = 0.707, \omega_n = 4 \Rightarrow z_{1,2}^* = 0.480 \pm 0.304j$$

$$z^2 + 0.960z + 0.323 = 0$$

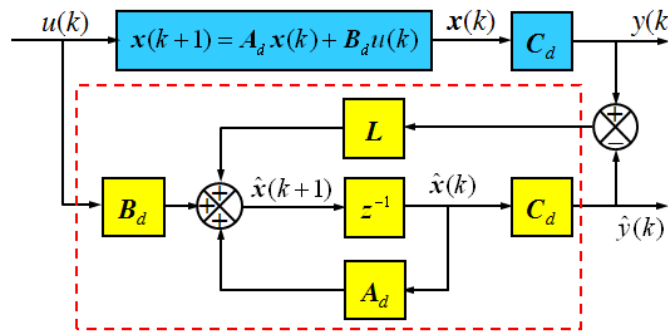
(0.25 đ)

- Suy ra:  $K_p = 3.62, K_I = 23.78$

(0.25 đ)

#### Bài 4:

4.1 Sơ đồ khối hệ thống rời rạc và bộ quan sát (0.25 đ)



4.2. Phương trình đặc trưng của bộ quan sát:

$$\det(zI - A_d + LC_d) = 0$$

$$\Rightarrow \det \left( z \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.90 & 0.16 \\ -0.50 & 0.23 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \end{bmatrix} \right) = 0,$$

$$\Rightarrow \det \left( \begin{bmatrix} z - 0.90 + 2l_1 & -0.16 \\ 0.50 + 2l_2 & z - 0.23 \end{bmatrix} \right) = 0,$$

$$\Rightarrow (z - 0.90 + 2l_1)(z - 0.23) + 0.16(0.50 + 2l_2) = 0,$$

$$\Rightarrow z^2 + (2l_1 - 1.13)z + 0.287 - 0.46l_1 + 0.32l_2 = 0, \quad (1)$$

(0.5 đ)

Phương trình đặc trưng mong muốn:

$$\Rightarrow (z - 0.01)(z - 0.05) = 0,$$

$$\Rightarrow z^2 - 0.06z + 0.0005 = 0, \quad (2)$$

(0.25 đ)

Từ (1) và (2) suy ra:

$$\begin{cases} 2l_1 - 1.13 = -0.06 \\ 0.287 - 0.46l_1 + 0.32l_2 = 0.0005 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = 0.5350 \\ l_2 = -0.1262 \end{cases} \quad (0.5 \text{ đ})$$



Họ và tên SV:.....

Mã số SV: .....

