TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUY NHƠN
KHOA : KT & CN

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số phách: 29

BÀI THI HỌC PHẦN : Điều khiển số

ĐIỂM KẾT LUẬN CỦA BÀI THI		Họ, tên và chữ ký của cán bộ chấm thi thứ 1	Trước khi nộp bài thi sinh viên phải ghi rõ tổng số tờ giấy thi đã làm bài và nộp cho cán bộ coi thi
Ghi bằng số	Ghi bằng chữ	Họ, tên và chữ ký của cán bộ chấm thi thứ 2	02 tờ (Ghi bằng số)
10	Mười	*Chú ý: Cán bộ chấm thi phải ghi rõ cả họ tên của mình và ký vào tất cả các tờ giấy thi.*	hai tờ (Ghi bằng chữ)

SINH VIÊN CẦN GHI ĐẦY ĐỦ CÁC MỤC Ở PHẦN TRÊN

Điểm từng câu và điểm toàn bài:

Câu 3 điểm
Câu 3 điểm
Câu 4 điểm
Câu ..... điểm
Câu ..... điểm

BÀI LÀM

Câu 1:

1.1: Định nghĩa biến đổi Z

- Phép biến đổi Laplace trong miền liên tục:

$$f(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} F(p) = \mathcal{L}\{f(t)\} = \int_0^\infty f(t).e^{-pt}dt$$

- Phép biến đổi Laplace trong miền rời rạc:

$$f(k) \xrightarrow{\mathcal{L}} F^*(p) = \mathcal{L}\{f(k)\} = \int_0^\infty f(k).e^{-pt}dt$$

$$= \int_0^\infty \sum_{k=0}^\infty f(kT).\delta(t-kT).e^{-pt}dt$$

$$= \sum_{k=0}^\infty f(kT).\int_0^\infty \delta(t-kT).e^{-pt}dt$$

$$= \sum_{k=0}^\infty f(kT).\mathcal{L}\{\delta(t-kT)\}$$

$$= \sum_{k=0}^\infty f(kT).e^{-kTp}$$

1

Phép biến đổi Z:

$$F(z) = Z\{f(k)\} = F^*(p)\Big|_{p=\frac{1}{T}\ln z}$$

$$= \sum_{k=0}^\infty f(kT).z^{-k}$$

$$= \sum_{k=0}^\infty f(k).z^{-k}, \text{ Với } z = e^{TP}$$

1.2: $x(t) = \begin{cases} e^{-at}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0. \end{cases}$

Lấy mẫu x(t) với chu kỳ lấy mẫu T, ta được:

$$x(k) = \begin{cases} e^{-kaT}, & k \geq 0 \\ 0, & k < 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow x(k) = e^{-kaT} \cdot u(k)$, với $u(k) = \begin{cases} 1, & k \geq 0 \\ 0, & k < 0 \end{cases}$

Theo định nghĩa, ta có:

$$Z\{x(k)\} = \sum_{k=0}^{\infty} x(k) \cdot z^{-k} = \sum_{k=0}^{\infty} \cancel{e^{-k}}$$

$$= \sum_{k=0}^{\infty} e^{-kaT} \cdot z^{-k} = 1 + e^{-aT} \cdot z^{-1} + e^{-2aT} \cdot z^{-2} + e^{-3aT} \cdot z^{-3} + \ldots$$

$$= 1 + (e^{aT} \cdot z)^{-1} + (e^{aT} \cdot z)^{-2} + (e^{aT} \cdot z)^{-3} + \ldots$$

Nếu: $|(e^{aT} \cdot z)^{-1}| < 1$ thì biểu thức trên là tổng của cấp số nhân lùi vô hạn, áp dụng công thức tính tổng của cấp số nhân lùi vô hạn, ta có:

$$Z\{x(k)\} = \frac{1}{1-(e^{aT} \cdot z)^{-1}} = \frac{z}{z - e^{-aT}}$$

Vậy: $\cancel{x(k) \cdot U(k)}$ $\left(e^{-kaT} \cdot u(k)\right) \xrightarrow{Z} \dfrac{z}{z - e^{-aT}}$

1.3: $X(z) = \dfrac{z}{(z-2)(z-4)} = \dfrac{z}{z^2 - 6z + 8} = \dfrac{z^{-1}}{1 - 6z^{-1} + 8z^{-2}}$

$\Leftrightarrow X(z) - 6z^{-1}X(z) + 8z^{-2}X(z) = z^{-1}$

$\Leftrightarrow x(k) - 6x(k-1) + 8x(k-2) = \delta(k-1)$

$\Rightarrow x(k) = 6x(k-1) - 8x(k-2) \cancel{} + \delta(k-1)$

Với điều kiện đầu: $x(k-1) = 0$, $x(k-2) = 0$

Thay vào công thức trên, ta được:

$k = 0 \Rightarrow x(0) = 0$

$k = 1 \Rightarrow x(1) = 1$

$k = 2 \Rightarrow x(2) = 6$

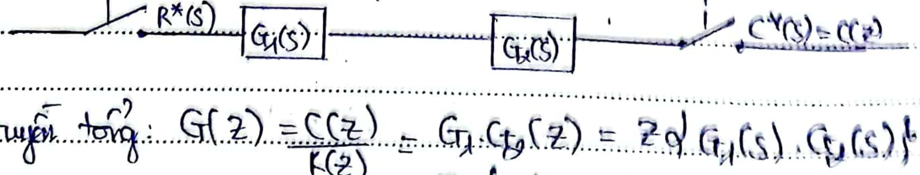
$k = 3 \Rightarrow x(3) = 28$

$k = 4 \Rightarrow x(4) = 120$

. . . .

Câu II:

2.1



Hàm truyền tổng: $G(z) = \dfrac{C(z)}{R(z)} = G_1G_2(z) = Z\{G_1(s) \cdot G_2(s)\}$

$$= Z\left\{\frac{1}{s^2} \cdot \frac{10}{s}\right\}$$

$$= Z\left\{\frac{10}{s^3}\right\}$$

~~Trang~~ Tra bảng ta được:

$$G(z) = \frac{C(z)}{R(z)} = \frac{10 \cdot T^2 \cdot z(z+1)}{2(z-1)^3} = \frac{5T^2 z(z+1)}{(z-1)^3}$$

2.2. Thành lập phương trình trạng thái:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{z+3}{2z^3+z^2+5z+3}$$

$\Leftrightarrow \quad 2z^3Y(z) + z^2Y(z) + 5zY(z) + 3Y(z) = z.X(z) + 3X(z)$

$\Leftrightarrow \quad 2y(k+3) + y(k+2) + 5y(k+1) + 3y(k) = x(k+1) + 3x(k)$

$\Leftrightarrow \quad y(k+3) + \frac{1}{2}y(k+2) + \frac{5}{2}y(k+1) + \frac{3}{2}y(k) = \frac{1}{2}x(k+1) + \frac{3}{2}x(k)$

Tính $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$:

$\beta_0 = b_0 = \frac{1}{2}$

$\beta_1 = b_1 - a_1.\beta_0 = \frac{3}{2} - \frac{1}{2}.\frac{1}{2} = \frac{5}{4}$

$\beta_2 = b_2 - a_1.\beta_1 - a_2.\beta_0 = 0 - \frac{1}{2}.\frac{5}{4} - \frac{5}{2}.\frac{1}{2} = \frac{-15}{8}$

$\beta_3 = b_3 - a_1.\beta_2 - a_2.\beta_1 - a_3.\beta_0$

$= 0 - \frac{1}{2}.\left(\frac{-15}{8}\right) - \frac{5}{2}.\frac{5}{4} - \frac{3}{2}.\frac{1}{2} = \frac{-47}{16}$

Đặt các biến trạng thái như sau:

$x_1(k) = c(k) - \beta_0 r(k) = c(k) - \frac{1}{2}r(k)$

$x_2(k) = x_1(k+1) - \beta_1 r(k) = x_1(k+1) \cancel{+ \frac{15}{8}r(k)} - \frac{5}{4}r(k)$

$x_3(k) = x_2(k+1) - \beta_2 r(k) = x_2(k+1) + \frac{15}{8}r(k)$

$x_3(k+1) = \frac{-3}{2}x_1(k) - \frac{5}{2}x_2(k) - \frac{1}{2}x_1(k) - \frac{47}{16}r(k)$

Hệ phương trình trạng thái có dạng:

$$\begin{cases} x(k+1) = A_d\, x(k) + B_d\, r(k) \\ c(k) = C_d\, x(k) + D_d\, r(k) \end{cases}$$

Trong đó: x

$$x(k) = \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \\ x_3(k) \end{bmatrix}, \quad A_d = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \frac{-3}{2} & \frac{-5}{2} & -\frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

$$B_d = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{2} \end{bmatrix}, \quad C_d = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad D_d = \begin{bmatrix} 0 & \frac{3}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

2.3. Xét tính ổn định:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{3z^2+z+1}{2z^3+z^2+5z+3}$$

Phương trình đặc trưng: $2z^3+z^2+5z+3=0$

Phương pháp Jury:

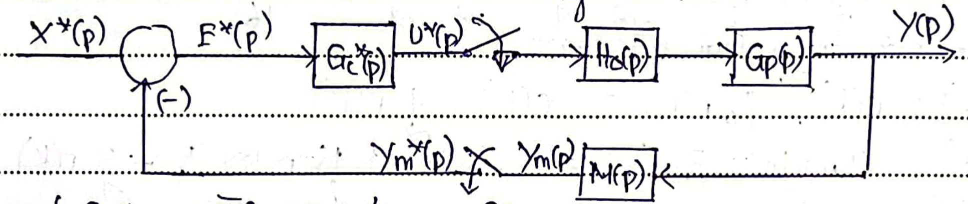
Bảng Jury:

Hàng	z^3	z^2	z^1	z^0
1	2	1	5	3
2	3	5	1	2
3	-2,5	-6,5	3,5	
4	3,5	-6,5	-2,5	
5	2,4	-15,6		
6	-15,6	2,4		
7	-99			

Hệ không ổn định vì các phần tử ở hàng 3 và hàng 7 cột 1 có giá trị bé hơn 0.

Câu III:

3.1. Ta có: sơ đồ khối của hệ thống điều khiển:



- Các phương trình mô tả quan hệ:

$E^*(p) = X^*(p) - Y_m^*(p)$

$U^*(p) = E^*(p) \,.\, G_C^*(p)$

$Y(p) = \cancel{M}\; U^*(p) \,.\, H_0 \,.\, G_p(p)$

$Y^*(p) = U^*(p) \,.\, H_0 \,.\, G_p^*(p)$

$Y_m(p) = U^*(p) \,.\, M(p) \,.\, H_0 \,.\, G_p^*(p)$

$Y_m^*(p) = U^*(p) \,.\, M(p) \,.\, H_0 \,.\, G_p^*(p)$

Thực hiện biến đổi z; Thay $p = \frac{1}{T} \ln z$ vào các phương trình "*", ta được:

$E(z) = X(z) - Y_m(z)$

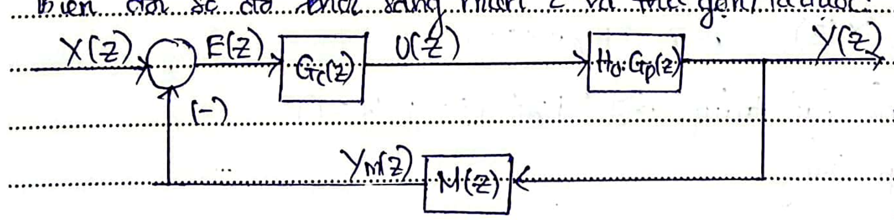
$U(z) = E(z) \,.\, G_C(z)$

$Y(z) = U(z) \,.\, H_0 \,.\, G_p(z)$

$Y_m(z) = U(z) \,.\, M \,.\, H_0 \,.\, G_p(z)$

3.2: Hàm truyền kín của hệ:

Biến đổi sơ đồ khối sang miền z và thu gọn, ta được:



Hàm truyền kín: $G(z) = \dfrac{Y(z)}{X(z)} = \dfrac{G_C(z).\,H_0.\,G_p(z)}{1 + G_C(z).\,M.\,H_0.\,G_p(z)}$

Sinh viên gấp giấy theo đường kẻ này

TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUY NHƠN
KHOA: KT&CN

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số phách: 93

BÀI THI HỌC PHẦN: Điều khiển số

ĐIỂM KẾT LUẬN CỦA BÀI THI		Họ, tên và chữ ký của cán bộ chấm thi thứ 1	Trước khi nộp bài thí sinh viên phải ghi rõ tổng số tờ giấy thi đã làm bài và nộp cho cán bộ coi thi
Ghi bằng số	Ghi bằng chữ	Họ, tên và chữ ký của cán bộ chấm thi thứ 2	02 tờ (Ghi bằng số)
		Chú ý: Cán bộ chấm thi phải ghi rõ cả họ tên của mình và ký vào tất cả các tờ giấy thi.	Hai tờ (Ghi bằng chữ)

Điểm từng câu và điểm toàn bài:

Câu .... điểm
Câu .... điểm
Câu .... điểm
Câu .... điểm
Câu .... điểm

BÀI LÀM

Tính toán hàm truyền:

- $H_0.G_p(z) = \frac{z-1}{z}.Z\left\{\frac{G_p(p)}{p}\right\}$

$= \frac{z-1}{z}.Z\left\{\frac{1}{p}.\frac{K}{\tau p+1}\right\} = \frac{z-1}{z}.Z\left\{\frac{K/\tau}{p(p+\frac{1}{\tau})}\right\}$

$= \frac{K(1-e^{-\frac{T}{\tau}}).z}{(z-1)(z-e^{-\frac{T}{\tau}})}.\frac{z-1}{z} = \frac{K(1-e^{-\frac{T}{\tau}})}{z-e^{-\frac{T}{\tau}}}$

Đặt: $a_2 = K.(1-e^{-\frac{T}{\tau}})$, $a_1 = e^{-\frac{T}{\tau}}$

$\Rightarrow H_0.G_p(z) = \frac{a_2}{z-a_1}$

- $M.H_0.G_p(z) = H_0.G_p(z) = \frac{a_2}{z-a_1}$.

3.3: Lưu đồ thuật toán:

Ta biến đổi các phương trình sau:

- $\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{a_2}{z-a_1}$

$\Leftrightarrow z.Y(z) - a_1.Y(z) = a_2.U(z)$

$\Leftrightarrow Y(z) = a_1.z^{-1}Y(z) + a_2.z^{-1}U(z)$

$\Rightarrow y(k) = a_1 y(k-1) + a_2 u(k-1)$

- $\frac{Y_m(z)}{U(z)} = \frac{a_2}{z-a_1}$.

$\Leftrightarrow z.Y_m(z) - a_1.Y_m(z) = a_2.U(z)$

⇔ $Y_m(z) = a_1 z^{-1} Y_m(z) + a_2 z^{-1} U(z)$

⇒ $y_m(k) = a_1 y_m(k-1) + a_2 u(k-1)$

- $\frac{U(z)}{E(z)} = G_c(z) = \frac{A_0 z + A_1}{z - 1}$.

⇔ $z.U(z) - U(z) = A_0 z E(z) + A_1 E(z)$

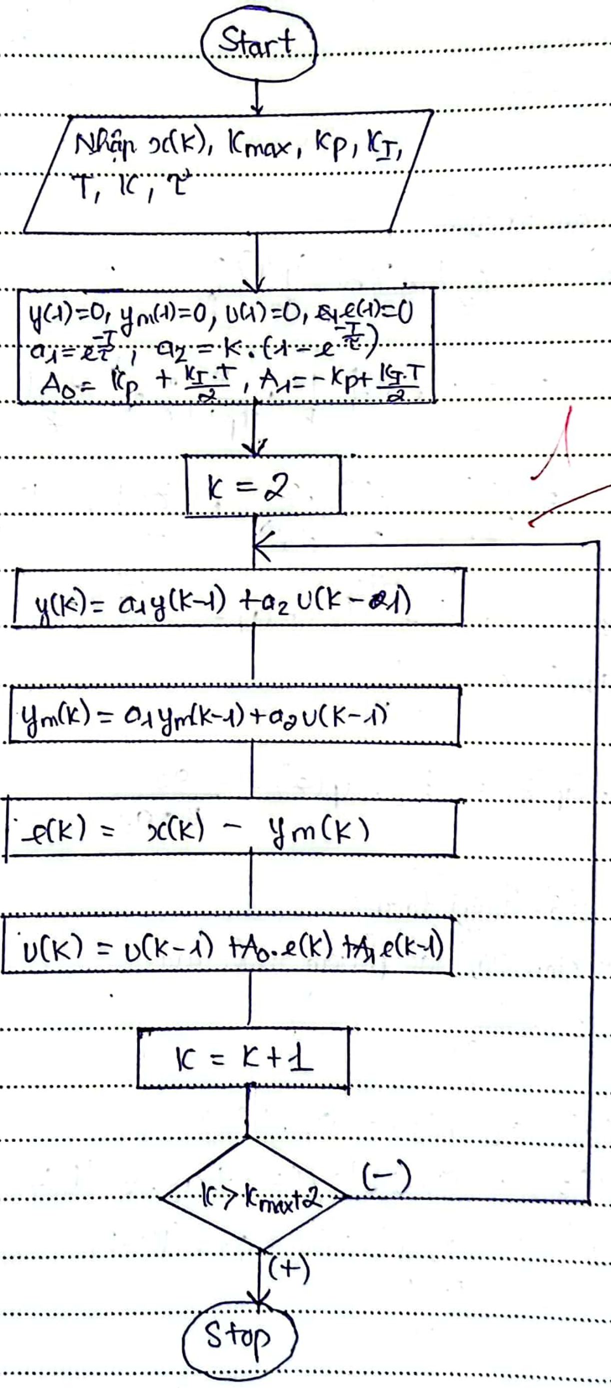
⇔ $U(z) = z^{-1} U(z) + A_0 E(z) + A_1 z^{-1} E(z)$

⇒ $u(k) = u(k-1) + A_0 e(k) + A_1 e(k-1)$

- $E(z) = X(z) - Y_m(z)$

⇒ $e(k) = x(k) - y_m(k)$

Lưu đồ thuật toán:



3.4: Viết chương trình điều khiển:

```
K = const ;
τ = const ;
kmax = const ;
Kp = const ;
KI = const ;
T = const ;
a1 = exp(-T/τ);
a2 = K.[1 - exp(-T/τ)] ;
A1 = -Kp + KI*T/2 ;
A0 = Kp + KI*T/2 ;
y(1) = 0 ;
ym(1) = 0 ;
e(1) = 0 ;
u(1) = 0 ;
for k = 2 : kmax + 2
    x(k) = const;
    y(k) = a1*y(k-1) + a2*u(k-1);
    ym(k) = a1*ym(k-1) + a2*u(k-1);
    e(k) = x(k) - ym(k);
    u(k) = u(k-1) + A0*e(k) + A1*e(k-1);
end.
```