سلم تصحيح مادة التحكم الآلي الإلكتروني3 السنة الرابعة/ تحكم الفصل الأول 2024

**السؤال الأول (20 درجة)**

| 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| c | b | b | c | b | c | c | b | c | b | c | c | c | b | c | a | a | c | a | b |

**السؤال الثاني:**

$$x(k)-2x(k-1)+x(k-2)=e(k) \Rightarrow X(z)-2z^{-1}X(z)+z^{-2}X(z)=E(z)$$

$$E(z)=\sum_{k=1}^{\infty}e(kT)z^{-k}=1-z^{-1} \Rightarrow X(z)=\frac{1-z^{-1}}{1-2z^{-1}+z^{-2}}=\frac{z(z-1)}{z^2-2z+1}=\frac{z(z-1)}{(z-1)^2}=\frac{z}{(z-1)}$$

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

**السؤال الثالث (12)**

$$X^{\bullet}=AX+Bu \qquad y=CX+Du$$

حيث $A=\begin{bmatrix}-2 & -1\\ 1 & 0\end{bmatrix}$ , $B=\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix}$ , $C=[0 \quad 1]$ , $D=[0]$

1- $CE=|sI-A|=\begin{vmatrix}s+2 & 1\\ -1 & s\end{vmatrix}=s(s+2)+1=s^2+2s+1=(s+1)(s+1)$ النظام مستقر لأن له قطب مضاعف في النصف الأيسر من المستوي المعقد

2- بما أن النظام مستقر فهو غير لاستقرار

3- $M=[B \quad AB]=\begin{bmatrix}0 & -1\\ 1 & 0\end{bmatrix} \Rightarrow \det(M)=+1\neq 0$ النظام تحكمي كامل

4- $sI-A-BK=(s+3)(s+5)$

$$\begin{bmatrix}s+2 & 1\\ k_1-1 & k_2+s\end{bmatrix}=s^2+8s+15 \Rightarrow$$

$$s^2+(k_2+2)s-k_1+2k_2+1=s^2+8s+15 \Rightarrow K=[-2 \quad 6]$$

**السؤال الرابع (10)**

$$G_1G_2(s)=G_{ZOH}(s)\frac{1}{s+1} \Rightarrow G_1G_2(z)=(1-z^{-1})Z\left[\frac{1}{s(s+1)}\right]=G_{z1}=\frac{1}{s(s+1)}=\frac{1}{s}-\frac{1}{s+1} \Rightarrow$$

$$G_{z1}(z)=\frac{1}{1-Z^{-1}}-\frac{1}{1-Z^{-1}e^{-T}}=\frac{z(1-e^{-T})}{(Z-1)(Z-e^{-T})} \Rightarrow G_1G_2(z)=\frac{(1-e^{-T})}{(Z-e^{-T})}$$

$$G_2(s)=e^{-Ts} \Rightarrow G_2(z)=z^{-1}, H(s)=\frac{k_1}{s} \Rightarrow H(z)=k_1\frac{z}{z-1}$$

$$\Rightarrow G(Z)=\frac{(1-e^{-T})(Z-1)}{z^2+Z^2(k_1-1-e^{-T})+z(1-k_1e^{-T})+e^{-T}-1}$$

$$T=0.5 \Rightarrow G(z)=\frac{0.4(Z-1)}{z^2+Z^2(k_1-1.6)+z(1-0.6k_1)-0.4}$$

**السؤال الخامس (18):**

1- دراسة الاستقرار:

$$P(z) = z^2 + 0.4z - 1 + 0.4k$$

عدد أسطر الجدول 1=2n-3:

التأكد من شروط الإستقرار:

$$\left.\begin{array}{l} 1)\ |0.4k - 1| < 1 \Rightarrow k < 5, k > 0 \\ 2)\ P(z)|_{z=1} > 0 \Rightarrow 0.4k > -0.4 \Rightarrow k > -1 \\ 3)\ P(z)|_{z=-1} > 0 \Rightarrow 0.4k > 0.4 \Rightarrow k > 1 \end{array}\right\} \text{the system is stable when } -1 < k < 5$$

$$k_p = \lim_{z \to 1} F(z) = k, e_{ss} = \frac{1}{1 + k_p} = \frac{1}{1 + k}$$ -2

3- من أجل k=5 يكون النظام على حافة الاستقرار أي يكون مهتز

$$k = 5 \Rightarrow P(z) = z^2 + 0.4z + 1, \text{the poles are } z_{1,2} = -0.2 \pm 0.97j$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.97}{0.2}\right) = 1.35, \angle z = Tw_d \Rightarrow w_d = \frac{1}{T}\angle z = 2.3 rad/\sec$$

$$\frac{w_s}{w_d} = \frac{2\pi / T}{2.7} = 4.6 \approx 5$$ عدد العينات=

د. صبا ريا