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:

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

$$E(z)=\sum_{k=0}^{\infty}e(kT)z^{-k}=1-z^{-1}\Rightarrow X(z)=\frac{1-z^{-1}}{1-2z^{-1}+z^{-2}}=\frac{z(z-1)}{z^2-2z+1}=\frac{z(z-1)}{(z-1)^2}=\frac{z}{(z-1)}$$

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

السؤال الثالث (12)

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

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 العقدي

2- بما أن النظام مستقر فهو قابل للاستقرار

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)

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

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

$$G_3(s)=e^{-Ts}\Rightarrow G_3(z)=z^{-1},\ H(s)=\frac{k}{s}\Rightarrow H(z)=k\frac{z}{z-1}$$

$$\Rightarrow G(Z)=\frac{(1-e^{-T})(Z-1)}{z^3+Z^2(k-1-e^{-T})+z(1-ke^{-T})+e^{-T}-1}$$

$$T=0.5\Rightarrow G(z)=\frac{0.4(Z-1)}{z^3+Z^2(k-1.6)+z(1-0.6k)-0.4}$$

السؤال الخامس (18):

1- دراسة الإستقرار:

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

عدد أسطر الجدول 1=2n-3:

التأكد من شروط الإستقرار:

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) $P(z)|_{z=-1} > 0 \Rightarrow 0.4k > 0.4 \Rightarrow k > 1$

} *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

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

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{0.97}{0.2}) = 1.35, \angle z = Tw_d \Rightarrow w_d = \frac{1}{T}\angle z = 2.7 rad/\sec$$

$$\frac{w_s}{w_d} = \frac{2\pi / T}{2.7} = 4.65 \approx 5$$ عدد العينات=

د. صابا دياب