哈尔滨工业大学2001年控制原理研究生入学考题

一、（20分）以下每小题中有五个答案。请选出正确的答案，并将题号和答案写在答题纸上。（每小题4分，5小题共20分）。

1．单位负反馈控制系统的开环传递函数$G(s)=\dfrac{100}{s(s+10)}$，在单位加速度信号作用下，系统的稳态误差为

(a)0.1　(b)0.01　(c)0　(d)0.09　(e)∞

2．已知某最小相位系统的开环传递函数的 Nyquist 图如图1所示，该系统为

(a) 0 型系统　(b)I型系统　(c) I 型系统　(d)有静差系统　(e)以上答案都不对。

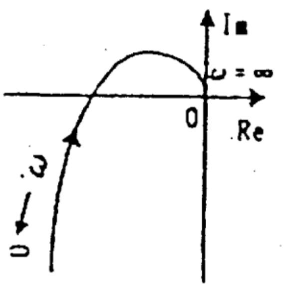


图 1

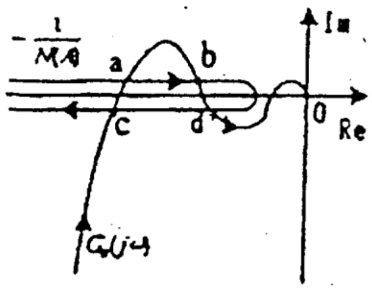


图 2

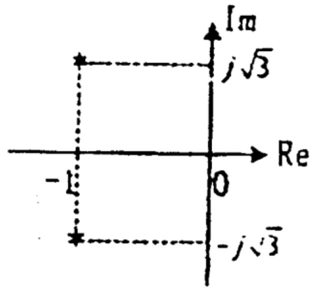


图 3

3．非线性控制系统中非线性部分的负倒描述函数$-\dfrac{1}{N(A)}$和线性部分的频率特性$G_0(j\omega)$如图2所示，则该系统

(a)a 点的自持振荡是稳定的　(b)a、b 点的自持振荡是稳定　(c)c 点的自持振荡是稳定的　(d)c、d 点的自持振荡是稳定的　(e) a、b、c、d 点的自持振荡都是稳定的。

4．某二阶系统无零点，其闭环极点的分布如图3所示，在单位阶跃信号作用下，系统的超调量σ_p为

(a) $\sigma_p=36.7\%$　(b) $\sigma_p=17.7\%$　(c) $\sigma_p=16.3\%$　(d)无法确定σ_p

(e)以上答案都不对。

5．线性离散系统如图4所示，则$\dfrac{C(z)}{R(z)}$为

(a) $\dfrac{G_1(z)G_2(z)}{1-G_1(z)G_2H(z)}$　(b) $\dfrac{G_1(z)G_2(z)}{1+G_1G_2H(z)}$　(c) $\dfrac{G_1(z)G_2(z)}{1+G_1(z)G_2(z)H(z)}$

(d) $\dfrac{G_1G_2(z)}{1+G_1(z)G_2(z)H(z)}$　(e) 以上答案都不对。

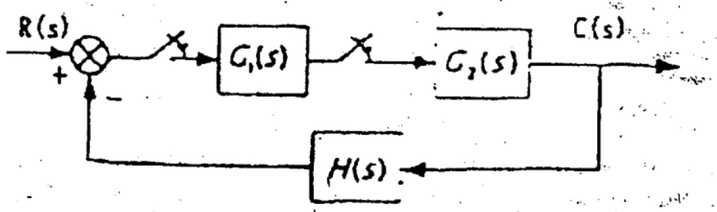


图 4

二、（15分）控制系统的方框图如图5所示。

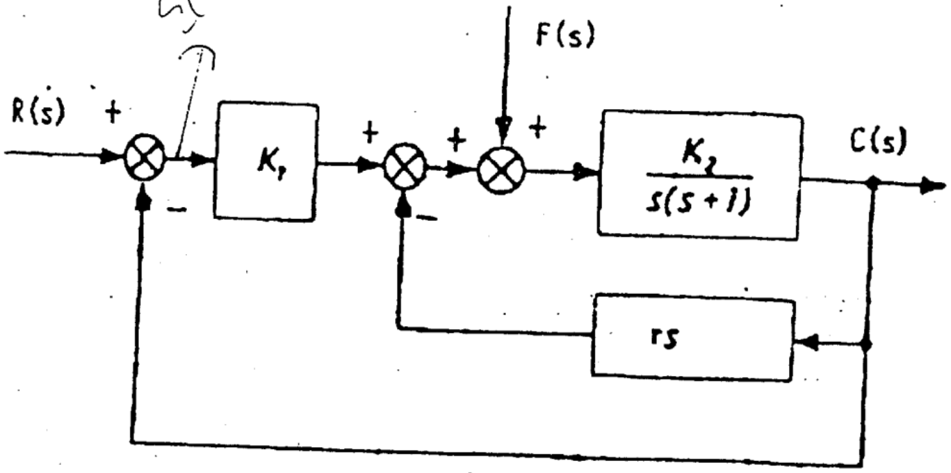


图 5

要求：

1．在$f(t)=0,r(t)$为单位阶跃信号作用下，系统的超调量$\sigma_p=16.3\%$，过渡过程时间$t_s=0.8$秒（按$\Delta=2\%$计算）；

2．$f(t)$为单位阶跃信号作用时，由$f(t)$引起的稳态误差$|e_{ss}|=0.1$。试确定K_1,K_2,τ值。

$K_1=10$ $K_2=10$ $\tau=0.9$

三、（15 分）单位负反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s)=\frac{K(s+b)}{s(s+a)}$$

1．绘制$a=2,b=3,0\le K<\infty$的根轨迹（要求在图上标出各特征数据）；（7 分）

2．若要求系统的开环增益为 $10(s^{-1})$，阻尼比为 0.5，无阻尼自振频率为 2rad/s，试确定 a, b, K 的值。（8 分） $K=1.6$ $a=0.4$ $b=2.5$

四、（10 分）控制系统的方框图如图 7 所示，其中$G_0(s)=\dfrac{40}{s(s-2)}$

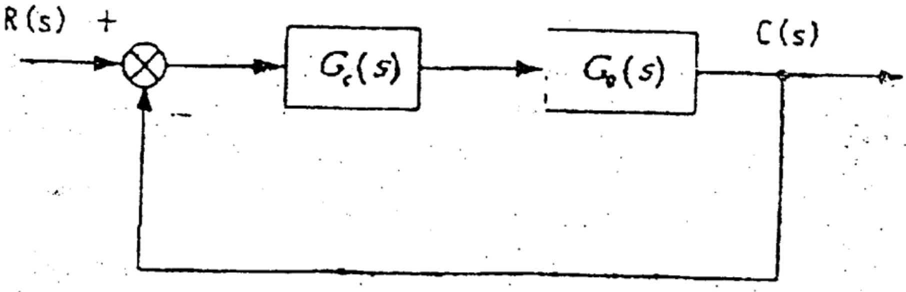


图 7

1．在坐标纸上，绘制 $G_0(s)$的渐近对数幅频特性和对数相频特性的大致图形；（3 分）

2．根据绘制的对数幅频特性和相频特性，判断 $G_c(s)=1$ 时闭环系统的稳定性（给出分析、判断过程）（2 分）

3．设计 $G_c(s)$，使系统的闭环极点为$-1\pm j1$。（5 分） 不稳定 正－负$=0-(-\frac{1}{2})=\frac{1}{2}$

$G_c(s)=\frac{1}{20}\frac{s-2}{s+2}$

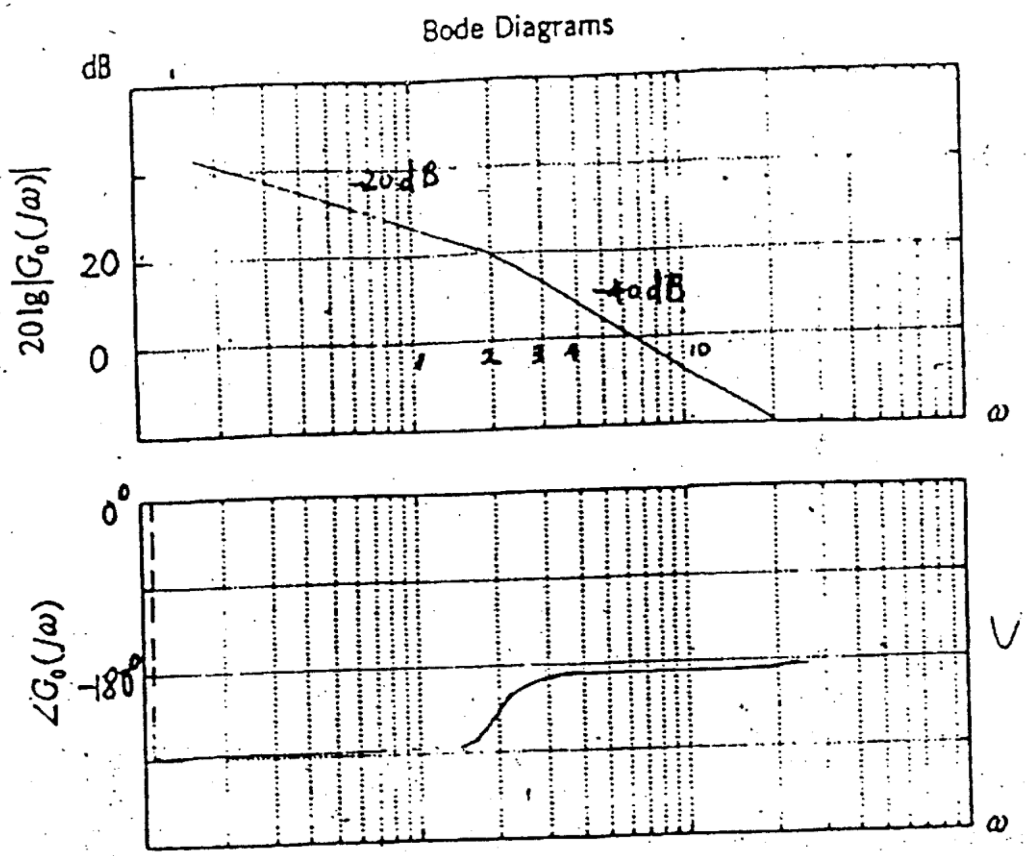


图 8

五、（10 分）非线性控制系统如图 9 所示，其中 r(t)=0,M=1, $\tau=0.1$，试在 $e-\dot{e}$ 相平面上，绘制 e(0)=1, $\dot{e}(0)=0$ 时的相轨迹图。

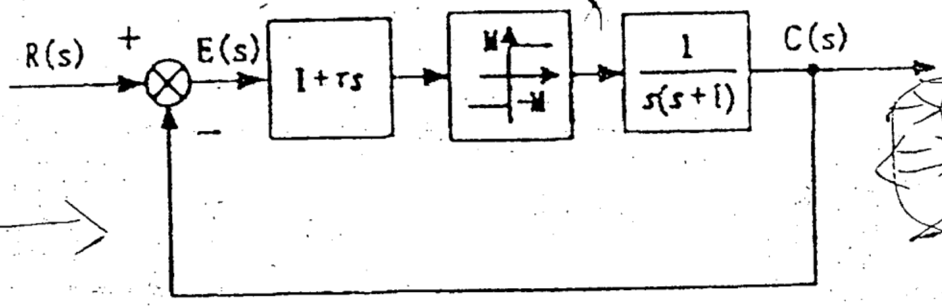
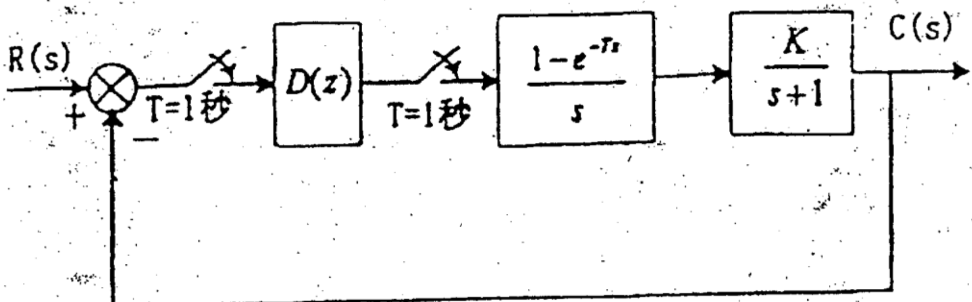


图 9

六、（10 分）离散时间系统如图 10 所示，其中 $D(z)=\dfrac{1}{z+0.5}, K>0$，求使系统稳定的 K 的取值范围。（已知 $z\left(\dfrac{1}{s}\right)=\dfrac{z}{z-1}, z\left(\dfrac{1}{s+a}\right)=\dfrac{z}{z-e^{-aT}}$）



rank[B AB]=2

能控

$$\dot{x}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -2 & -3\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix}u$$

rank$\begin{bmatrix}C\\ CA\end{bmatrix}=2$

$$y=[1\quad 0]x$$

能观

1. 判断该系统的能控性和能观性；（3 分）
2. 若 u=0，判断该系统在原点的稳定性。（2 分）

由 $A^TP+PA=-I \Rightarrow P=\begin{bmatrix}\frac{5}{4} & \frac{1}{4}\\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4}\end{bmatrix}$

$\left|\frac{5}{4}\right|>0$ $\begin{vmatrix}\frac{5}{4} & \frac{1}{4}\\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4}\end{vmatrix}$

八、（15 分）线性定常系统的状态空间表达式为

$$\dot{x}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ 2 & -1\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix}u$$

$$y=[1\quad 0]x$$

1. 设计状态反馈阵，使系统的闭环极点为 $-1\pm j2$；（5 分）
2. 若系统的状态是不可测量的，试设计一个全维状态观测器，并使观测器的极点为 -4,-5;（5 分）
3. 画出具有状态反馈和状态观测器的系统状态变量图。（5 分）

解：① rank[B AB]=2 能控 $f^*(\lambda)=(\lambda+1)^2+4=\lambda^2+2\lambda+5$ $f(\lambda)=\lambda(\lambda+1)-2=\lambda^2+\lambda$