哈尔滨工业大学2004年控制原理研究生入学考题

1、判断下列说法的正确性，并简述理由（每小题4分，5小题共20分）。

1) 若线性定常系统在单位阶跃信号的作用下，其输出呈振荡发散趋势，则该系统是不稳定的。

2) 传递函数的定义为：零初始条件下，线性定常系统输出信号的拉氏变换和输入信号的拉氏变换之比。这一定义没有将初始条件对系统的影响考虑进去，因而传递函数不能反映具有非零初始条件的系统动态过程。X

3) 频域分析方法是利用系统对正弦输入信号的稳态响应来描述系统特性的。因此，这种方法只能分析系统的正弦响应特性，不能分析其它输入信号的响应特性。X

4) 若线性定常连续时间系统的闭环极点均在 S 平面的左半平面，则闭环系统是稳定的，但线性定常离散时间系统稳定的条件是：系统的闭环极点均在 Z 平面的单位圆内。这意味着离散时间系统的稳定条件较连续时间系统稳定的条件苛刻。√

5) 若存在无约束的控制，使系统从任意初始状态转移到原点，则系统是状态完全能控的。由于系统能从任意初始状态转移到原点，故系统完全能控和系统稳定是等价的。X

2、（10分）控制系统如图1所示，求 $\dfrac{C(s)}{R(s)}$。 $= \dfrac{2G_1G_2+G_1+G_2}{1+G_1G_2+G_1+G_2}$

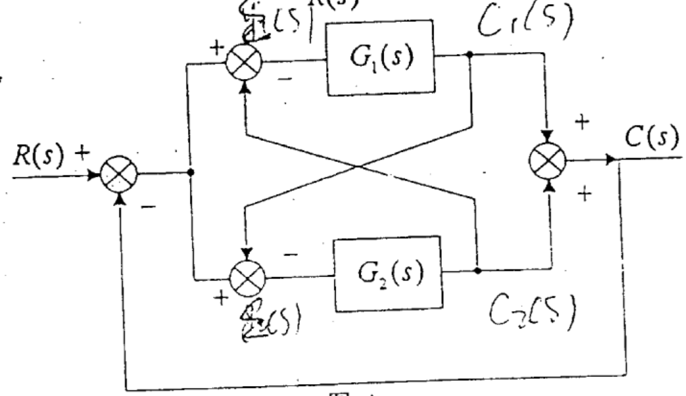


图 1

3、（15 分）设控制系统如图 2 所示，其中前向通道中的 $G(s)$ 的单位阶跃响应为 $1-1.25e^{-3t}\sin(4t+53.1^{\circ})$，

$G(s)=\dfrac{25}{s^2+6s+25}$

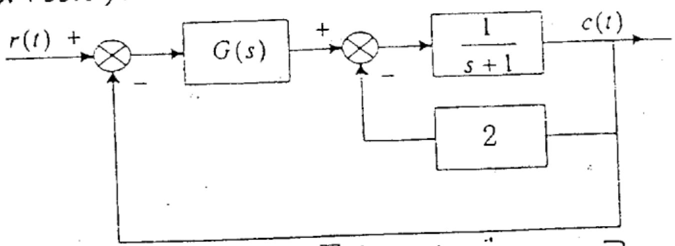


图 2

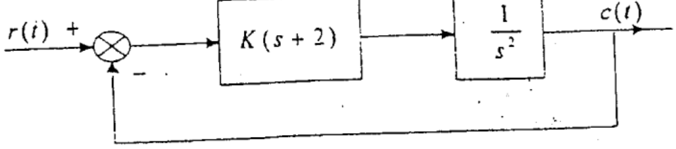
求 $r(t)=10\cdot 1(t)$ 时系统的稳态误差。 $\dfrac{10}{1+K_p}=\dfrac{10}{1+\frac{1}{3}}=\dfrac{30}{4}=7.5$

4、（15分）单位负反馈系统的开环传递函数为：

$$G(s)=\frac{-50}{s(s+5)(-s+1)}$$

试用奈氏判据判断系统的稳定性。

5、（15分）控制系统如图3所示。为使系统的相角裕量等于 50°，试确定 K 值。



$K=1.83$

图 3

6、（15 分）离散系统如图 4 所示

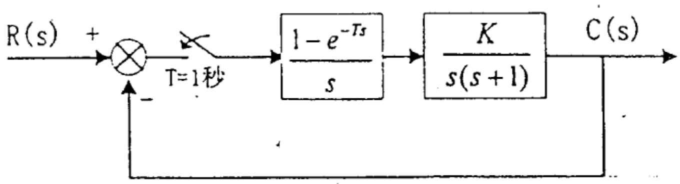


图 4

试在[Z]平面上绘制 $0 \le K < \infty$ 的根轨迹图（要求在图上标出各特征数据），并确定系统临界稳定时的 K 值。（已知：$Z\left(\frac{1}{s+a}\right)=\frac{z}{z-e^{-aT}}$，$Z\left(\frac{1}{s}\right)=\frac{z}{z-1}$，$Z\left(\frac{1}{s^2}\right)=\frac{Tz}{(z-1)^2}$）。

7、（15 分）具有饱和非线性特性的非线性控制系统如图 5 所示，

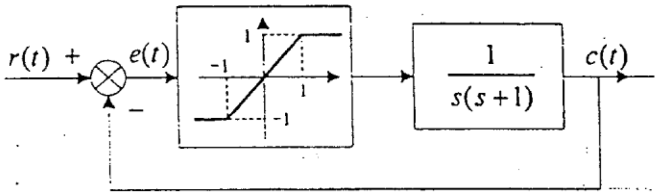


图 5

若 $r(t)=0$，试在 $e-\dot{e}$ 平面上绘制 $e(0)=2, \dot{e}(0)=0$ 时的相轨迹图（要求将解题过程写清楚）。

8、（15 分）设一线性定常系统的状态方程为：

$$\dot{x} = Ax$$

其中 $A \in R^{2\times2}$。若

$$x(0)=\begin{bmatrix}1\\-1\end{bmatrix}\text{时，}x(t)=\begin{bmatrix}e^{-2t}\\-e^{-2t}\end{bmatrix}$$

$e^{At}=\begin{bmatrix} e^{-2t} & 2e^{-t} \\ -e^{-2t} & -e^{-t} \end{bmatrix}$

$$x(0)=\begin{bmatrix}2\\-1\end{bmatrix}\text{时，}x(t)=\begin{bmatrix}2e^{-t}\\-e^{-t}\end{bmatrix}$$

试求 $x(0)=\begin{bmatrix}1\\3\end{bmatrix}$ 时的 $x(t)$。 $x(t)=e^{At}x(0)=\begin{bmatrix}7e^{-2t}-8e^{-t}\\-8e^{-2t}+4e^{-t}\end{bmatrix}$

9、（15 分）设系统的状态方程和输出方程为：

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

$$y=\begin{bmatrix}2 & 3\end{bmatrix}x$$

1） 判断系统是否为状态完全能控和状态完全能观测；

2） 求该系统的状态转移矩阵。

10、（15 分）设系统的状态方程为

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

试确定状态反馈阵 F，将系统的闭环极点配置在 $s_1=-1$，$s_2=-2$，$s_3=-3$ 及 $s_4=-4$。

$F=\begin{bmatrix}2 & -1 & 0 & 0\\0 & 0 & 12 & 9\end{bmatrix}$