1995 年北京航空航天大学研究生入学考试题

1.（12 分）系统微分方程式如下：

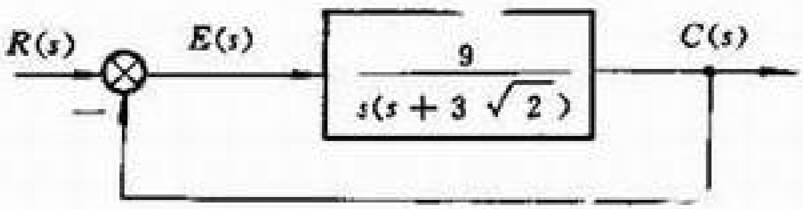
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = k_1[r(t) - c(t) - \beta x_3] \\ x_2 = \tau \dot{r}(t) \\ T\dot{x}_3 + x_3 = x_1 + x_2 \\ c(t) = k_2 x_3 \end{cases}$$

式中 $r(t)$ 是输入量；$c(t)$ 是输出量；x_1，x_2，x_3 为中间变量；τ，β，k_1，k_2 为常数。画出系统的动态结构图，并求传递函数$\dfrac{C(s)}{R(s)}$。

2.（12 分）系统结构图如图附 2.1 所示，求：

（1）当斜坡输入 $r(t) = t \times 1(t)$ 时系统的稳态误差 e_{ss}。

（2）当正弦输入 $r(t) = (2\sin 3t) \times 1(t)$ 时系统的稳态输出 c_s。



图附 2.1

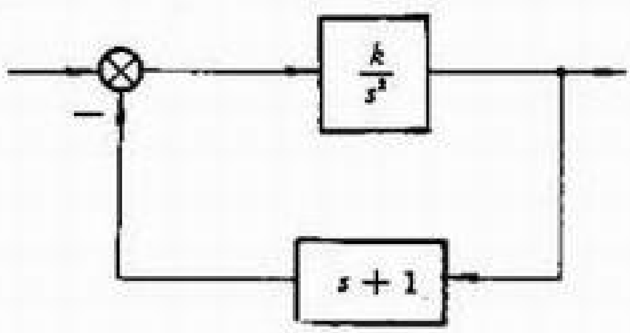
3.（本题共 14 分，第 1 小题 6 分，第 2,3 小题分别 4 分）两个系统的结构图分别如图附 2.2 和图附 2.3 所示。

（1）做出当 $k(0 \to \infty)$ 变动时，图附 2.2 所示系统的根轨迹。

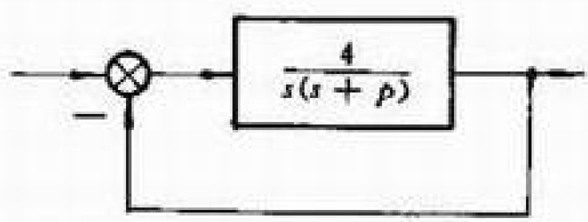
（2）做出当 $p(0 \to \infty)$ 变动时，图附 2.3 所示系统的根轨迹（即做广义根轨迹）。

（3）试确定 k，p 值，使得两个系统的闭环极点相同。

（题解参见例 4.3）



图附 2.2

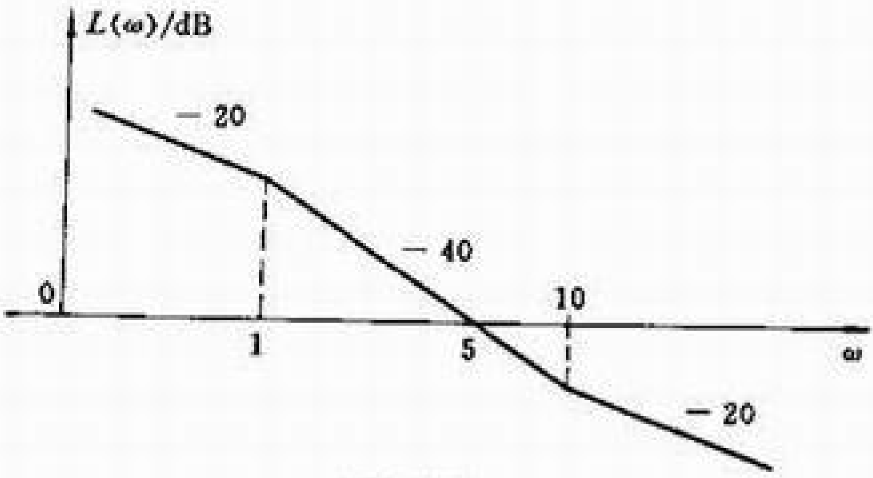


图附 2.3

4.（本题共 12 分，第 1 小题 4 分，第 2 小题 8 分）单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s)$，已知 $G(s)$ 无右半平面的零点，但有右半平面的极点。$G(s)$ 的对数幅频渐近特性曲线如图附 2.4 所示。

（1）写出 $G(s)$ 的表达式。

(2) 画出 $G(s)$ 的对数相频特性曲线的大致形状，并用对数频率稳定判据判断该闭环系统的稳定性。



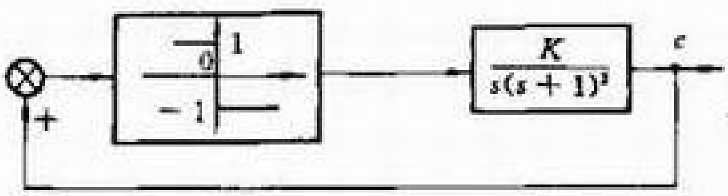
图附 2.4

5.（本题共 8 分，每小题各 4 分）非线性系统结构图如图附 2.5 所示，图中 $K>0$。

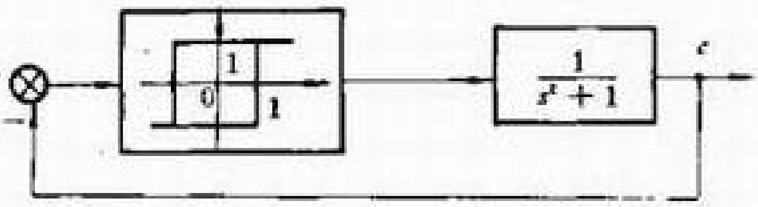
(1) 写出非线性特性的描述函数 $N(X)$。

(2) 判定系统有无自振，如有自振，试求出自振频率与振幅。

6.（8 分）非线性系统结构图如图附 2.6 所示，试在 $c-\dot{c}$ 平面上做起始于点 $(-2,0)$ 的相轨迹，并求出相轨迹与开关线的两个交点坐标值。



图附 2.5



图附 2.6

7.（7 分）采样系统的闭环特征式为

$$D(z)=(z^2+z-0.75)(z+0.5)(z-0.3)$$

判断该闭环系统的稳定性（要写明理由）。

8.（7 分）采样系统的结构图如图附 2.7 所示，图中 $T=1\ \mathrm{s}$，当输入为 $r(t)=1(t)$ 时，试分别求出 $C(z)$ 和 $c^*(t)$ 的表达式。

［提示］
$$Z\left[\frac{1}{s+a}\right]=\frac{z}{z-e^{-aT}}$$

图附 2.7

9.（10 分）系统的动态方程为

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

$$y=\begin{bmatrix}1 & 1 & 0\end{bmatrix}x$$

判断 $x=0$ 是否渐近稳定。系统是否 BIBO 稳定。

（题解参见例 9.24）

10.（10 分）给定传递函数 $G(s)$ 为

$$G(s)=\frac{y(s)}{u(s)}=\frac{30}{s(s^2-4s+4)}$$

写出 $G(s)$ 的可控标准形实现

$$\dot{x}=Ax+bu$$

$$y=cx$$

若用 $u=kx+v$ 的状态反馈将 $A+bk$ 的特征值配置到 $\{-1,-2,-3\}$，求反馈增益向量 k。