

# 北京理工大学 2003 年攻读硕士学位研究生 入学考试试题

试题答案必须书  
写在答题纸上，  
在试题和草稿纸  
上答题无效。

科目代码： 410 科目分号： 0101

科目名称： 自动控制理论

一、(20 分) 系统方框图如图 1 所示。

- (1) 画出  $K$  在  $0 \rightarrow \infty$  变化时的根轨迹；
- (2) 证明在复平面上的根轨迹为圆；
- (3) 求出使闭环系统稳定  $K$  值范围。

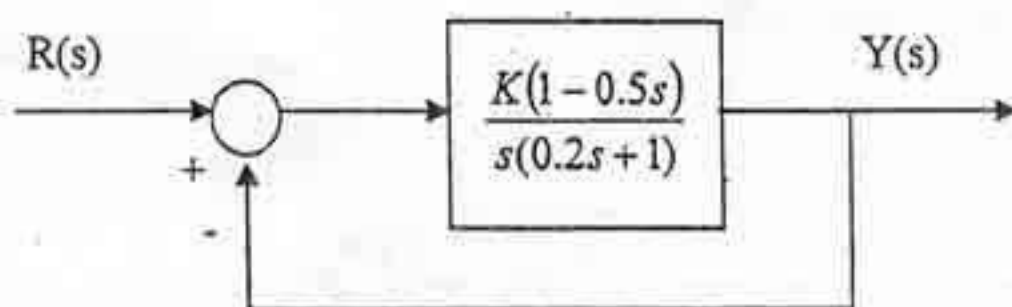


图 1

二、(20 分) 有单位负反馈最小相位系统开环对数幅频特性如图 2 所示。

- (1) 求出系统的传递函数；
- (2) 系统的相位稳定裕量是多少；
- (3) 闭环系统对单位阶跃输入和单位斜坡输入的稳态误差分别是多少；
- (4) 画出系统的 Nyquist 图。

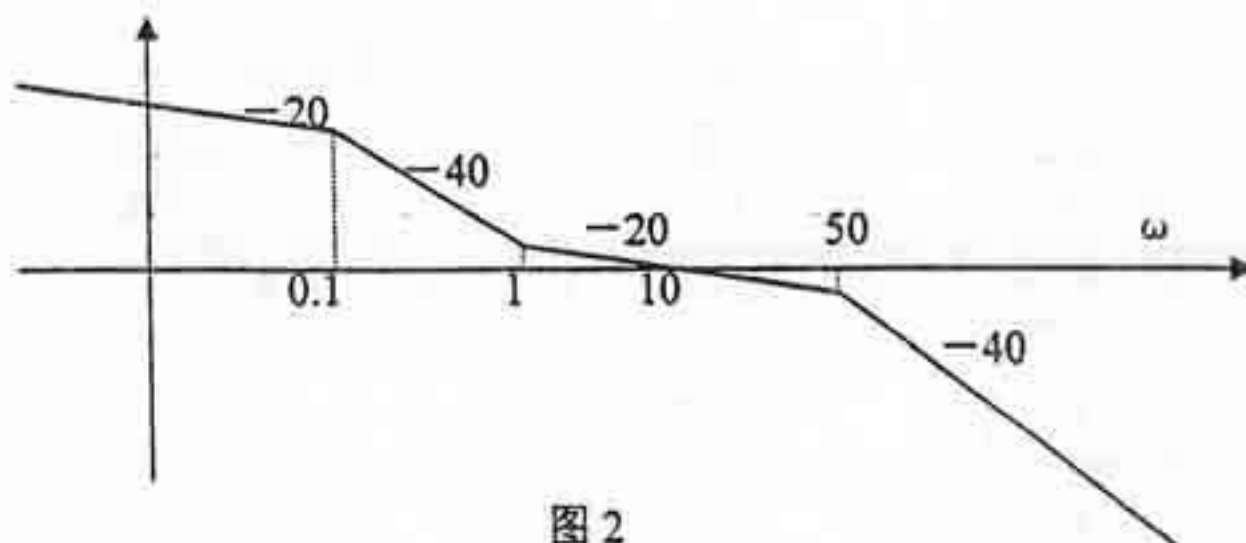


图 2

试题答案必须书  
写在答题纸上，  
在试题和草稿纸  
上答题无效。

科目代码: 410 科目分号: 0101

科目名称: 自动控制理论

三、(20 分) 系统结构图如图 3 所示。参考输入信号  $\gamma(t)=1(t)$ ，干扰信号  $n(t)=0.1\sin 100t$ 。

- (1) 要求系统的稳态误差不大于 0.001，试确定 K 值的可调范围；
- (2) 无干扰时，确定 K 值，使  $\xi=0.707$ ，系统有较好的动态品质。

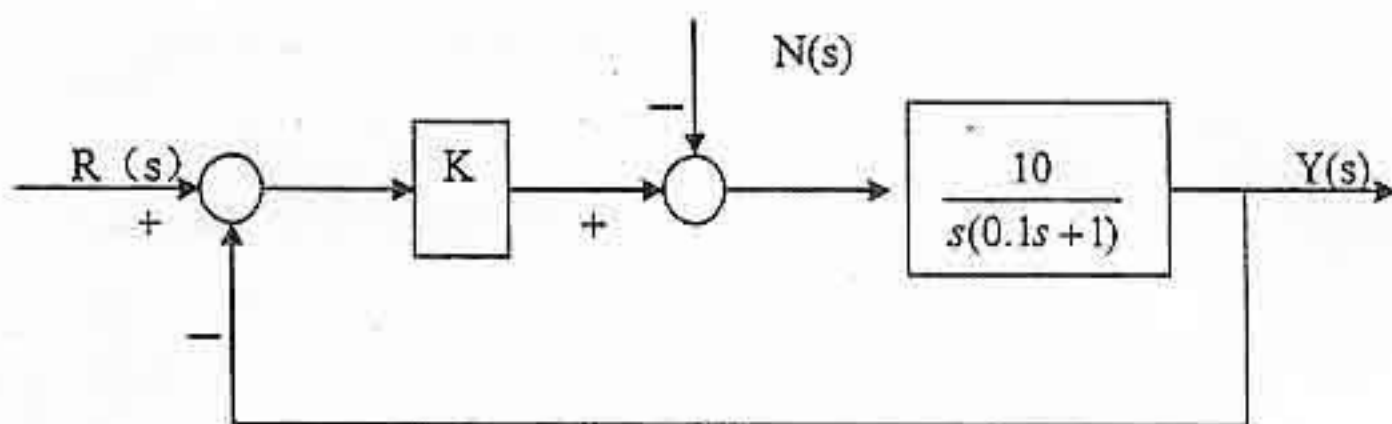


图 3

四、(20 分) 有一非线性系统如图 4 所示。

已知非线性特性的描述函数为  $N(x) = \frac{4M}{\pi x} \sqrt{1 - \left(\frac{h}{x}\right)^2}$ ,  $x \geq h$ ，其中  $M=2$ ,  $h=0.5$ ；

- (1) 分析该系统的稳定性
- (2) 确定系统的自振幅和频率。

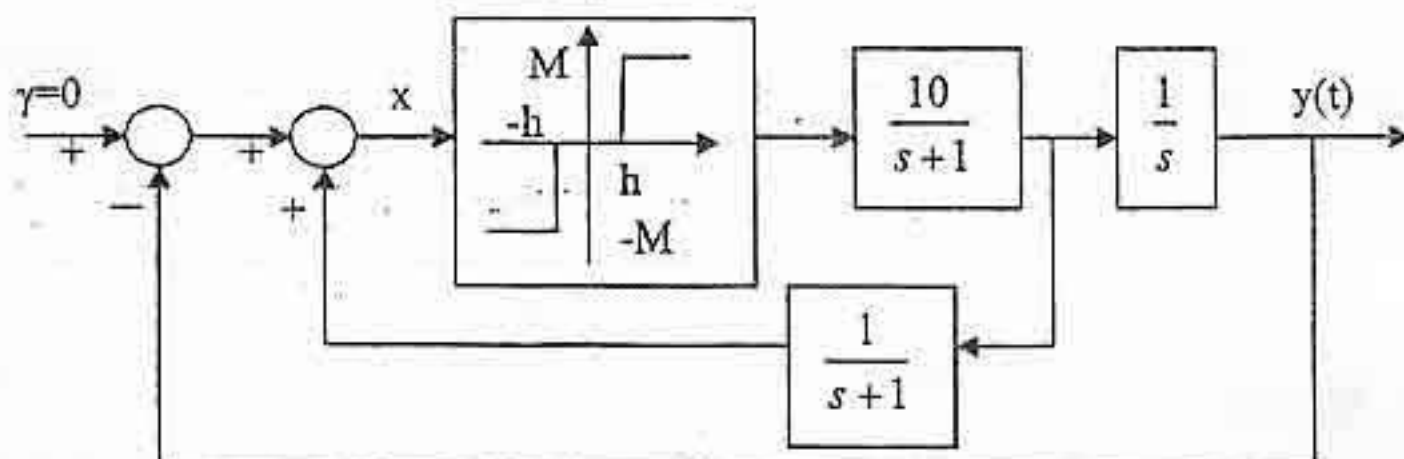


图 4

试题答案必须书  
写在答题纸上，  
在试题和草稿纸  
上答题无效。

科目代码： 410 科目分号： 0101

科目名称： 自动控制理论 琦

五、(20 分) 已知一非线性系统的状态方程为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 - a x_1 (x_1^2 + x_2^2) \\ \dot{x}_2 = -x_1 - a x_2 (x_1^2 + x_2^2) \end{cases}$$

(1) 求李亚普诺夫函数  $V(x)$ ;

(2) 判别  $a$  在不同取值条件下，系统的稳定性。

六、(20 分) 已知某系统的状态空间表达式为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u, \quad y = [0 \ 0 \ 1] x$$

(1) 判别系统的稳定性和系统状态的能控性和能观性;

(2) 该系统是可镇定的吗? 能否通过状态反馈使闭环系统的极点配置在  $-3$ 、 $-4$ 、 $-5$ ? 请说明理由。若能的话，请求出状态反馈阵  $K$ 。

七、(20 分) 设有零阶保持器的离散系统如图 5 所示。

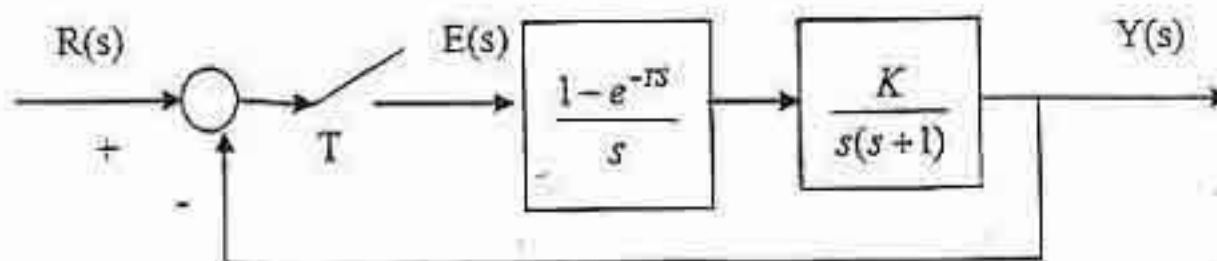


图 5

(1) 采样周期  $T=1$  秒时，求使系统稳定的放大系数  $K$  的取值范围;

(2) 求  $K=1$  时，单位阶跃输入下的输出响应  $y(kT)$  和稳态误差  $e(\infty)$ 。

1) 闭环脉冲传递函数

$$\begin{aligned} G(z) &= (1-z^{-1})Z\left[\frac{K}{s^2(s+1)}\right] \\ &= (1-z^{-1})Z\left[\frac{A}{s} + \frac{B}{s} + \frac{C}{s+1}\right]K \\ &= (1-z^{-1})Z\left[K\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1}\right)\right] \\ &= \frac{z-1}{z} \cdot K \cdot \left[\frac{1}{(z-1)^2} - \frac{z}{z-1} + \frac{1}{z-2}\right] \\ &= K \frac{(z-1)(1+z-2)}{(z-1)^2(z-2)} = K \frac{z}{(z-1)(z-2)} \end{aligned}$$

闭环特征方程  $1+G(z)=0$

$T=1s$  时  $1+z^{-1} \neq 0$

$1+z^{-1} = 0 \Rightarrow z = -1$

$1+z^{-1} = 0 \Rightarrow z = -1$

$1+z^{-1} = 0 \Rightarrow z = -1$



机密★启用前

# 北京理工大学 2003 年攻读硕士学位研究生 入学考试试题

试题答案必须书写在答题纸上，  
在试题和草稿纸上答题无效。

科目代码： 410 科目分号： 0101

科目名称： 自动控制理论

$$\frac{1}{s} \Leftrightarrow \frac{z}{z-1} ; \frac{1}{s+a} \Leftrightarrow \frac{z}{z-e^{-aT}} ; \frac{1}{s^2} \Leftrightarrow \frac{Tz}{(z-1)^2}$$

八. (10 分) 设系统的传递函数为  $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s^2}$  : 如果对其施加反

馈作用, 有关的变量取为:

$$x_1 = y(t), \quad x_2 = \dot{y}(t), \quad u = -3x_2 - 2x_1$$

试计算该系统的特征根, 并计算初始条件为  $x_1(0) = 0, \quad x_2(0) = 1$  时,

系统的时间响应函数  $X(t)$ .

kaoyan.com