

西北工业大学

2005 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 自动控制原理 (B 卷)

试题编号: 427

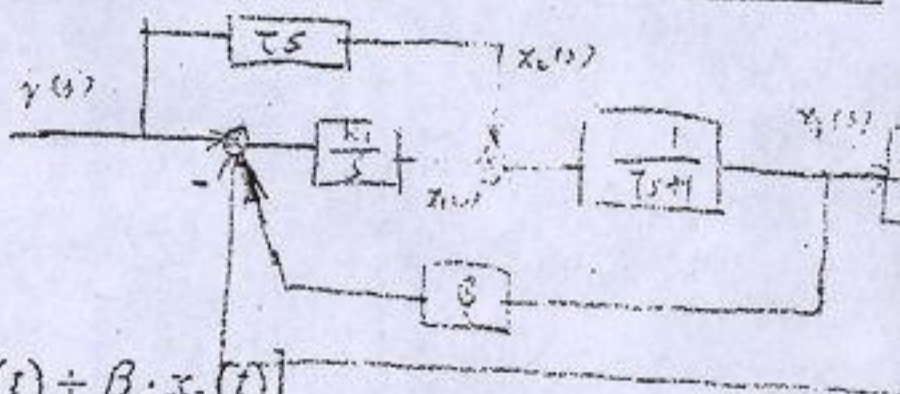
说明: 所有答案一律写在答题纸上

第 1 页 共 3 页

1. (本题 25 分)

已知描述系统的微分方程组为:

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



式中  $r(t)$  为输入,  $c(t)$  为输出,  $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$  为中间变量,  $\tau$ 、 $\beta$ 、 $k_1$ 、 $k_2$  是常数。试画出系统结构图, 并由结构图求闭环传递函数  $\phi(s) = C(s)/R(s)$ 。

$$\phi(s) = \frac{k_2 \tau s^2 + k_1 k_2}{T s^3 + s^2 - k_1 \beta s + k_1 k_2}$$

2. (本题 30 分)

已知某单位反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{K_0}{s(s+3)^2}$ 。

$\sigma = \pm j$

$\sigma_0 = -2$

$\alpha = -1$

$\omega = 3$

$\omega_0 = 3.4$

(1). 绘制当  $K_0 = 0 \rightarrow \infty$  变化时系统根轨迹 (求出渐近线, 分离点, 与虚轴交点);

(2) 确定开环增益  $K$  的取值范围, 使系统同时满足以下条件:

- { 全部闭环极点均位于  $s$  平面中  $s = -0.5$  左侧的区域内;  $3.115 < k_0 < 6.55$
- { 阻尼比 (对应闭环复极点)  $\xi \geq 0.707$ 。

$0.34 < k < 0.728$

(3) 确定在单位斜坡输入下系统稳态误差的最小值。

$$\min e_{ss} = \frac{1}{k_0} = \frac{1}{3.4} = \frac{1}{6}$$

西北工业大学  
2005 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 自动控制原理 (B 卷)

试题编号: 427

说明: 所有答题一律写在答题纸上

第 2 页 共 3 页

3. (本题 20 分)

系统结构图如图 1 所示。当  $\tau = 0$  时, 系统的谐振频率  $\omega_r = 7.07$ , 谐振峰值  $M_r = 1.1547$ 。

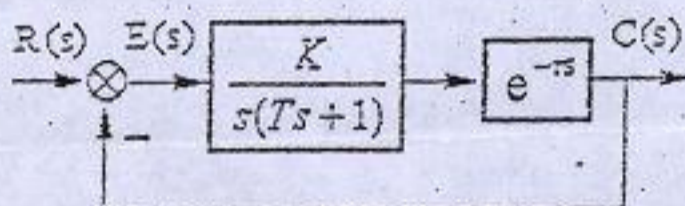


图 1 系统结构图

$\xi = \frac{1}{2}$   
 $\omega_n = 10$

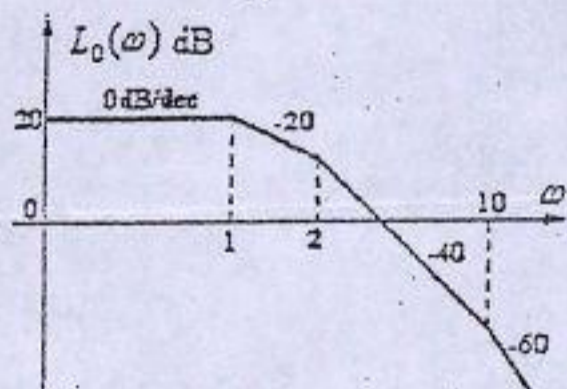
- (1) 计算  $\tau = 0$  时系统的动态性能指标 (超调量  $\sigma\%$ , 调节时间  $t_s$ ):  $t_s = 0.7$  s,  $\sigma\% = 16.3\%$
- (2) 试确定上述条件下的系统参数  $K, T$ :  $K = 10, T = 0.1$
- (3) 当  $K = 10, T = 0.1$  时, 确定使系统稳定的  $\tau$  值范围 ( $\tau > 0$ )。

注: 振荡环节的谐振频率  $\omega_r = \omega_n \sqrt{1 - 2\xi^2}$ , 谐振峰值  $M_r = \frac{1}{2\xi \sqrt{1 - \xi^2}}$

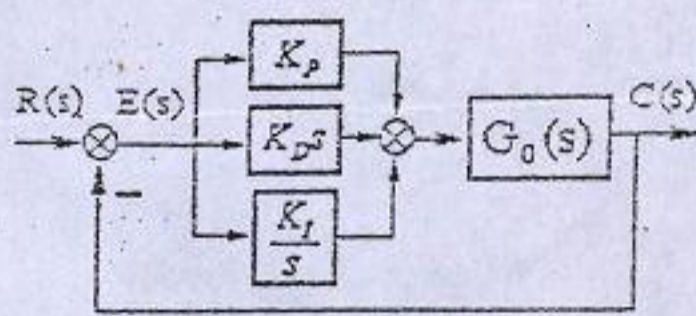
$G(s) = \frac{10}{s(\frac{s}{10} + 1)}$   
 $\omega_c = 10$

4. (本题 25 分)

某单位反馈系统, 校正前系统的开环对数幅频特性  $L_0(\omega)$  如图 2(a) 所示, 欲采用 PID 校正 [见图 2(b)] 使系统成为典型欠阻尼二阶系统, 动态性能指标设定为:  $\sigma\% = 16.3\%$ ,  $t_s = 0.7$  秒。



(a)



(b)

图 2 校正前系统的对数幅频特性及系统结构图

- (1) 计算校正前系统的截止频率  $\omega_{c0}$  和相角裕度  $\gamma_0$ :  $G_0(s) = \frac{10}{(s+1)(\frac{s}{2}+1)(\frac{s}{10}+1)}$
- (2) 确定校正装置中的参数  $K_p, K_D, K_I$ 。

$\omega_{c0} = 4.472$

$\gamma_0 = 12.606$

西北工业大学  
2005 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 自动控制原理 (8 卷)

试题编号: 427

说明: 所有答题一律写在答题纸上

第 3 页 共 3 页

5. (本题 25 分)

离散系统结构图如图 3 所示, 采样周期  $T = 0.2$  秒。

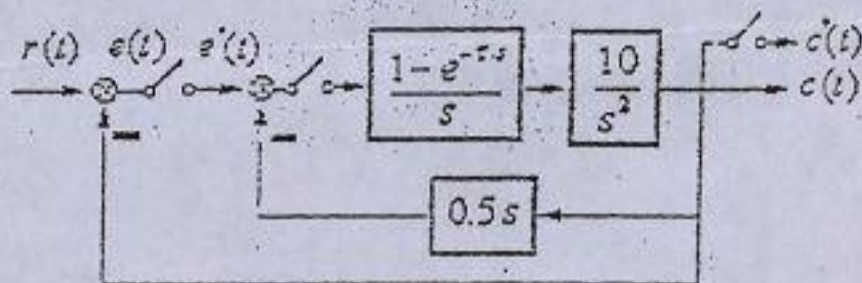


图 3 采样系统结构图

(1) 判断系统的稳定性:

$$G(z) = \frac{0.2(z+1)}{z^2 - z}$$

系统稳定

(2) 当  $r(t) = t$  时, 求系统的稳态误差  $e^*(\infty)$ 。

$$e^*(\infty) = \frac{1}{2}$$

注:  $z$  变换表

$$Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z - e^{-aT}}, \quad Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}, \quad Z\left[\frac{1}{s^2}\right] = \frac{Tz}{(z-1)^2}, \quad Z\left[\frac{1}{s^3}\right] = \frac{T^2 z(z+1)}{2(z-1)^3}$$

6. (本题 25 分)

非线性系统结构图如图 4 所示, 非线性环节的描述函数为  $N(A) = \frac{3}{4}A^2$  ( $A > 0$ )。

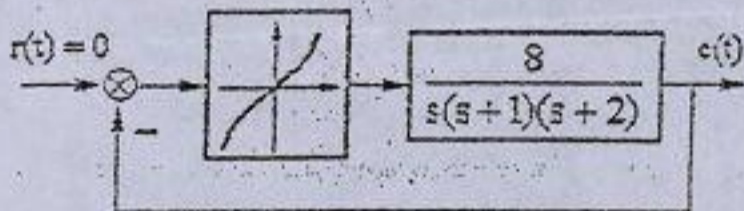


图 4 非线性系统结构图

试分析系统的稳定性, 指出系统受扰后的运动状态。若系统存在自振, 请确定自振参数 ( $A, \omega$ ); 若系统可以稳定, 请确定能使系统稳定的初始扰动幅度  $A$  的范围。

该系统没有自振上。

$A < 1$

当  $A < 1$  时, 系统将最终收敛

当  $A > 1$  时, 系统发散

$A = 1$  时, 系统处于临界稳定

$$N(A)G(j\omega) = -1 \Rightarrow \begin{cases} \omega = \pi \\ A = 1 \end{cases}$$

