

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 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  $\Phi(s) = C(s)/R(s)$ 。

2. (本题 30 分)

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

- (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：  
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{全部闭环极点均位于 } s \text{ 平面中 } s = -0.5 \text{ 左侧的区域内；} \\ \text{阻尼比 (对应闭环复极点) } \xi \geq 0.707。 \end{array} \right.$
- (3) 确定在单位斜坡输入下系统稳态误差的最小值。

# 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  $M_r = 1.1547$ 。

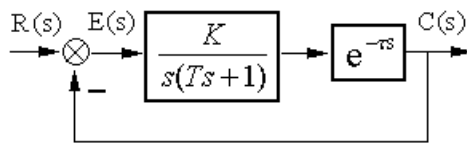


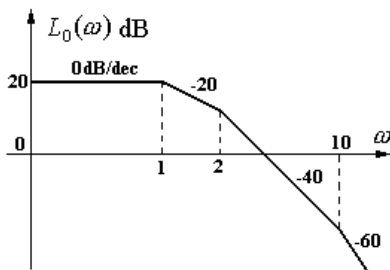
图 1 系统结构图

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

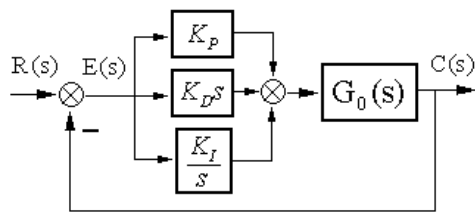
注：振荡环节的谐振频率  $\omega_r = \omega_n \sqrt{1 - 2\xi^2}$ ，谐振峰值  $M_r = \frac{1}{2\xi\sqrt{1 - \xi^2}}$

### 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  $\gamma_0$ ；
- (2) 确定校正装置中的参数  $K_p$ ， $K_D$ ， $K_I$ 。

# 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 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。

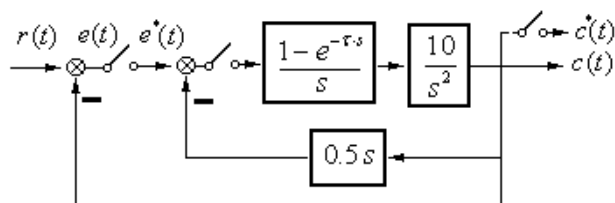


图3 采样系统结构图

- (1) 判断系统的稳定性；
- (2) 当  $r(t) = t$  时，求系统的稳态误差  $e^*(\infty)$ 。

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  $N(A) = \frac{3}{4}A^2$  ( $A > 0$ )。

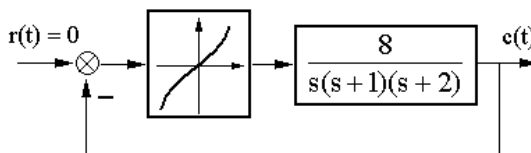


图 4 非线性系统结构图

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。