

# 西北工业大学

## 2009 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：自动控制原理 (B 卷)  
 说明：所有答题一律写在答题纸上

试题编号：821  
 第 1 页 共 3 页

### 一、 (本题满分 25 分)

系统结构图如图 1 所示，已知系统的超调量  $\sigma\% = 16.3\%$ ，调节时间  $t_s = 3.5\text{ s}$ 。

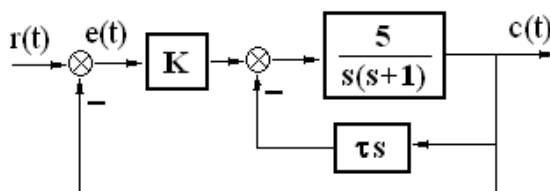


图 1 系统结构图

- (1) 根据已知的  $\sigma\%$  和  $t_s$  确定参数  $K$ 、 $\tau$  及峰值时间  $t_p$ ；
- (2) 求系统的闭环传递函数  $\Phi(s)$ ；
- (3)  $r(t) = 2t$  时，计算系统的稳态误差  $e_{ss}$ 。

### 二、 (本题满分 25 分)

系统结构图如图 2 所示，

其中 PID 控制器的参数设计为：

$$K_p = 1, K_D = 0.1, K_I = 5$$

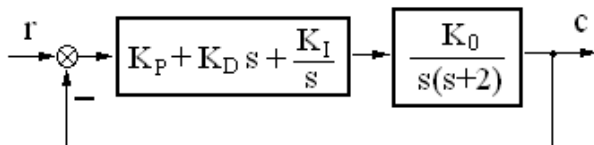


图 2 控制系统结构图

- (1) 试绘制  $K_0 = 0 \rightarrow \infty$  变化时的根轨迹 (计算出射角、入射角、与虚轴交点)；
- (2) 确定使系统稳定的开环增益  $K$  的取值范围。

西北工业大学  
2009 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：自动控制原理 (B 卷)  
说明：所有答题一律写在答题纸上

试题编号：821  
第 2 页 共 3 页

三、 (本题满分 25 分)

某具有主导极点的单位反馈系统开环传递函数为  $G_0(s) = \frac{K}{s(s^2 + as + b)}$ ，其中  $a = 22$ ，实

验测得系统的闭环幅频特性如图 3 所示，其中  $M_r = 1.1547$ ， $\omega_r = 2 \text{ rad/s}$ ，试求：

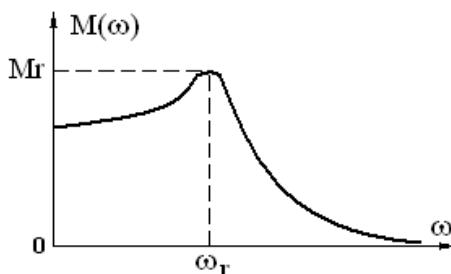


图 3 闭环幅频特性

- (1) 系统的闭环传递函数  $\Phi(s)$ ；
- (2) 系统的超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $t_s$ 。

注：典型二阶系统的谐振峰值  $M_r = 1/(2\xi\sqrt{1-\xi^2})$ ，谐振频率  $\omega_r = \omega_n\sqrt{1-2\xi^2}$ 。

四、 (本题满分 25 分)

某典型二阶系统，截止频率  $\omega_{c0} = 1$ ，相角裕度  $\gamma_0 = 45^\circ$ 。希望通过串联校正后成为超调量  $\sigma\% = 4.3\%$ 、调节时间  $t_s = 0.7 \text{ s}$  的典型二阶系统。

- (1) 试确定满足条件的校正装置传递函数  $G_c(s)$ ，绘制其对数幅频特性曲线 (示意图即可)，指出所采用的校正方式 (超前 / 迟后 / 迟后-超前)；
- (2) 依照三频段理论简要说明校正对系统性能产生的影响。

# 西北工业大学

## 2009 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：自动控制原理 (B 卷)  
 说明：所有答题一律写在答题纸上

试题编号：821  
 第 3 页 共 3 页

### 五、(本题满分 25 分)

采样系统结构图如图 4 所示，采样周期  $T = 0.2 \text{ s}$ 。

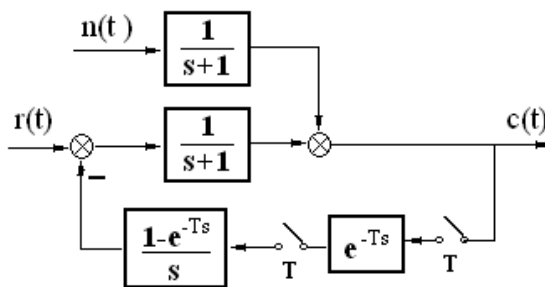


图 4 采样系统结构图

- (1) 当  $r(t) = 0$ ,  $n(t) = 1(t)$  时，求系统输出的  $z$  变换表达式  $C(z)$ ；
- (2) 求上述条件下系统响应的初值  $c^*(0)$  和终值  $c^*(\infty)$ 。

注：有关的  $z$  变换公式： $Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}$ ,  $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$ 。

### 六、(本题满分 25 分)

非线性系统结构图如图 5 所示。

- (1) 试用描述函数法分析系统的稳定性，确定系统是否存在自振；
- (2) 若存在自振时，确定自振的幅值  $A$  和频率  $\omega$ 。

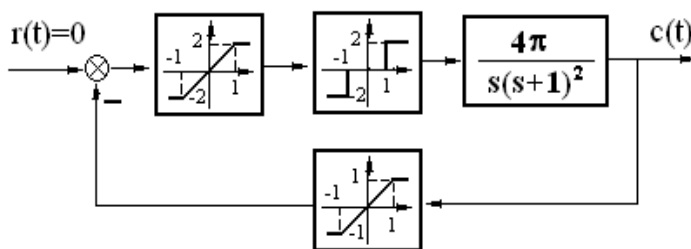


图 5 非线性系统结构图

注：饱和特性的描述函数为：
$$N(A) = \frac{2K}{\pi} \left[ \arcsin \frac{a}{A} + \frac{a}{A} \sqrt{1 - \left(\frac{a}{A}\right)^2} \right] \quad (A \geq a),$$

死区继电器特性的描述函数为：
$$N(A) = \frac{4M}{\pi A} \sqrt{1 - \left(\frac{h}{A}\right)^2} \quad (A \geq h).$$