

西北工业大学
2006 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：自动控制原理 (A)

试题编号：427

说明：所有试题一律写在答题纸上

第 1 页 共 3 页

1. (本题 25 分)

弹簧-质块-阻尼器系统如图 1(a)所示，当施加 1 牛顿的阶跃外力 $x(t)$ 后，质块位移 $y(t)$ 的响应过程如图 1(b)所示。求系统的传递函数，并确定系统参数（弹簧的弹性系数 k ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$)，质块质量 m (kg) 和阻尼器的阻尼系数 f ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)）。

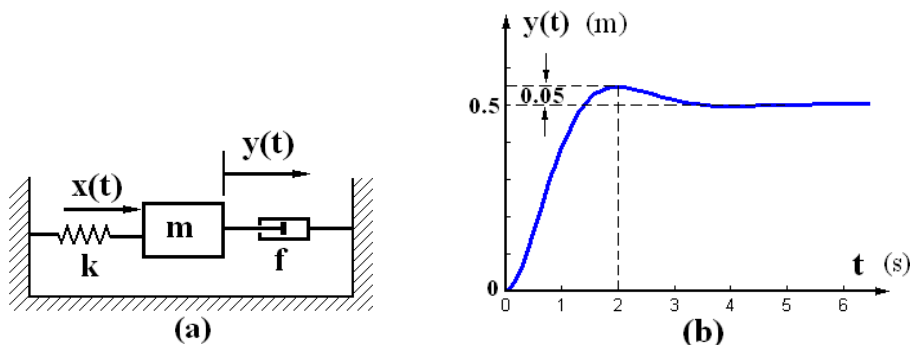


图 1 弹簧-质块-阻尼器系统及其阶跃响应

2. (本题 25 分)

某单位反馈的三阶系统（无开环零点）；当开环增益 $K \in (0, 5)$ 时系统稳定，此时在 $r(t) = 1(t)$ 作用下系统无稳态误差；当 $K = 5$ 时，系统单位阶跃响应呈现频率 $\omega = \sqrt{6}$ 的等幅振荡。

- (1) 由上述条件确定系统的传递函数；
- (2) 确定当系统主导极点位于 $\beta = 60^\circ$ 线 ($\xi = 0.5$) 时，全部 3 个极点的位置，并由主导极点估算系统的动态性能指标 ($\sigma\%$, t_s)；
- (3) 相应确定系统的截止频率 ω_c 和相角裕度 γ 。

西北工业大学

2006 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：自动控制原理 (A)

试题编号：427

说明：所有试题一律写在答题纸上

第 2 页 共 3 页

3. (本题 25 分)

系统结构图如图 2 所示。

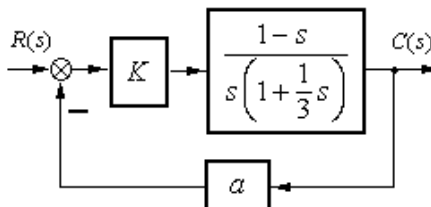


图2 系统结构图

(1) 分别画出常数 $a > 0$ 、 $a < 0$

两种情况下， $K = 0 \rightarrow \infty$ 变化时系统

的根轨迹（求分离点，与虚轴交点）；

(2) 在保证系统单位阶跃响应稳态值 $h(\infty) = 2$ 的条件下，确定使系统稳定

且为欠阻尼状态的 a 值及 K 的取值范围。

4. (本题 25 分)

已知单位反馈的典型二阶系统，在 $r(t) = \sin 2t$ 作用下的稳态输出响应为

$$c_s(t) = 2\sin(2t - 90^\circ)$$

欲采用串联校正，使校正后系统仍为典型二阶系统，并且同时满足条件：

$$\begin{cases} r(t) = t \text{ 作用时，系统的稳态误差 } e_{ss} = 0.25； \\ \text{超调量 } \sigma\% = 16.3\% \end{cases}$$

(1) 试确定校正前系统的开环传递函数 $G_0(s)$ ；

(2) 确定校正后系统的开环传递函数 $G(s)$ ，求校正后系统的截止频率 ω_c 和相角裕度 γ ；

(3) 确定校正装置的传递函数 $G_c(s)$ 。

西北工业大学

2006 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：自动控制原理 (A)

试题编号：427

说明：所有试题一律写在答题纸上

第 3 页 共 3 页

5. (本题 25 分)

已知离散系统结构图如图 3 所示， T 为采样周期。

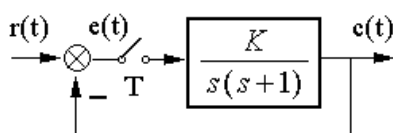


图 3 采样系统结构图

- (1) 要求系统在 $r(t) = t$ 作用下的稳态误差 $e_{ss} = 0.1T$ ，试确定相应的开环增益 K ；
- (2) 当 $K = 10$ 时，确定使系统稳定的采样周期 T 的取值范围。

注：z 变换表
$$Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}, \quad Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$$

6. (本题 25 分)

某非线性系统结构图如图 4 所示 ($M=1$)，试用描述函数法分析系统周期运动的稳定性；若存在自振，确定系统输出信号 $c(t)$ 振荡的振幅和频率。

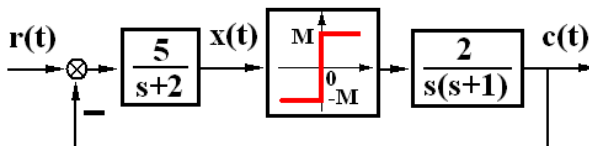


图 4 非线性系统结构图

[注：非线性环节的描述函数为 $N(A) = \frac{4M}{\pi A}$]