

浙 江 大 学

二〇〇四年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目 控制理论

编号 436

注意：答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上均无效。

1. (20%) 一机械系统如图 1 所示。图中力 F 为输入量，位移 y_1 、 y_2 为输出量， m 是质量， f 是粘滞阻尼系统， k 是弹簧的弹性系统。

(1) 写出系统的运动微分方程；(2) 求系统的传递函数 $Y_1(s)/F(s)$ 、 $Y_2(s)/F(s)$ 。

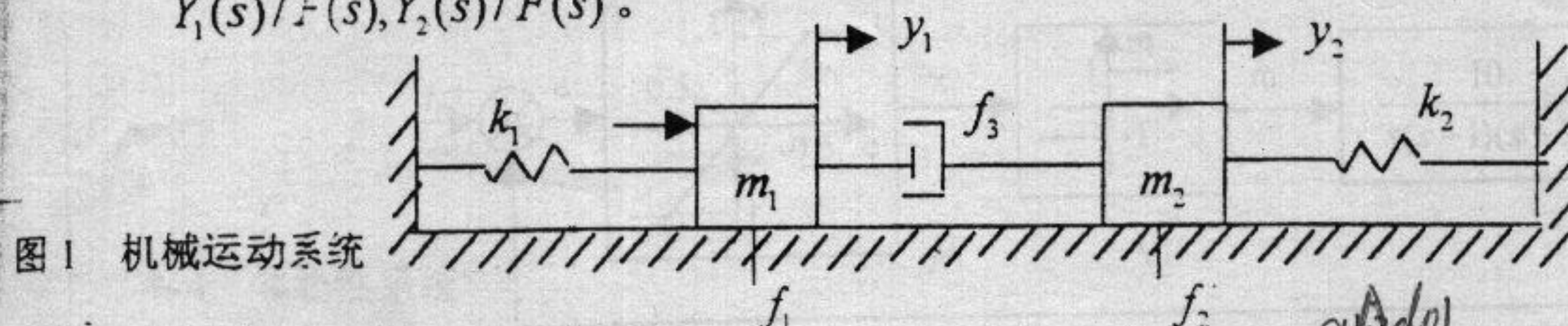


图 1 机械运动系统

2. (15%) 系统的方框图如图 2 所示。试求：

(1) 当 $\alpha=0$ 时，系统的 ξ 及 ω_n 之值；(2) 如要求 $\xi=0.707$ ，试确定 α 值。

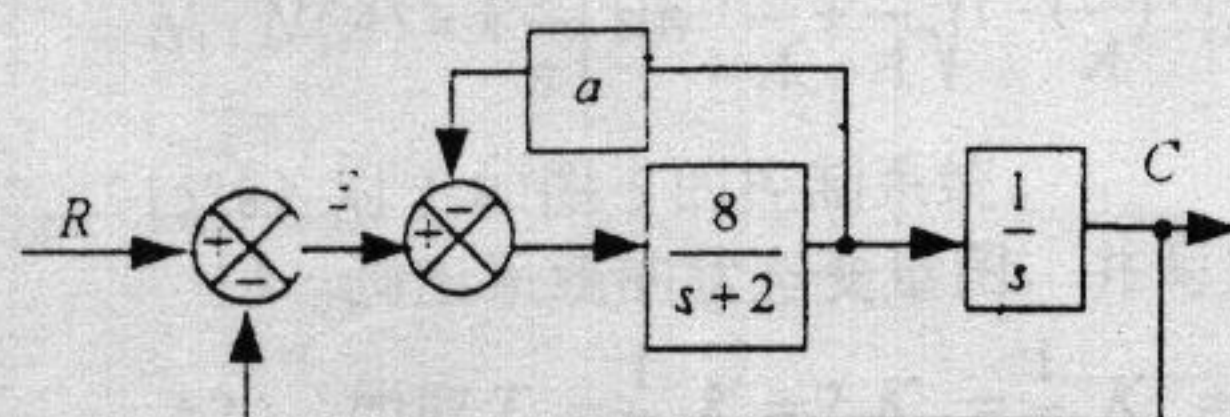


图 2

3. (15%) 设单位负反馈系统的开环传递函数为： $G(s) = \frac{K(1-s)}{s(s+2)}$

(1) 试用根轨迹法画出该系统的根轨迹，并给出关键点的值；

(2) 求出系统临界稳定时的 K 值。

4. (15%) 单位负反馈系统的开环传递函数为： $G(s) = \frac{10}{0.5s+1}$

输入信号 $r(t) = t$ 时，稳态误差 $e_{ss}(\infty) \leq 0.004$ ，超调量 $\sigma_p \leq 25\%$ ，调节时间 $t_s \leq 0.2$ 秒。

(1) 试用频率法设计串联校正系统。

(2) 画出校正前后的 Bode 图，并比较相位裕量及幅值裕量的变化。

注：高阶系统动态指标转换经验公式： $M_r = \frac{1}{\sin \gamma} (1.1 < M_r < 1.8)$

$$\sigma_p = 0.16 + 0.4(M_r - 1)$$

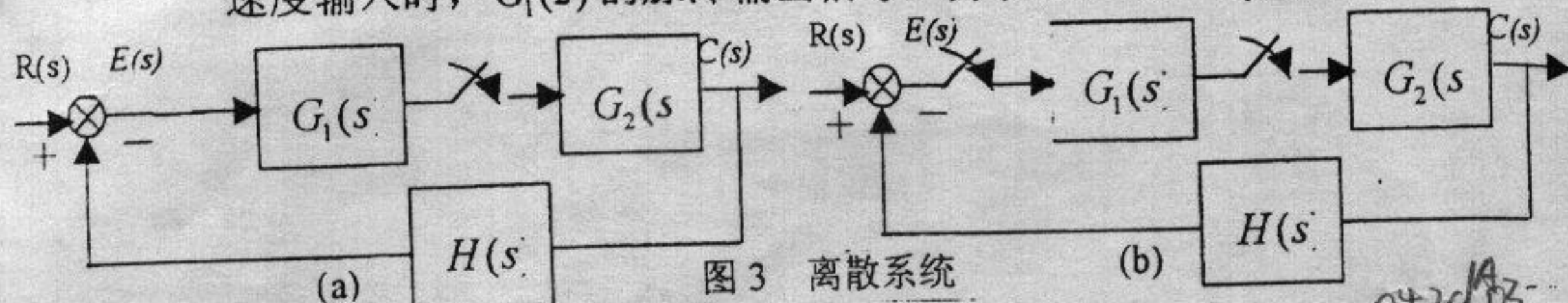
$$t_s = \frac{\pi}{\omega_c} [2 + 1.5(M_r - 1) + 2.5(M_r - 1)^2]$$

5. (15%) 离散系统如图 3 中 (a)、(b) 所示。

(1) 求出相应的输出量的 Z 变换（列写推导过程）；

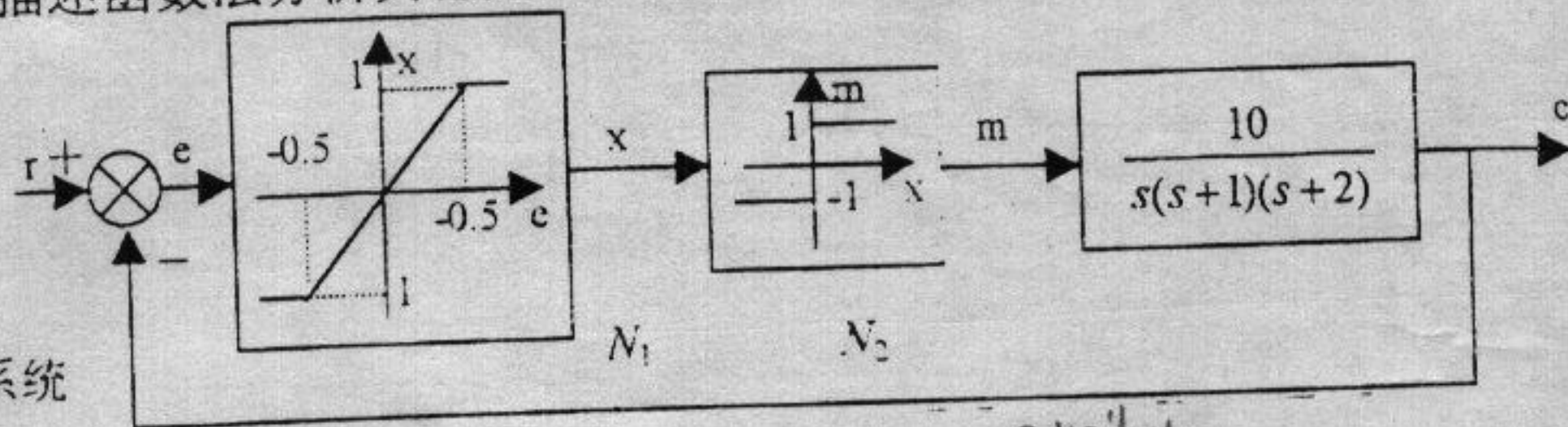
(2) 在图 3(b) 中，若 $G_1(z) = \frac{3.826(1-0.5866z^{-1})(1-0.368z^{-1})}{(1-z^{-1})(1+0.592z^{-1})}$ ，

$$G_2(s) = \frac{(1-e^{-Ts})}{s} \frac{10}{s(0.1s+1)}, H(s)=1, \text{ 采样周期 } T=0.1s, \text{ 那么在单位速度输入时, } G_1(z) \text{ 的脉冲输出信号, 并说明控制器 } G_1(z) \text{ 的作用。}$$



6. (20%) 已知非线性系统的结构框图 4 所示。

- (1) 求非线性环节的等效输入、输出特性及其描述函数;
- (2) 试用描述函数法分析其稳定性。若存在自振荡, 则求其频率和幅值。



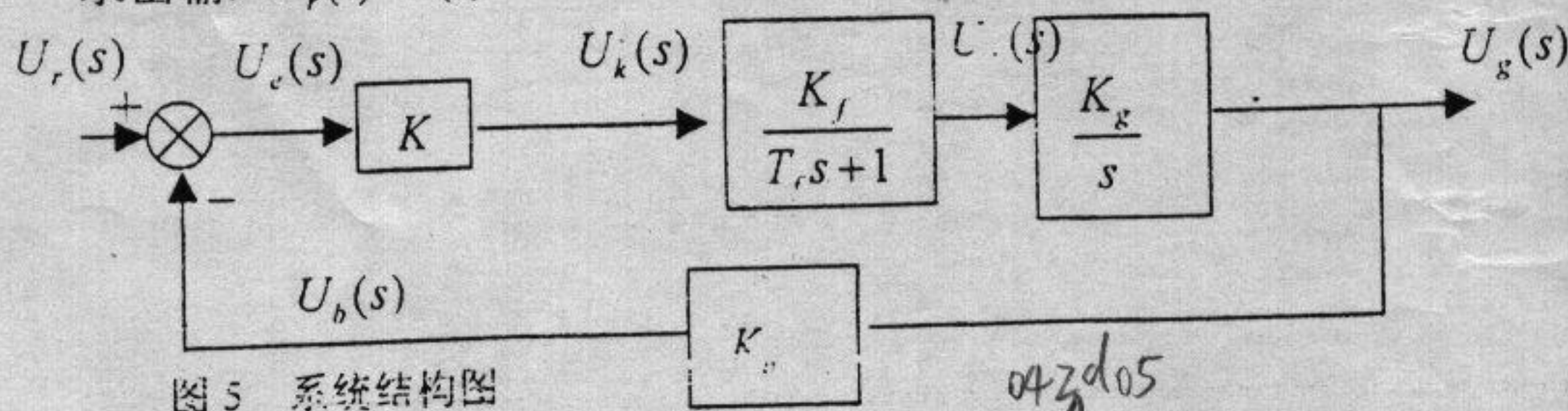
图中非线性环节的描述函数分别为:

$$N_1: N(A) = k \frac{2}{\pi} \left[\sin^{-1} \frac{a}{A} + \frac{a}{A} \sqrt{1 - \left(\frac{a}{A}\right)^2} \right], A > a$$

$$N_2: N(A) = \frac{4b}{\pi A}$$

7. (15%) 对于如图 5 的控制系统。

- (1) 画出系统的状态变量图, 并写出系统的状态空间描述;
- (2) 如取 $T_f = \frac{1}{3}, K = 2, K_f = \frac{1}{6}, K_s = 1, K_b = 2$, 并设 $u_g(t), u_f(t)$ 的初值为 0, 求出输入 $u_r(t) = 1(t)$ (单位阶跃函数) 时, 系统的状态响应及输出响应。



8. (15%) 根据 Lyapunov 稳定性理论 (第二法) 研究下述系统在原点的稳定性:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_2 + ax_1^3 \\ \dot{x}_2 = x_1 + ax_2^3 \end{cases}$$

9. (20%) 给定受控系统: $G_0(s) = \frac{10(s+1)}{s(s+1)(s+2)}$, 试研究采用状态反馈配置闭环极点为 $-2, -1 \pm j$ 的可能性。