

南京航空航天大学

二〇一〇年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 自动控制原理 (专业学位)

说 明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

一、(本题 18 分) 已知系统结构图如图 1 所示,

- (1) 若将结构图等效为图 2 形式, 试求出等效的 $G_{open}(s)$;
- (2) 试求使系统所有闭环特征根都位于 $s = -1$ 垂线之左的 K 值范围。

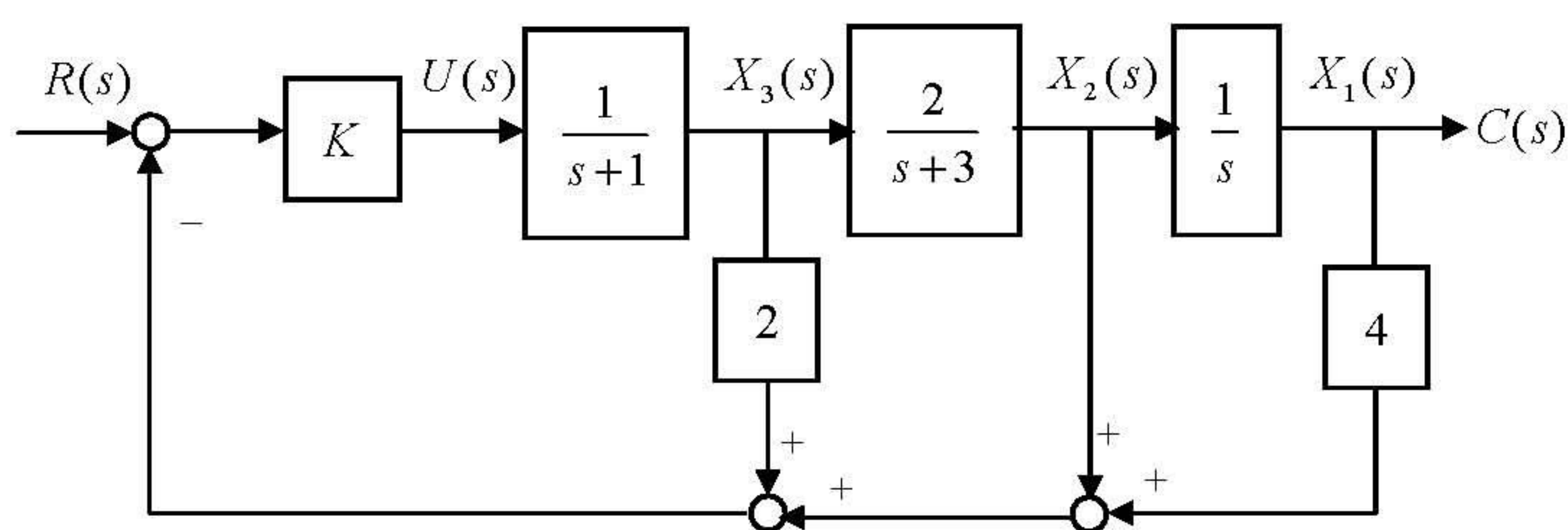


图 1

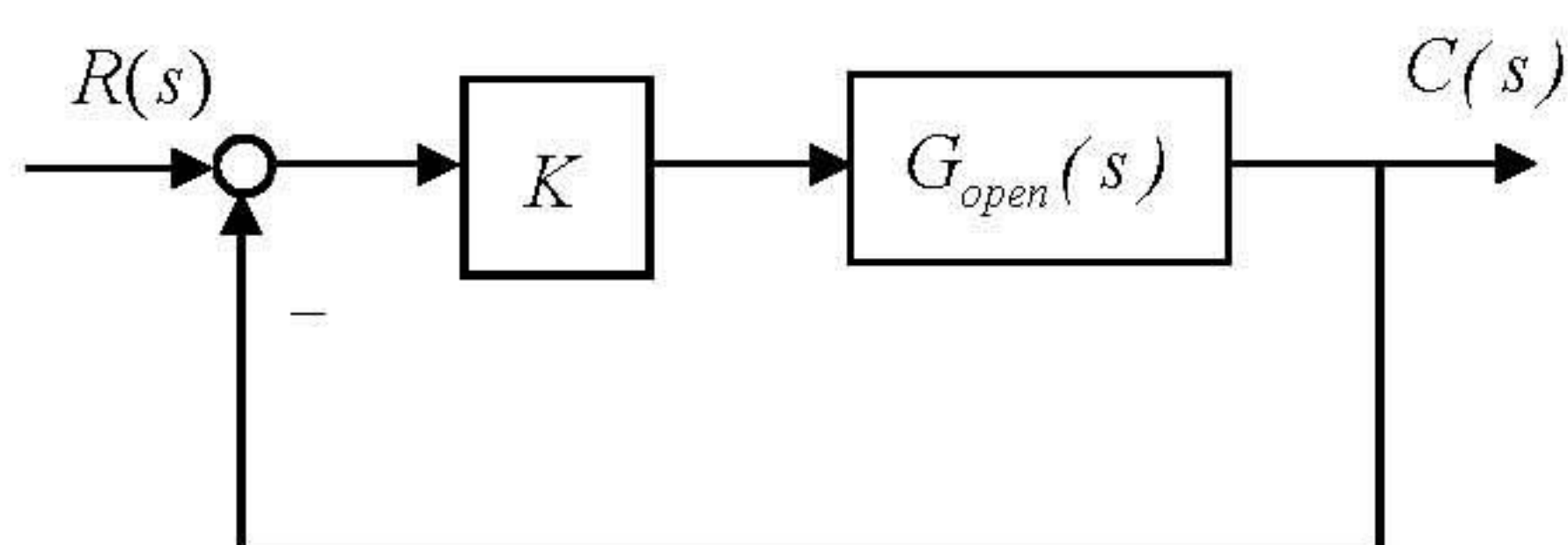


图 2

二、(本题 20 分) 已知系统开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+1)}{s(s-3)}$,

- (1) 绘制 K 从 0 变化至 ∞ 时系统闭环特征根的轨迹;
- (2) 写出闭环极点为 $s = -3$ 时的闭环传递函数, 并求出此时系统的单位阶跃响应 $h(t)$;
- (3) 求出 (2) 中单位阶跃响应的峰值时间 t_p 和超调量 $\sigma\%$;
- (4) 简述为什么闭环系统特征根均在负实轴上, 系统响应却存在超调?

三、(本题 22 分) 设某单位负反馈系统为最小相位系统, 其开环对数幅频渐近特性曲线如图 3 所示,

- (1) 求出该系统的开环传递函数 $G(s)$;
- (2) 求出该系统的相角裕度 γ ;
- (3) 如欲使其相角裕度 $\gamma \geq 30^\circ$, 如果采用串联校正, 应采用何种校正环节, 如何设计?

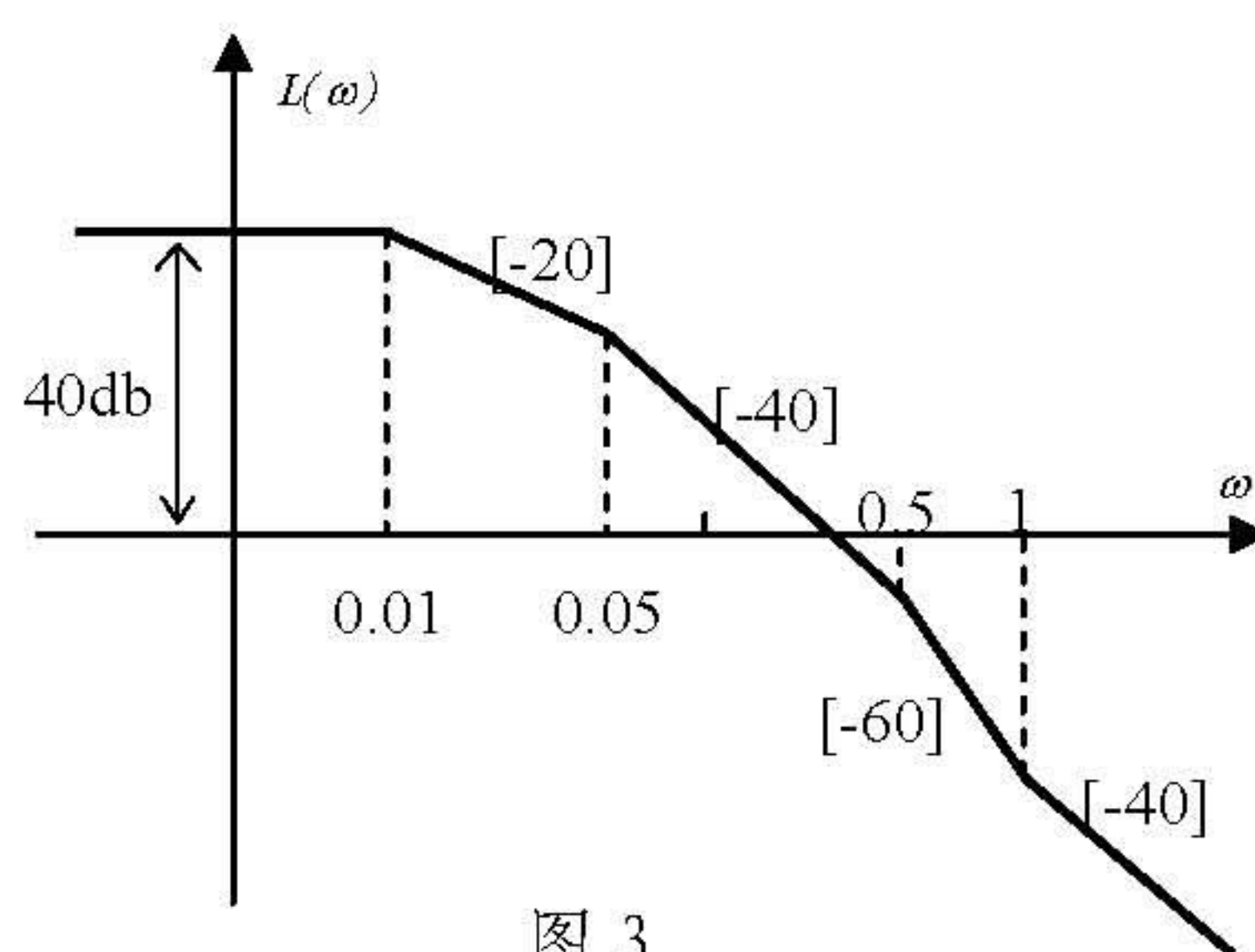


图 3

四、(本题 18 分) 若某单位反馈系统的开环传递函数为 $G_1(s)e^{-\tau s}$, 二阶环节 $G_1(j\omega)$ 曲线如图 4 示, 试求使该系统闭环稳定的 τ 值范围。

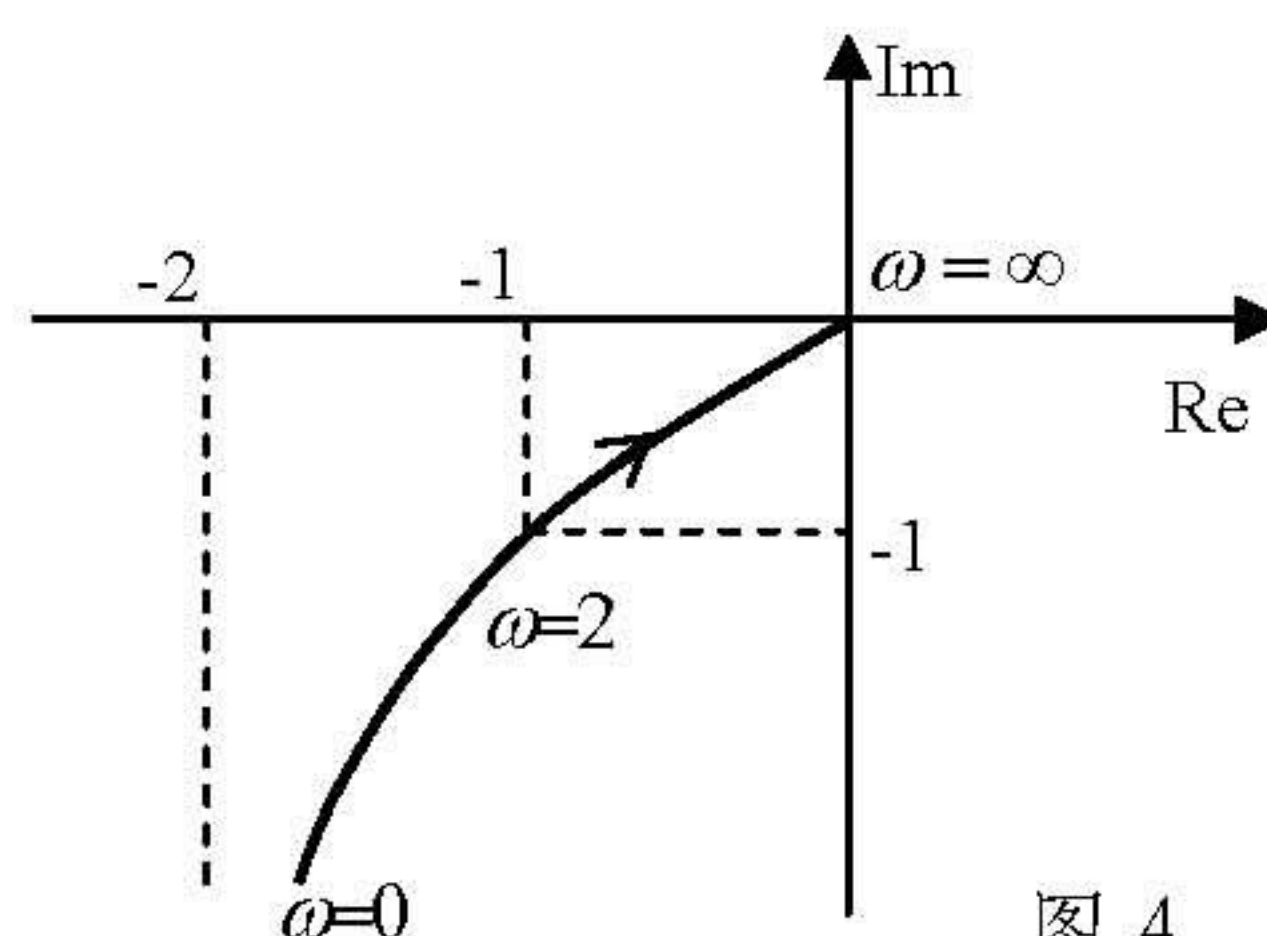


图 4

五、(本题 18 分) 已知采样系统的结构图 5 所示, 采样周期 $T=1$ 。

- (1) 试确定系统稳定的 K 值范围;
- (2) 求出 $K=2$ 时的 $c(\infty)$, 其中 $r(t)=1(t)$ 。提示: $Z[\frac{1}{s+a}] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$, $Z[\frac{1}{s}] = \frac{z}{z-1}$

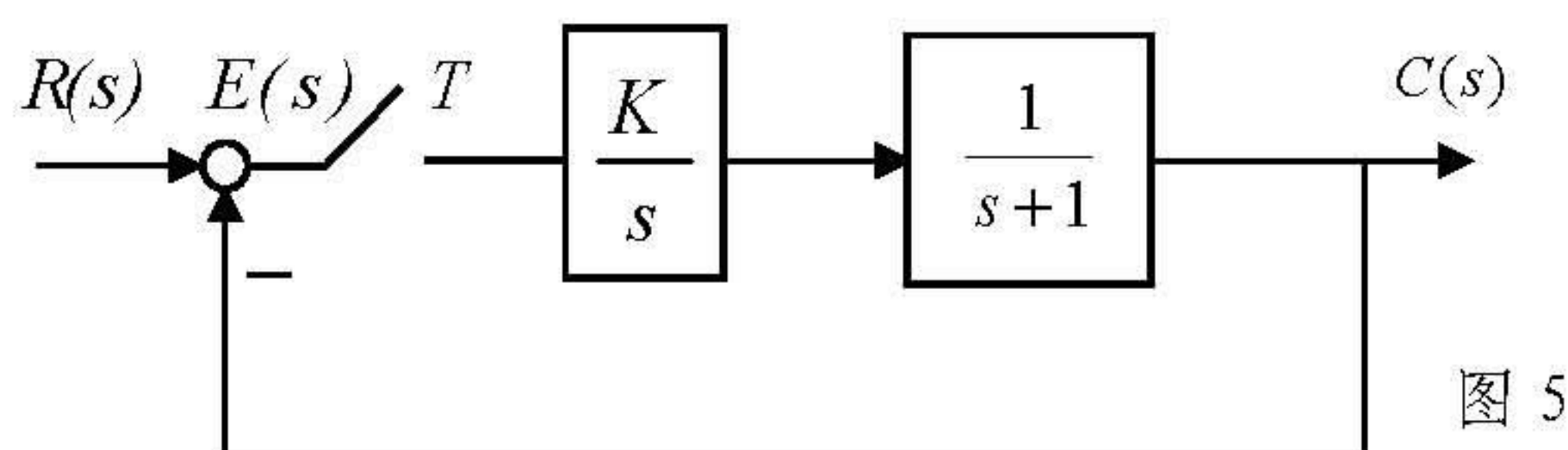


图 5

六、(本题 18 分) 已知非线性系统的结构图如图 6 所示, 图中 $N(A) = \frac{4M}{\pi A} + K$ 为非线

性元件的描述函数, 若 $M=1$, $K=0.5$,

(1) 试分析该非线性系统的稳定性, 若产生自激振荡, 则求出自振振幅 A 和自振频率 ω 以及系统输出 $c(t)$ 的表达式;

(2) 若线性环节的开环增益扩大 5 倍, 再分析该非线性系统的稳定性。

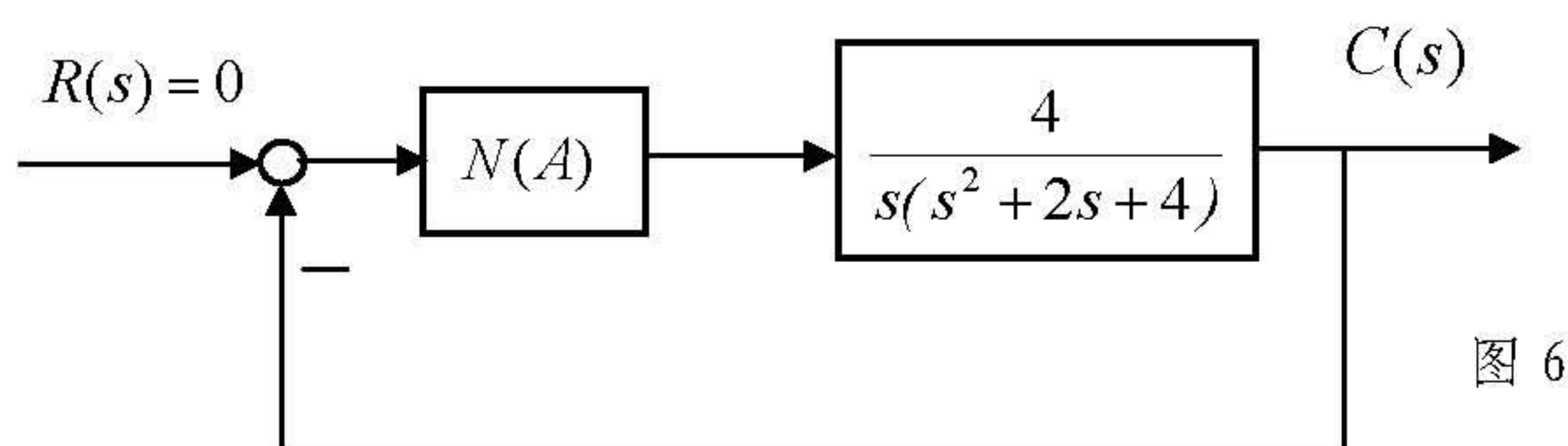


图 6

七、(本题 18 分) 已知系统结构图如图 7 所示,

(1) 将系统写成状态方程表达式;

(2) 试用李雅普诺夫稳定性理论判断系统稳定性;

(3) 在 (2) 的基础上, 设计控制律 u 使该系统渐近稳定。

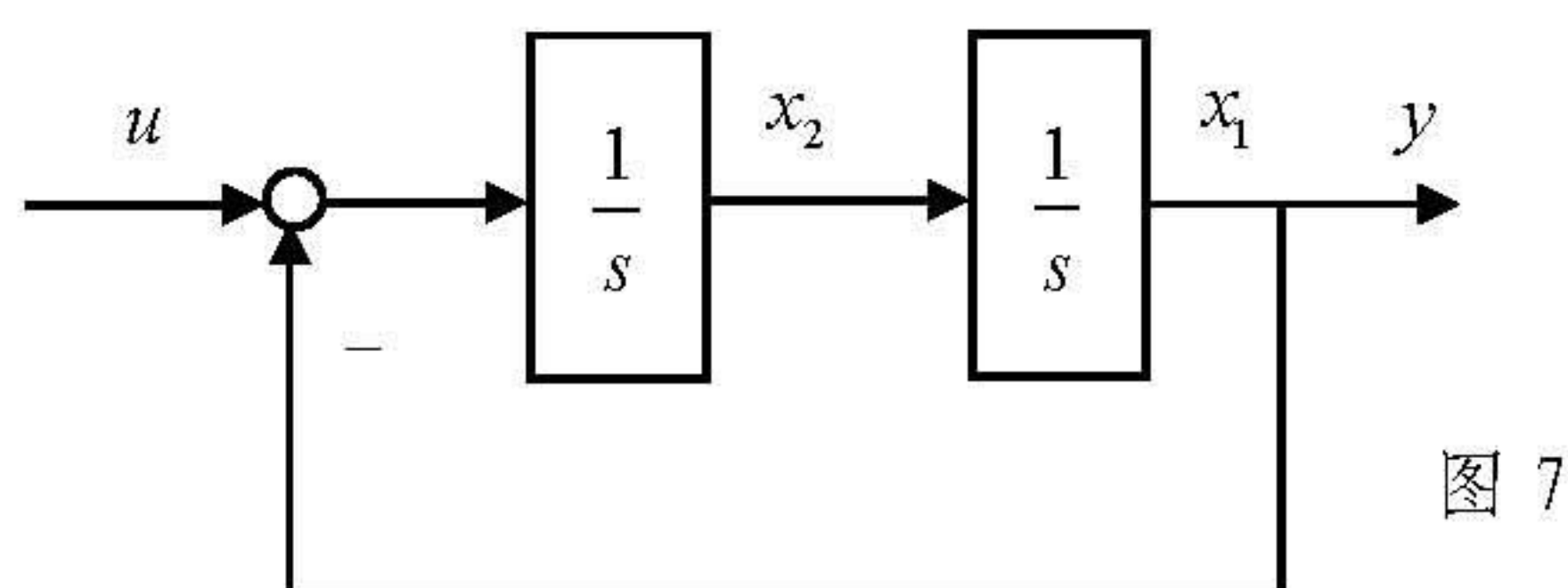


图 7

八、(本题 18 分) 已知系统的传递函数 $G(s) = \frac{1}{s(s+4)}$,

(1) 写出系统的可控标准型;

(2) 设计状态反馈控制器, 使得系统在单位阶跃输入下, 最大超调量为 $\sigma\% = 16.3\%$, 调节时间 $t_s = 2\text{sec}$ (2% 误差带)。

