

# 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

说 明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

本试卷共十大题, 每题 15 分。满分 150 分。

一、(本题 15 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。

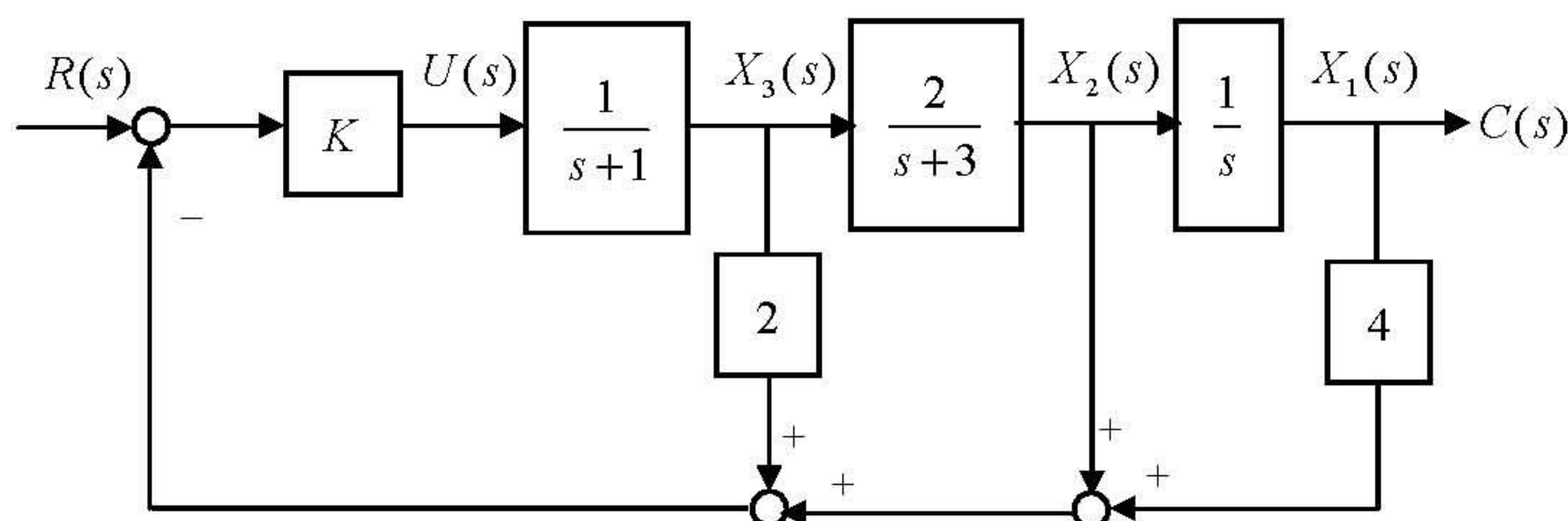


图 1

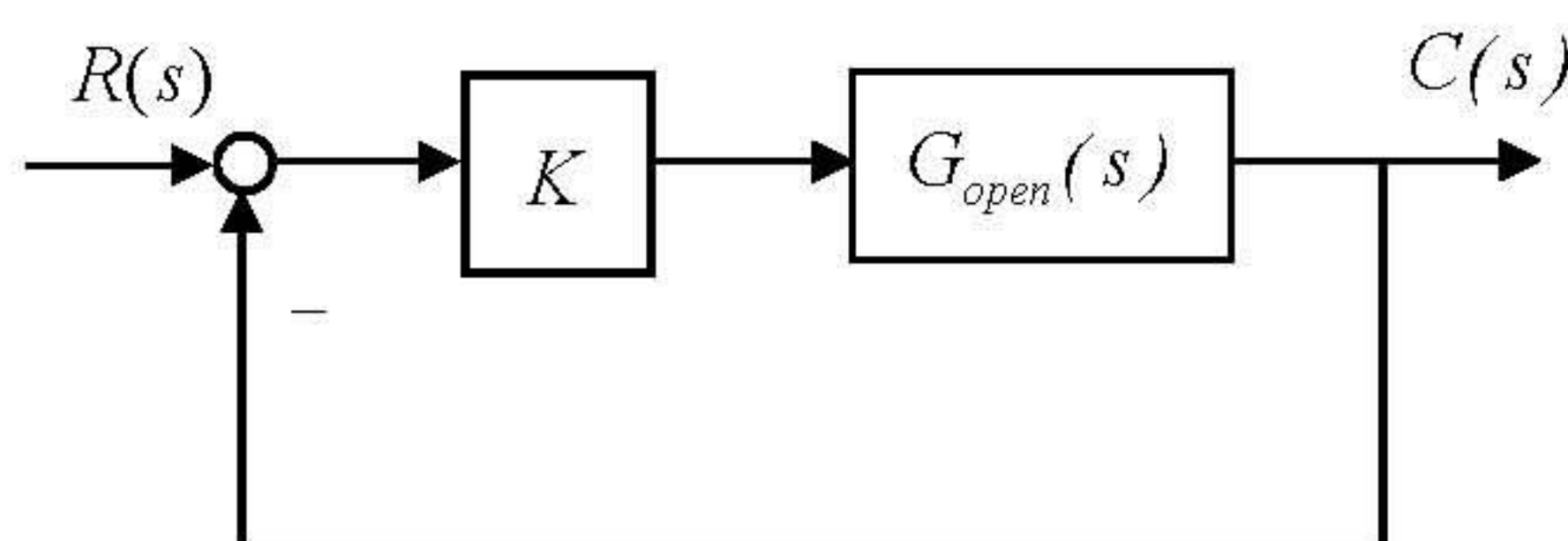


图 2

二、(本题 15 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  $\infty$  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 15 分) 已知系统结构图如图 3 所示, 其中,  $G_p(s) = \frac{1}{s(s^2 + 2s + 2)}$ ,

- (1) 若控制器  $G_c(s) = K$ , 绘制  $K$  从 0 变化至  $\infty$  时系统闭环特征根的轨迹 (要求计算共轭极点的出射角);
- (2) 若扰动信号为  $n(t) = 1(t)$ , 计算闭环系统仅在扰动作用下的稳态输出  $c_{ss}$ ;
- (3) 若  $r(t) = 0$ ,  $n(t) = 1(t)$ , 稳态输出  $c_{ss} < 0.1$ , 比例控制器是否能实现这样的性能指标? 是, 则求出比例增益  $K$ ; 否, 则概述原因。

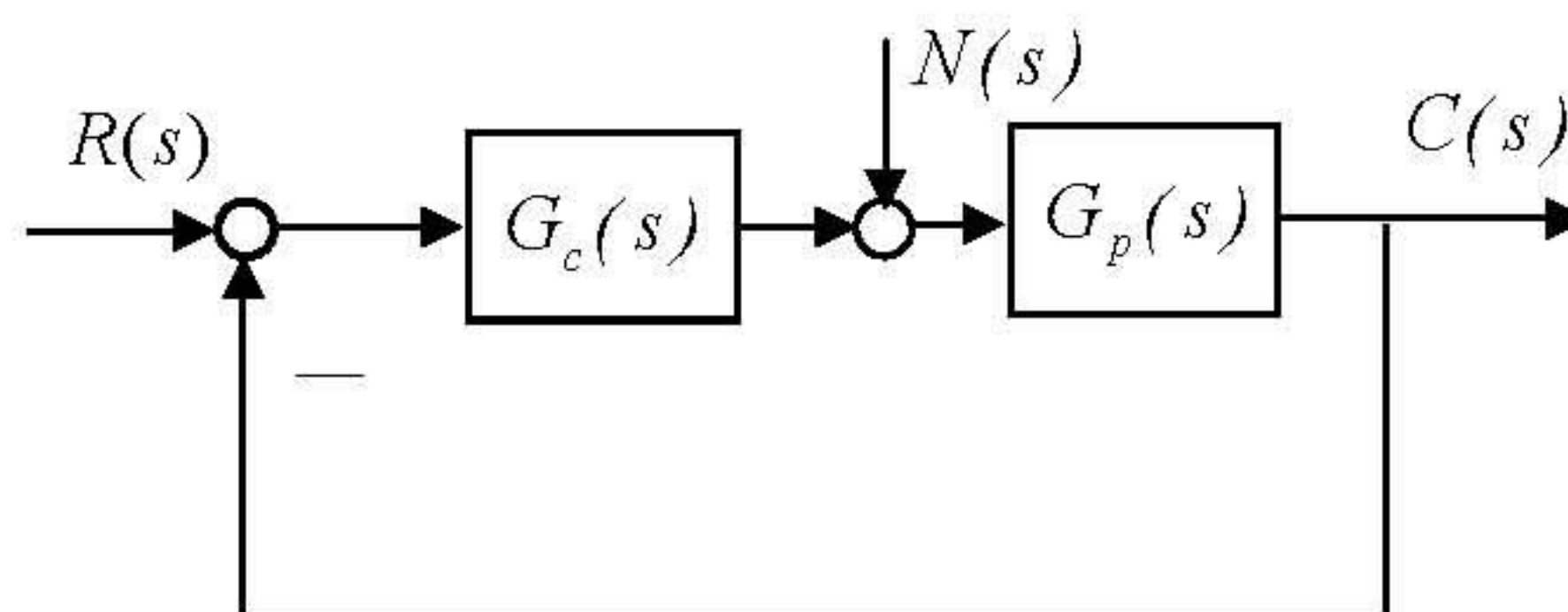


图 3

四、(本题 15 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 4 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  $\gamma$ ;
- (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?

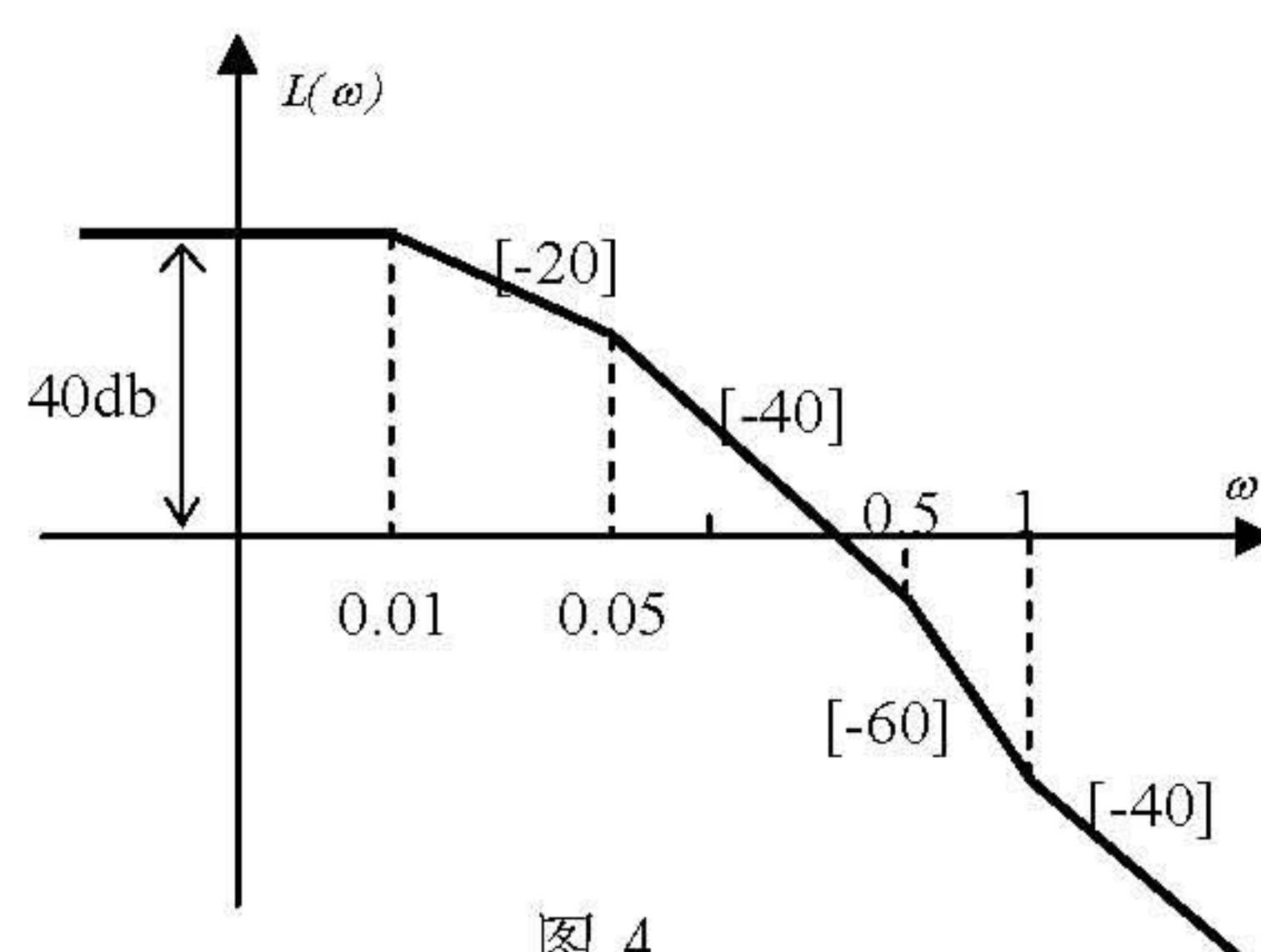


图 4

五、(本题 15 分) 假设单位负反馈系统的开环传递函数  $G(s) = \frac{K(T_2s + 1)}{s^2(T_1s + 1)}$ ,  $K > 0$ ,

试绘出  $T_1 > T_2 = 0$ ,  $T_1 > T_2 > 0$ ,  $T_1 = T_2 > 0$ ,  $T_2 > T_1 > 0$  四种情况下的开环幅相曲线, 并用奈奎斯特稳定判据判断系统在这四种情况下的闭环稳定性。



六、(本题 15 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 5 示，试求使该系统闭环稳定的  $\tau$  值范围。

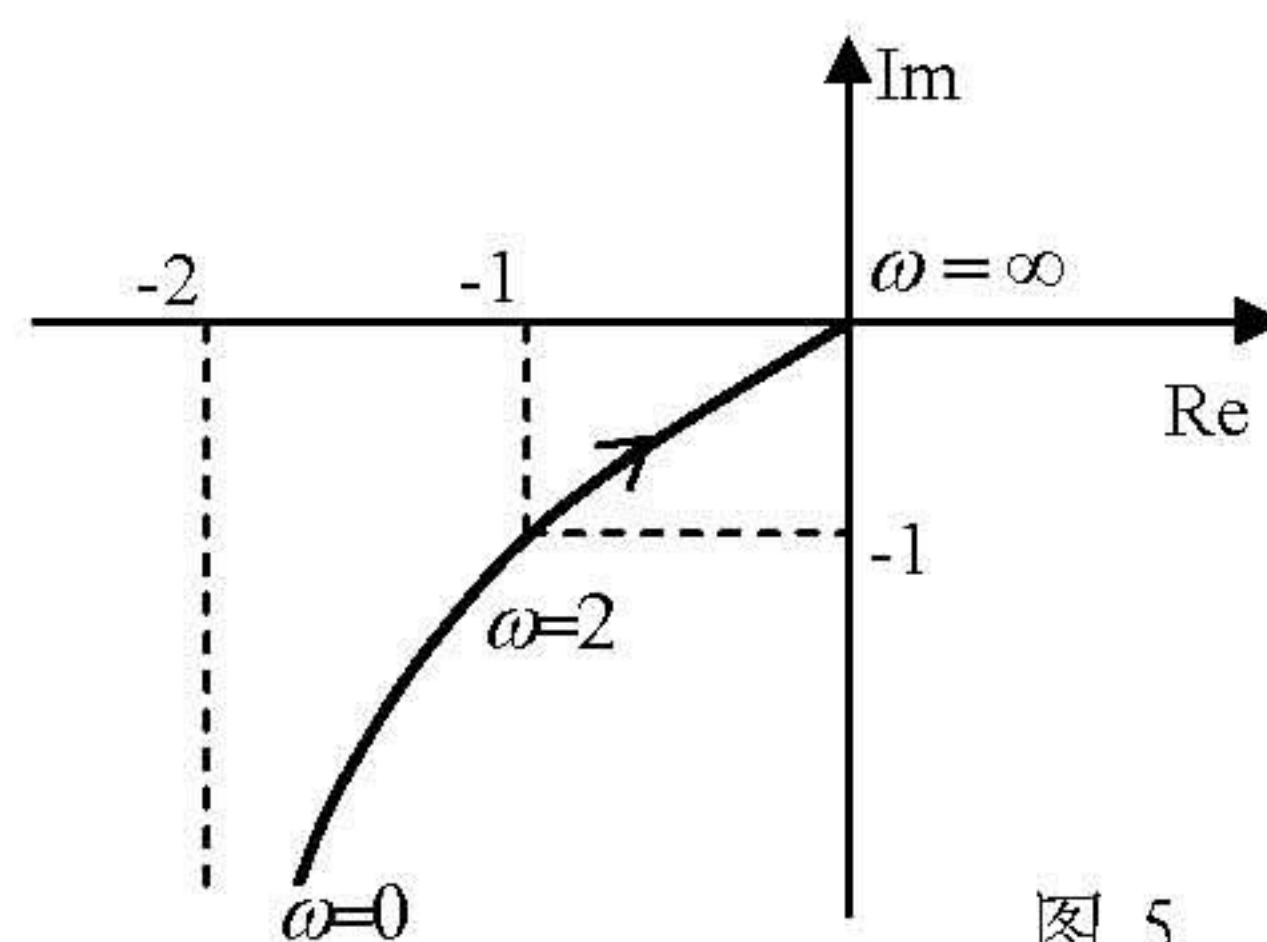


图 5

七、(本题 15 分) 已知采样系统的结构图 6 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  $r(t)=1(t)$ 。

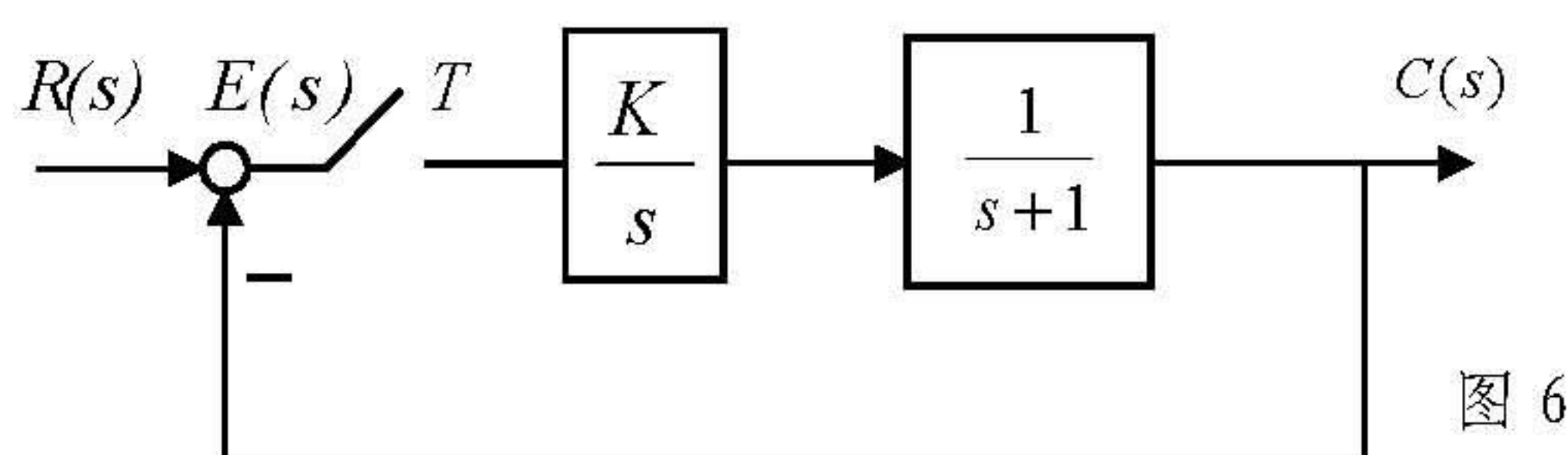


图 6

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

八、(本题 15 分) 已知非线性系统的结构图如图 7 所示，图中  $N(A) = \frac{4M}{\pi A} + K$  为非线性元件的描述函数，若  $M=1$ ， $K=0.5$ ，

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  $\omega$  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。

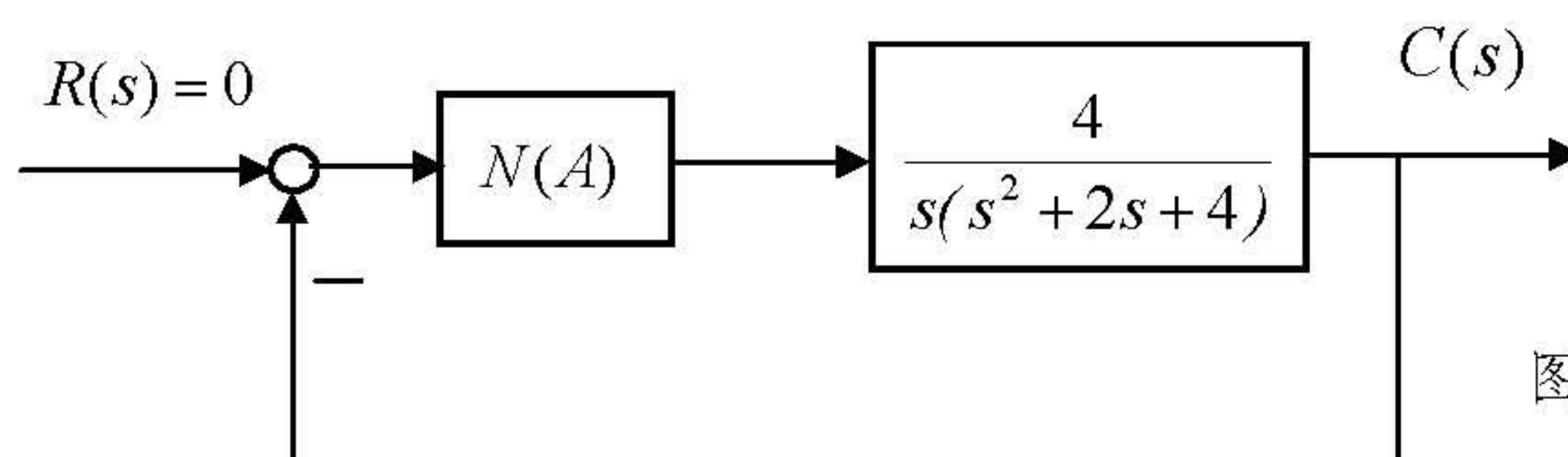


图 7



九、(本题 15 分) 已知系统结构图如图 8 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。

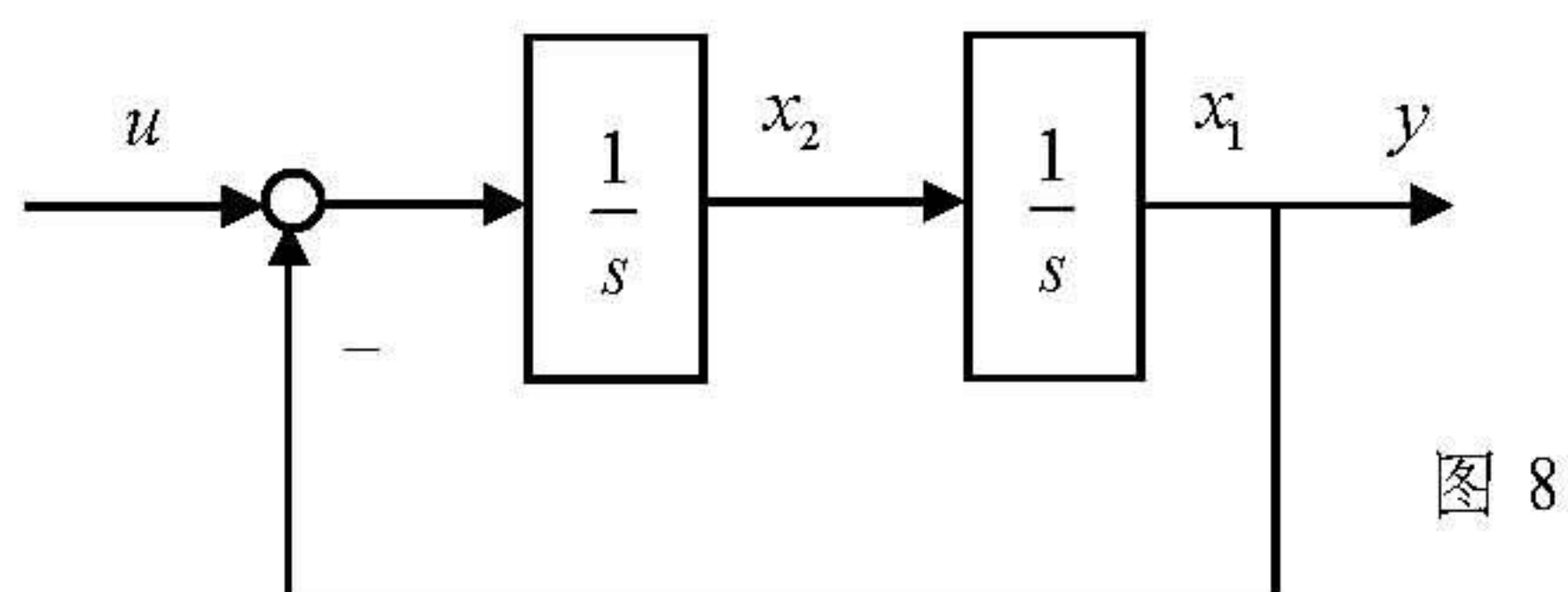


图 8

十、(本题 15 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)。