

南京航空航天大学

二 00 七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

一、(20 分) 简答题 (本题共分 4 小题, 每小题 5 分)

1. 某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{10(s+2)}{s^2(2s+1)}$, 请说出其闭环根轨迹会出现

共轭复数分离点吗? 并说明理由。

2. 对于连续控制系统, 请回答开环增益越大系统越不稳定吗? 并说明理由。

3. 某闭环无零点二阶系统出现谐振, 则该系统一定存在超调量; 反之, 某闭环无零点二阶系统出现超调量, 则该系统一定存在谐振。这个说法正确吗? 并说明理由。

4. 若某系统的闭环传递函数为 $\phi(s) = \frac{10(s+0.2)}{(s+1)(s+5)}$, 则系统的单位阶跃响应一定无超

调。这个说法正确吗? 请说明理由。

二、(16 分) 某系统结构图如图 1 所示, 试求输出 $c(s)$ 。

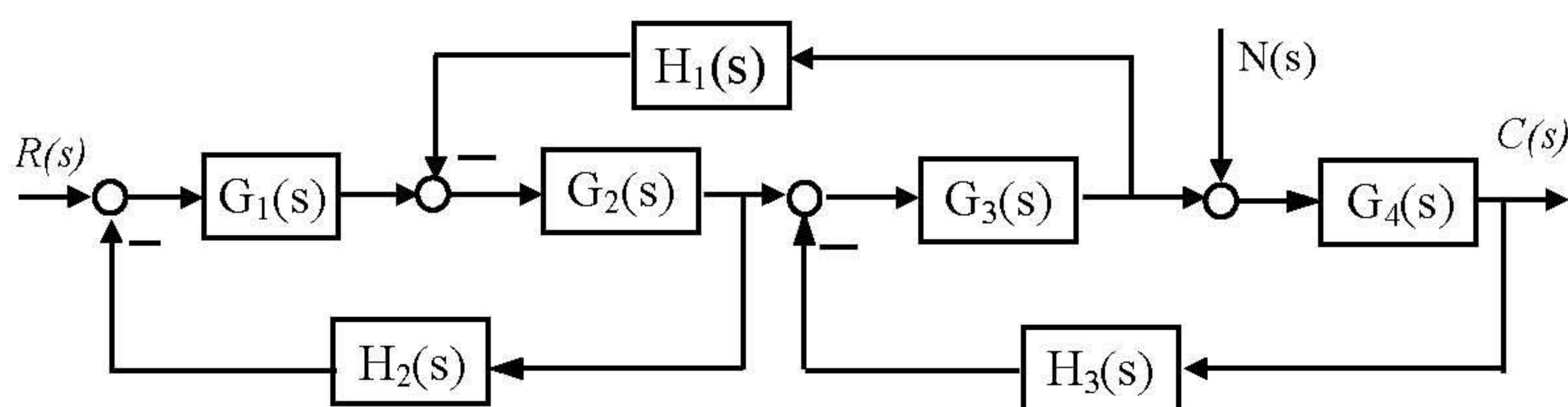


图 1

三、(16 分) 系统结构图如图 2 所示, 已知未加测速反馈时, 系统在单位阶跃信号作用下的稳态输出为 1, 而过渡过程的瞬时最大值为 1.4, 要求:

1. 确定系统结构参数 K 、 a , 并计算单位阶跃响应下的峰值时间 t_p 、调节时间 t_s 、超调量 $\sigma\%$;
2. 为了改善系统性能, 引入测速反馈 bs , 若 $b = 0.82$, 再计算超调量 $\sigma\%$;
3. 在该测速反馈情况下, 若此时系统的输入为 $r(t) = 2 + 1.38 \sin t$, 计算稳态输出 c_{ss} 。

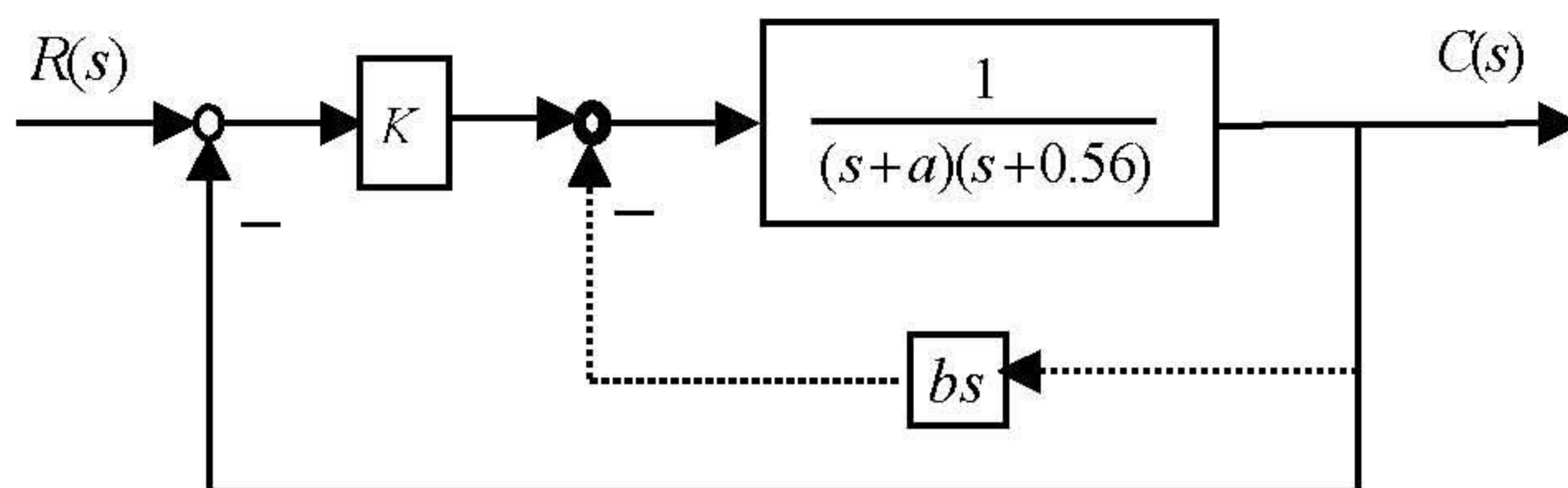


图 2

四、(18 分) 设某负反馈控制系统中前向通道的传递函数为 $G(s) = \frac{K^*}{s^2(s+2)(s+a)}$, 主反馈通道

传递函数为 $H(s)=1$, a 为大于 0 的常数, 系统闭环根轨迹具有重极点 -4

1. 概略绘制闭环系统根轨迹 ($0 < K^* < \infty$), 试分析闭环系统稳定性;
2. 若改变主反馈通道传递函数为 $H(s) = 1 + 2s$, 用根轨迹法分析 $H(s)$ 改变后系统的闭环稳定性, 并研究 $H(s)$ 的改变所产生的效应。

五、(15 分) 设系统结构图如图 3 所示, 其中 $G(s) = \frac{10}{s^2(2s+1)}$

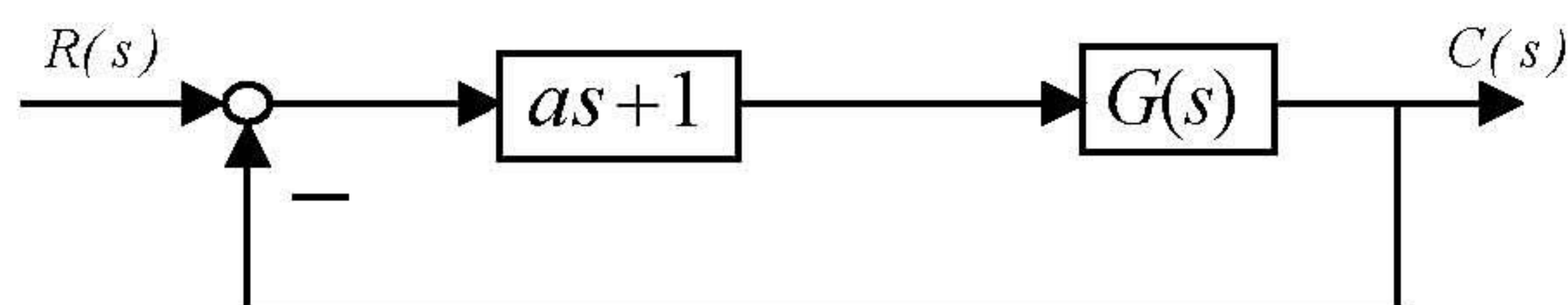


图 3

1. 试绘制 $a=0$ 时的开环幅相曲线, 并用奈氏判据判断该系统的闭环稳定性;
2. $a>0$, 若系统开环截止频率 ω_c 为 4, 问能否满足相角裕度 $\gamma > 25^\circ$ 的要求;
3. 讨论参数 a 对系统稳定性的影响。

六、(15 分) 某最小相位系统, 其开环对数幅频特性曲线如图 4 所示, 试求系统的开环传递函数 $G(s)$ 。

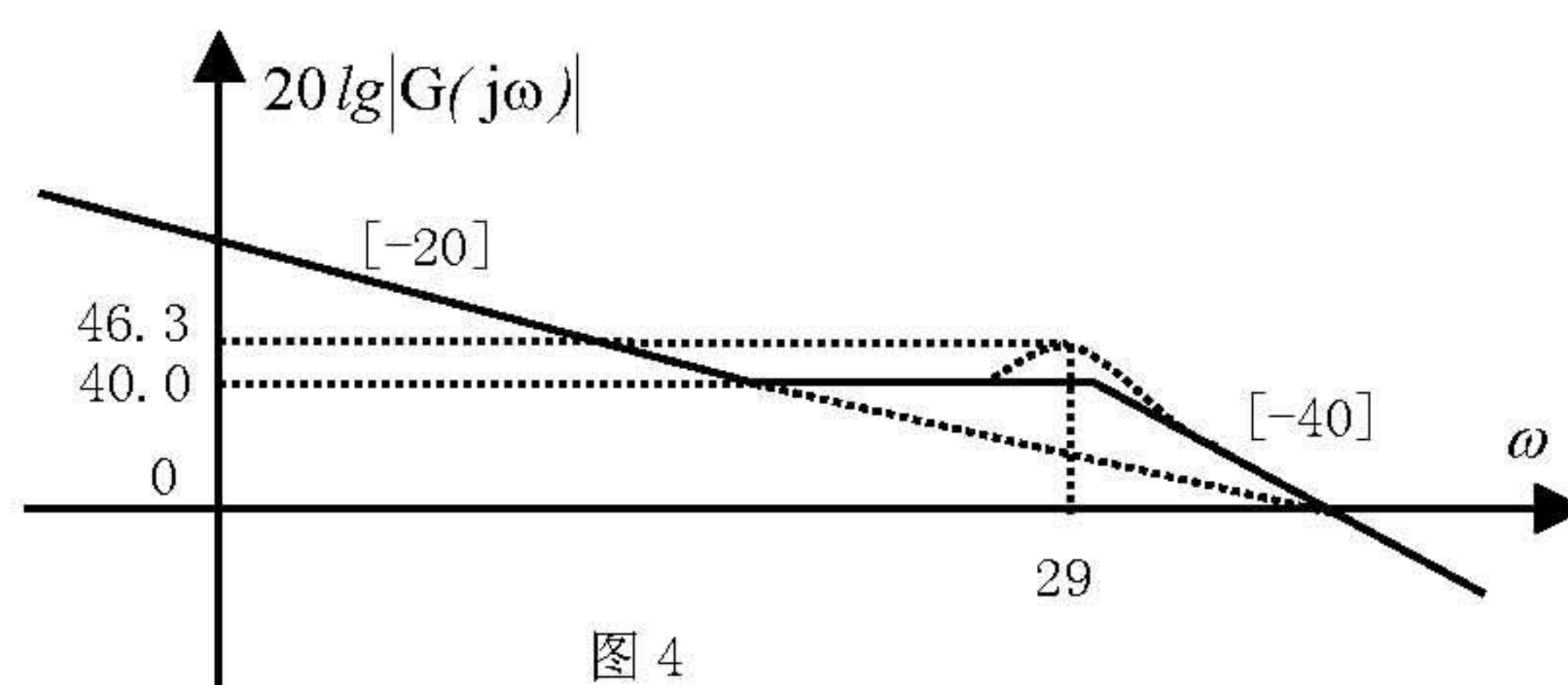


图 4

七、(18 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{200}{s(s+1)(s+100)}$$

试设计一校正网络, 使校正后的系统超调量 $\sigma\%$ 为原系统的 50% (允许误差 $\pm 5\%$), 并计算校正前后系统的调节时间。

[提示: 高阶系统频域性能指标与时域性能指标的关系为:

$$M_r = \frac{1}{\sin \gamma}; \quad \sigma\% = 0.16 + 0.4(M_r - 1), \quad 1 \leq M_r \leq 1.8;$$

$$t_s = K\pi / \omega_c; \quad K = 2 + 1.5(M_r - 1) + 2.5(M_r - 1)^2, \quad 1 \leq M_r \leq 1.8]$$

八、(16 分) 已知某离散系统的输入为 $r^*(t)$, 输出为 $c^*(t)$, T 为采样周期, 系统的差分方程为

$$c^*(t+3T) + 1.7c^*(t+2T) + 0.92c^*(t+T) + 0.16c^*(t) = r^*(t+T) + 0.1r^*(t)$$

1. 试判断该系统的闭环稳定性;
2. 设误差 $e^*(t) = r^*(t) - c^*(t)$, 当 $r(t) = 1(t)$ 时, 求系统的稳态误差 $e(+\infty)$ 。

$$[\text{附: } Z[e^{-at}] = \frac{z}{z - e^{-aT}} \quad Z[1(t)] = \frac{z}{z - 1}]$$

以下两题中任选一题:

九、(16 分) 设某非线性系统结构如图 5 所示, 试绘制输入信号为 $r(t) = -2 \cdot 1(t) + 0.4t$ 时在 $e-s$ 平面上的相轨迹。

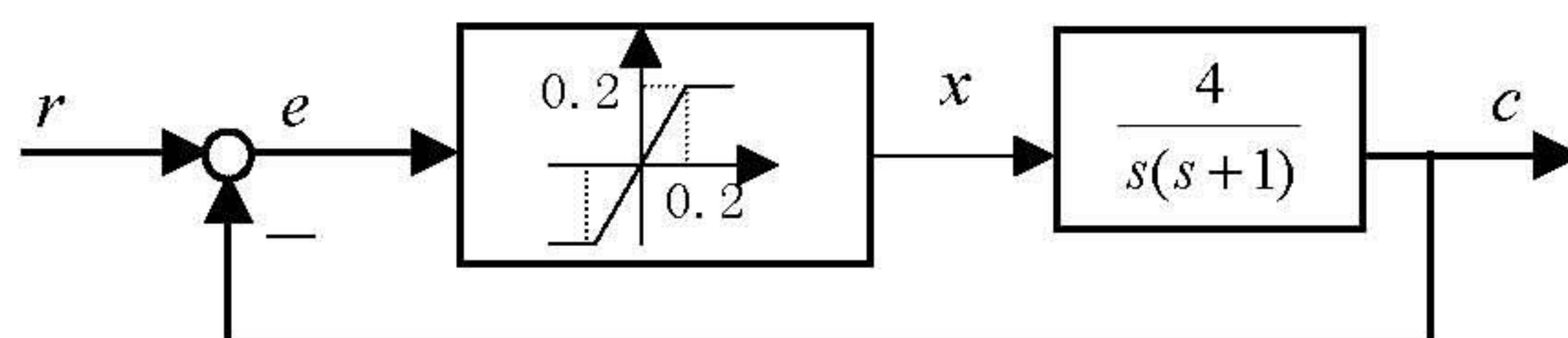


图 5

九、(16 分) 设某非线性系统结构如图 6 所示, 其中 $M=1$, $K=1$

1. 试求系统等效线性部分的传递函数;
2. 试用描述函数法分析系统是否产生自激振荡, 若有自振, 求出输出 $c(t)$ 的振荡频率和振幅。

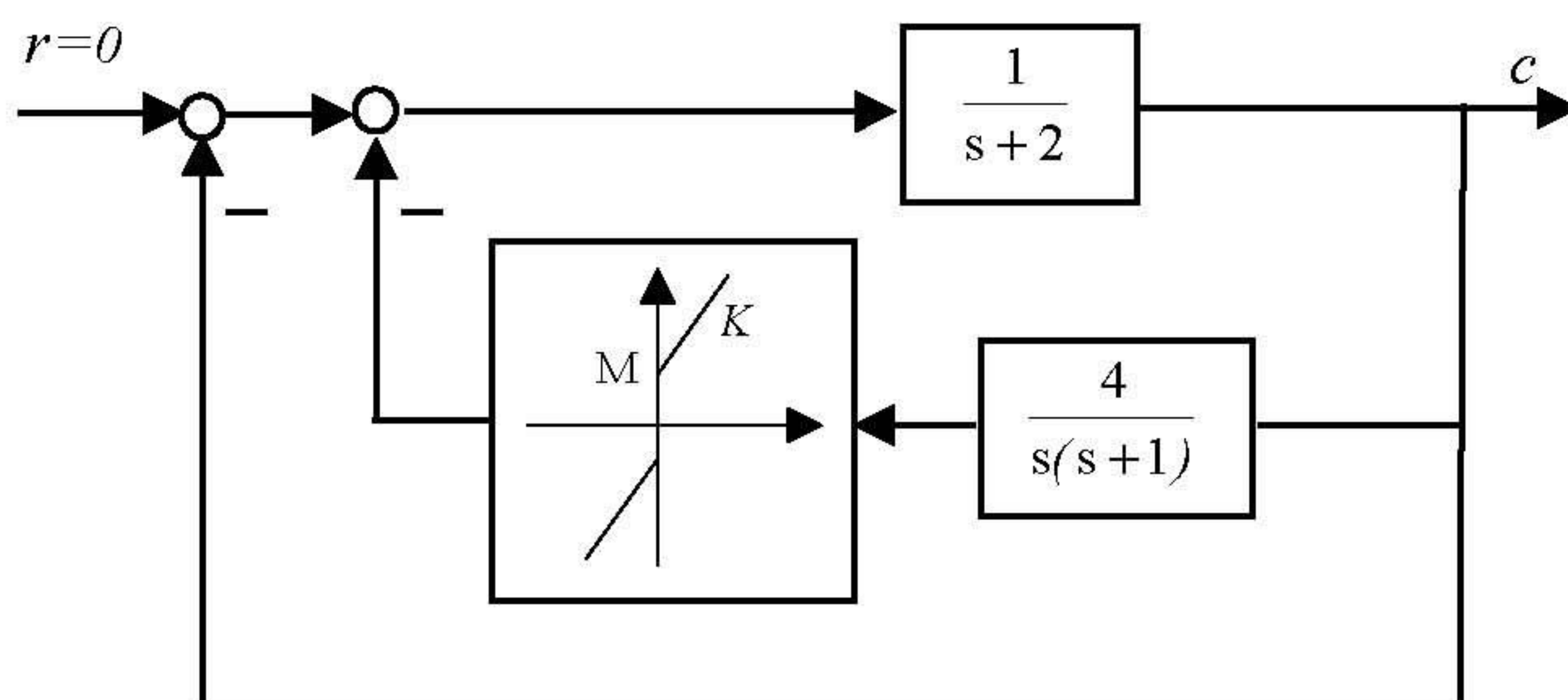


图 6

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