

机密★启用前

重 庆 邮 电 大 学

2022 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目名称：自动控制原理（A）卷

科目代码：805

考生注意事项

- 1、答题前，考生必须在答题纸指定位置上填写考生姓名、报考单位和考生编号。
- 2、所有答案必须写在答题纸上，写在其他地方无效。原则上按顺序作答，所有答案必须标注题号。
- 3、填（书）写必须使用黑色字迹钢笔、圆珠笔或签字笔。
- 4、考试结束，将答题纸和试题一并装入试卷袋中交回。
- 5、本试题满分 150 分，考试时间 3 小时。

一、填空题（本大题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分）

1. 控制系统的数学模型取决于系统的_____和_____，与外作用和初始条件无关。
2. 闭环非主导极点可以_____（增大/减小）系统阻尼，且这种作用将随闭环极点接近虚轴而_____（加剧/减弱）。
3. 已知最小相位系统的开环相频特性表达式为：

$$\varphi(\omega) = -90^\circ - \arctan \frac{\omega}{2} - \arctan \frac{\omega}{3},$$

则要求相角裕度 $\gamma = 45^\circ$ 时，系统传递函数 $G(s) =$ _____，截止频率 $\omega_c =$ _____。

4. 零度根轨迹一般来源于两个方面，其一是_____，其二是_____。
5. 已知系统特征方程 $s^5 + 2s^4 + 3s^3 + 6s^2 - 4s - 8 = 0$ ，则系统在 s 右半平面和虚轴上的根的数值分别为_____，_____。
6. 已知某单位负反馈系统的单位阶跃响应为 $1 - e^{-2t}$ ，则系统闭环传递函数为 $\Phi(s) =$ _____，系统开环传递函数为 $G(s) =$ _____。
7. 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{20}{0.4s(s+5)}$ ，则系统开环增益等于_____，时间常数等于_____。
8. 已知单位负反馈系统的开环传递函数 $G_o(s) = \frac{8}{s^2 + 4s + 8}$ ，则系统的阻尼比等于_____，自然振荡频率等于_____，阻尼振荡频率等于_____。该系统单位阶跃响应的调节时间（误差带取 5%）等于_____秒。
9. 实际系统中普遍存在非线性因素。当一个系统中含有一个或多个具有非线性特性的元件时，该系统称为非线性系统，其中典型的非线性特性包括继电特性、死区特性、_____、_____、_____等。在自动控制系统中，因放大器及执行机构等受电源电压或功率的限制常常出现非线性特性为_____。
10. 已知系统微分方程为

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_1(x_1^2 + x_2^2 - 1)(x_1^2 + x_2^2 - 9) - x_2(x_1^2 + x_2^2 - 4) \\ \dot{x}_2 &= x_2(x_1^2 + x_2^2 - 1)(x_1^2 + x_2^2 - 9) + x_1(x_1^2 + x_2^2 - 4)\end{aligned}$$

则系统的奇点为_____，奇点类型为_____。

二、分析计算题（本大题共 7 小题，共 110 分）

11. (10 分) 已知直流电动机调速系统的原理如图 1 所示，图中： u_1 为参考电压； u_2 为放大器输出电压， $u_2 = K_1 \Delta u$ ， $\Delta u = u_1 - u_3$ ； i 为电动机电枢电流； M 为电动机电磁转矩， $M = C_m i$ ； ω 为电动机转速； E 为电动机电枢反电势， $E = C_e \omega$ ； K_1 为放大器增益； R 为电枢电路电阻； L 为电枢电路电感； J 为电动机轴上转动惯量； f 为电动机轴上粘性摩擦系数； u_3 为测速发电机输出电压， $u_3 = K_3 \omega$ 。试绘出系统结构图，并求系统传递函数 $\Omega(s)/U_1(s)$ 。

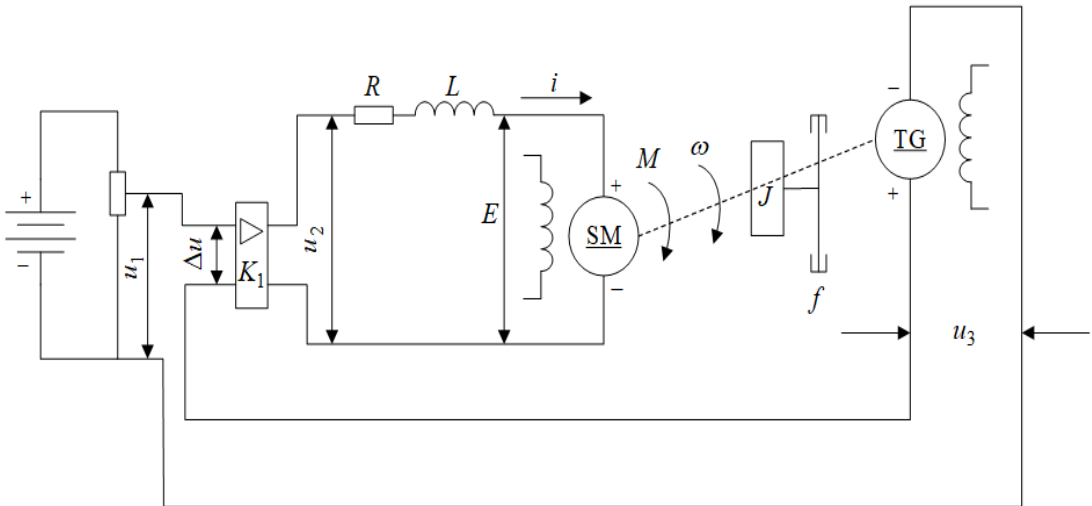


图 1 直流电动机调速系统

12. (15 分) 某控制系统的结构图如图 2 所示。

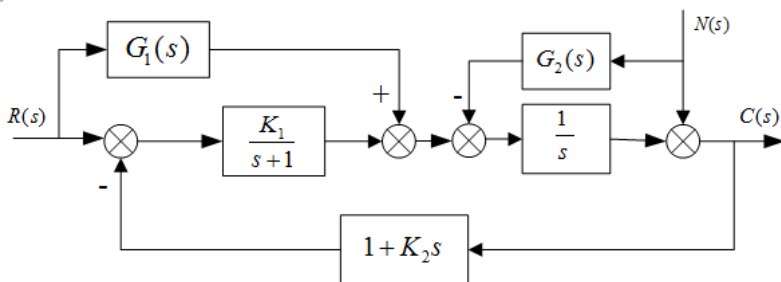


图 2 系统结构图

- (1) 试求 K_1 和 K_2 的值, 使系统闭环极点配置在 $-5 \pm j5$ 处;
- (2) 试求 $G_1(s)$, 使系统在输入 $r(t)$ 单独作用下无稳态误差;
- (3) 试求 $G_2(s)$, 使系统在扰动 $n(t)$ 单独作用下无稳态误差。

13. (15 分) 设控制系统结构如图 3 所示:

- (1) 分析说明内反馈环节 Ks 对系统稳定性的影响;
- (2) 求系统静态位置误差系数 K_p , 静态速度误差系数 K_v , 静态加速度误差系数 K_a , 并说明内反馈对系统稳态误差的影响。

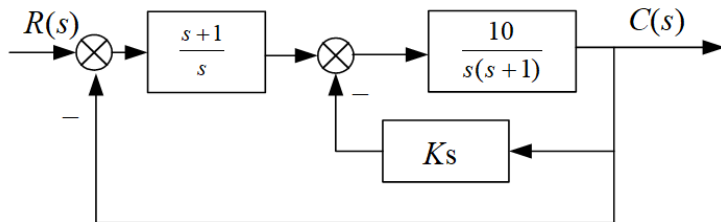


图 3 控制系统结构图

14. (15 分) 已知某控制系统的结构图如图 4 所示。

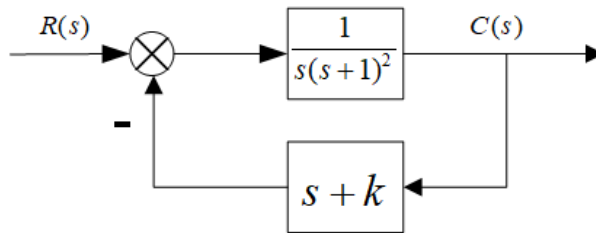


图 4 系统结构图

- (1) 绘制 $k: 0 \rightarrow +\infty$ 时闭环系统根轨迹图;
- (2) 试求当输入单位斜坡信号, 系统稳态误差小于 0.5 时的 k 值范围。

15. (15 分) 已知单位反馈系统的开环传递函数: $G(s) = \frac{K}{(s+1)(s+1.5)(s+2)}$, 若希望系统闭环极点都具有小于 -1 的实部, 试用奈奎斯特判据确定 K 的最大值。(提示: 先作变换 $G(u) = G(s)|_{s=u-1}$)

16. (20 分) 已知系统结构图和开环对数频率特性曲线如图 5 所示。要求:

- (1) 确定使闭环系统具有欠阻尼状态和开环增益 K 的范围;
- (2) 当阻尼比 $\zeta = 0.707$ 时, 求系统的开环增益 K 及系统的动态性能 $\sigma\%$ 和 $t_s (\Delta = 5\%)$;
- (3) 当开环增益 $K = 6$ 时, 求系统的速度误差 $e_{ss}(\infty)$ 。

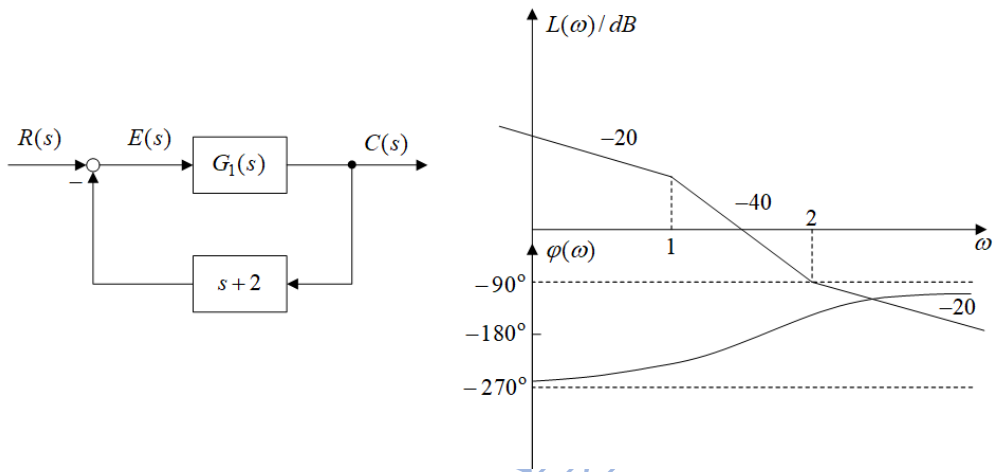


图 5 结构图与开环对数频率特性图

17. (20 分) 已知单位负反馈控制系统结构如图 6 所示, 控制器 $G_c(s)$, 控制对象模型为

$$G(s) = \frac{1000}{s(s+10)}$$

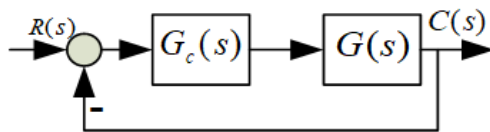


图 6 单位负反馈控制系统

- (1) 当 $G_c(s) = 1$ 时, 画出系统开环对数幅频特性图和相频特性图, 并求出系统的截止频率和相角裕度;
- (2) 当校正装置 $G_c(s)$ 分别为如下模型时, 试分别分析其特性及其在串联校正中的作用:
 - ① $G_c(s) = K(Ts+1), T > 0, K > 0$, ② $G_c(s) = \frac{K(Ts+1)}{s}, T > 0, K > 0$.
- (3) 如果要使闭环系统对斜坡输入误差为零, 且校正后系统穿越频率为 2 rad/s , 相角稳定裕度为 45° , $G_c(s)$ 应选择 (2) 中哪种装置, 并确定所选装置的参数 K 和 T 的值。

(注: $\sqrt{10} = 3.16, \arctan \sqrt{10} = 72.4^\circ$)

重庆邮电大学版权所有