

# 南京航空航天大学

## 2014 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 920

满分: 150 分

科目名称: 自动控制原理(专业学位)

注意: 认真阅读答题纸上的注意事项; 所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一. (本题 15 分) 考虑如图 1 所示的反馈控制系统, 要求: 确定系统在  $R_1(s)$ ,  $R_2(s)$  和  $R_3(s)$  共同激励下的输出  $C(s)$ 。

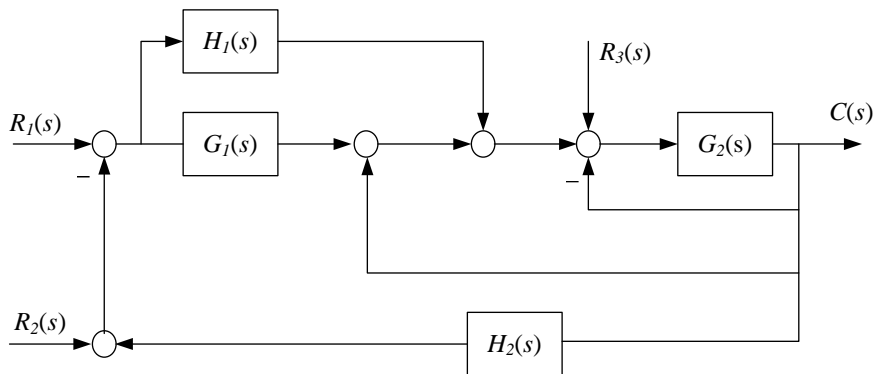


图 1

二. (本题 15 分) 对于如图 2 所示系统, 假设  $K_1$ 、 $K_2$  为大于零的常数, 试求  $r(t) = t$ ,  $n(t) = 1(t)$  时系统的稳态误差。

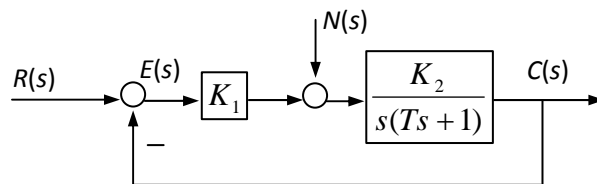


图 2

三. (本题 15 分) 设系统的闭环特征方程

$$s^2(s+a) + K(s+1) = 0 \quad (a > 0)$$

- (1) 当  $a = 10$  时,  $K$  从 0 到  $\infty$  变化时, 绘制闭环根轨迹, 并求出系统阶跃响应分别为单调、阻尼振荡时  $K$  的取值范围。
- (2) 若使根轨迹只具有一个非零分离点, 此时  $a$  的取值? 并做出根轨迹。

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

- (1) 试绘制  $a = 0$  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) 若  $a > 0$ , 且系统开环截止频率  $\omega_c$  为 4, 该系统能否满足相角裕度  $\gamma > 25^\circ$  的要求?
- (3) 讨论参数  $a$  对系统稳定性的影响。

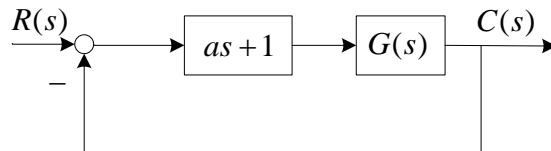


图 3

五. (本题 15 分) 设单位负反馈系统的开环传递函数为

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

试设计一串联超前校正装置, 使系统满足如下指标:

- (1) 在单位斜坡输入下的稳态误差  $e_{ss} \leq \frac{1}{15}$ ;
- (2) 截止频率  $\omega_c \geq 7.5$  (rad/s);
- (3) 相角裕度  $\gamma \geq 45^\circ$ 。

六. (本题 15 分) 考虑如图 4 所示的单位负反馈系统 ( $\tau > 0$ ), 要求:

- (1) 当  $K_p = 1$ ,  $K_i = 5$ ,  $\tau = 1$  时, 概略绘制  $K$  从 0 变化到  $\infty$  的闭环根轨迹;
- (2) 欲使任意  $K$  下闭环系统均稳定 (其中  $K > 0$ ), 试推导  $K_p$ 、 $K_i$  和  $\tau$  应满足的关系。

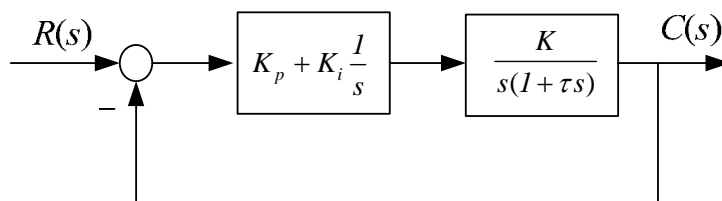


图 4

七. (本题 15 分) 已知离散系统的差分方程为

$$y(k+2) + 5y(k+1) + 3y(k) = r(k+1) + 2r(k)$$

要求：

- (1) 写出系统的传递函数模型；
- (2) 选择状态变量  $x_1(k) = y(k)$  ,  $x_2(k) = x_1(k+1) - r(k)$  , 写出系统的状态方程模型；
- (3) 判定该系统的稳定性。

八.(本题 15 分) 某单位负反馈非线性系统如图 5 所示, 非线性环节的描述函数为

$N(A) = \frac{1}{A} e^{-j\frac{\pi}{3}}$  , 线性部分的传递函数如图所示。试分析：

- (1) 系统是否存在自振；
- (2) 若产生自振, 计算自振频率  $\omega$  及振幅  $A$ 。

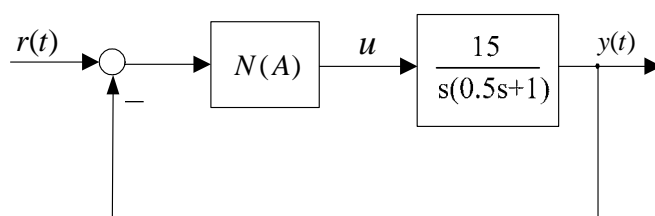


图 5

九.(本题 15 分) 已知连续定常系统：

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

要求：用李雅普诺夫第二法判断该系统在平衡点的稳定性。

十.(本题 15 分) 已知开环系统的传递函数为  $G(s) = \frac{10}{s(s+1)}$  , 要求：

- (1) 假定  $y = x_1$  ,  $\dot{x}_1 = x_2$  , 写出开环系统的状态空间表达式；
- (2) 采用状态反馈设计,  $u = -k_1 x_1 - k_2 x_2$  , 确定  $k_1$  和  $k_2$  使得闭环系统的无阻尼自然振荡频率为  $3 \text{ rad/s}$  , 阻尼比  $\zeta$  为 0.5。