

南京航空航天大学

2011 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 820

科目名称: 自动控制原理

满分: 150 分

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!

本试卷共十大题, 满分 150 分。

一、(本题 15 分) 已知某系统结构图如图 1 所示, 求传递函数 $E(s)/R(s)$ 和输出 $C(s)$ 。

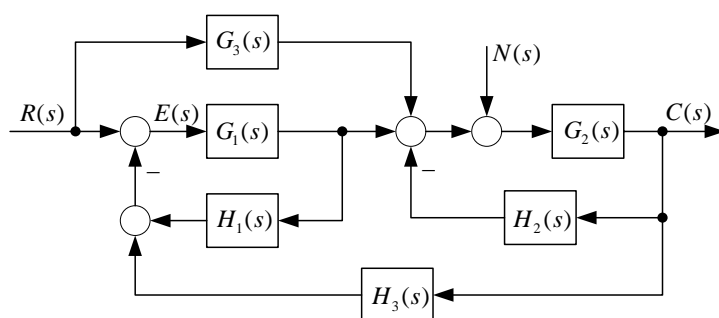


图 1

二、(本题 15 分) 已知某单位负反馈的三阶系统 (无闭环零点) 结构图如图 2 所示, 系统满足下列条件:

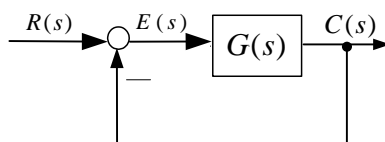


图 2

- (1) 在单位斜坡信号输入下稳态误差 e_{ss} 为 1.125 ;
 - (2) 在单位阶跃信号输入下动态性能指标峰值时间 $t_p = 3.626$ 秒, 超调量 $\sigma\% = 16.32\%$;
- 试求开环传递函数 $G(s)$ 。

三、(本题 15 分) 已知某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{(s+K)(s+4)}{s(s^2+s-3)}$,

- (1) 绘制该系统的闭环根轨迹 ($K: 0 \sim \infty$);
- (2) 确定闭环系统有重极点时的闭环传递函数 (零、极点表达式);
- (3) 当输入为单位斜坡信号时, 欲使稳态误差 $|e_{ss}| \leq 1$, 求此时的 K 值范围。

四、(本题 15 分) 已知某系统的开环传递函数为 $GH_1(s)e^{-s}$, 二阶环节 $GH_1(j\omega)$ 曲线如图 3 所示 , 试判断该系统的闭环稳定性。

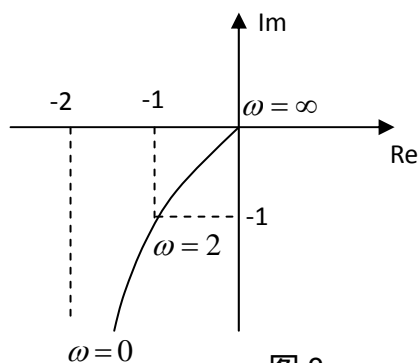


图 3

五、(本题 15 分) 已知某单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)(0.2s+1)}$,

试设计串联迟后校正装置 , 要求校正后系统的静态速度误差系数 $K_v = 30$, 相角裕度 $\gamma'' \geq 40^\circ$, 截止频率 $\omega'' \geq 2.3 \text{ rad/s}$ 。

六、(本题 15 分) 已知某离散系统结构图如图 4 所示 , 采样周期 $T = 1$ 秒 ,

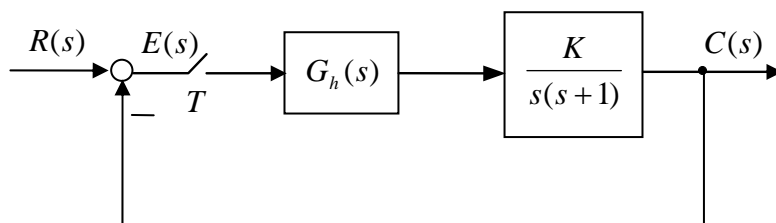


图 4

(1) 当 $G_h(s) = 1$ 时 , 求闭环系统稳定的 K 值范围 ;

(2) 当 $G_h(s) = \frac{1-e^{-Ts}}{s}$, $K = 1$, $R(s) = \frac{1}{s}$ 时 , 试求该离散系统的输出响应 $c^*(t)$ 、

稳态输出 $c^*(\infty)$ 和稳态误差 $e^*(\infty)$ 。

附 Z 变换表 : $Z[\frac{1}{s+1}] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$; $Z[\frac{1}{s^2}] = \frac{Tz}{(z-1)^2}$; $Z[\frac{1}{s}] = \frac{z}{z-1}$ 。

七、(本题 15 分) 已知非线性系统的结构图如图 5 所示 , 图中非线性环节的描述函

数 $N(A) = \frac{A+1}{4A+0.5}$, 线性部分的传递函数 $G(s) = \frac{k}{s(s+2)^2+10}$,

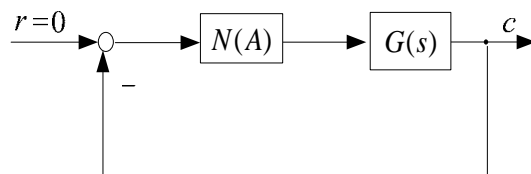


图 5

- (1) 当 $k = 5$ 时，试用描述函数法分析系统是否存在自激振荡？若存在，求出自振振幅和频率；
- (2) 当 $k = 1$ 时，分析该非线性系统的稳定性。

八、(本题 10 分) 已知系统的传递函数为

$$G(s) = \frac{s+10}{s^2 + 2as + 1} \quad (a \text{ 为实数})$$

- (1) 试列写该系统的可控标准型实现；
- (2) 在 (1) 的基础上，试用李雅普诺夫第二法判断该系统的稳定性。

九、(本题 15 分) 已知系统的动态方程为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 0]x$$

- (1) 判断系统的可控性和可观性；
- (2) 试设计状态反馈控制器，使系统的闭环极点位于 $-\frac{1}{2} \pm j\frac{\sqrt{3}}{2}$ 处；
- (3) 试求加入状态反馈后的闭环系统传递函数。

十、问答题 (本题共 20 分，每小题 4 分)

- (1) 若单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K^*(s+1)}{(s-1)^2(s+18)}$ ，请问该系统的闭环根轨迹图中可能存在复数分离点吗？请说明理由。
- (2) 某负反馈最小相位系统的开环增益为 5，其幅值裕度为 20 分贝，则保证闭环系统稳定的最大开环增益为多少？

(3) 频率响应法设计校正环节时,若校正前系统的相角裕度 $\gamma' = -25^\circ$, 校正后的相角裕度 $\gamma'' = 45^\circ$, 则采用串联超前校正还是采用串联滞后校正比较合适? 请说明理由。

(4) 已知系统的状态方程为 $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x$, 初始状态为 $x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, 试求该状态方程的解 $x(t)$ 。

(5) 线性定常系统经过状态空间的线性变换后特征值改变吗? 试证明之。