

# 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: 920

科目名称: 自动控制原理(专业学位)

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!

本试卷共九大题, 满分 150 分。

一、( 本题 15 分 ) 已知某系统结构图如图 1 所示, 求输出  $C(s)$ 。

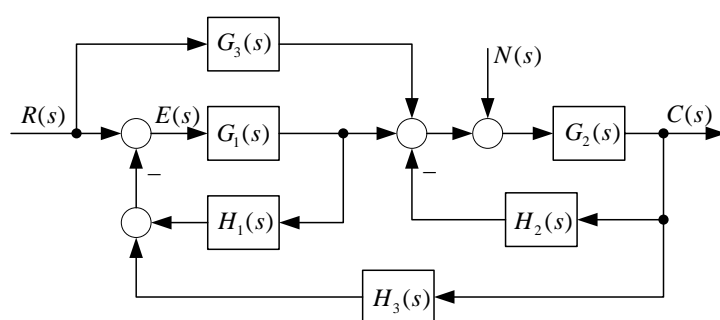


图 1

二、( 本题 20 分 ) 已知某系统结构图如图 2 ( a ) 所示, 一阶环节  $G_1(s)$  在  $10 \cdot 1(t)$  阶跃信号输入下的输出响应曲线如图 2 ( b ) 所示,

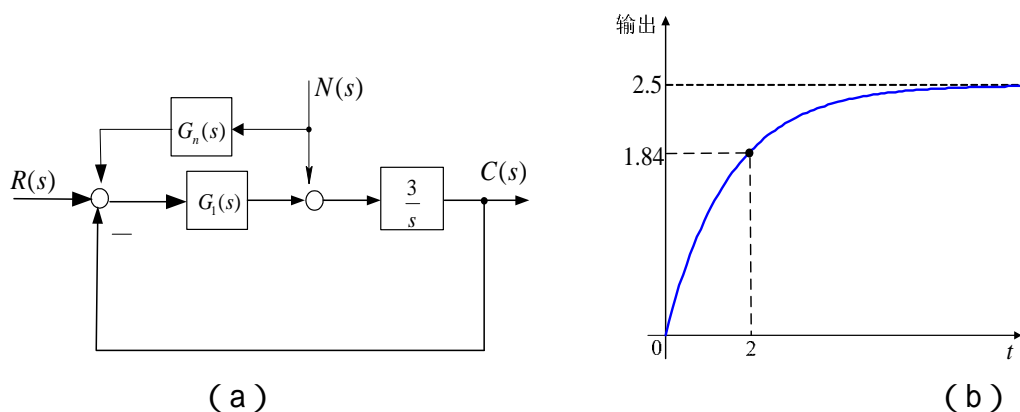


图 2

( 1 ) 试求  $G_1(s)$  的传递函数。

( 2 ) 当扰动  $n(t) = 0$ , 输入  $r(t) = 5 \sin \omega t$  时, 若使系统的稳态输出幅值最大, 试求此时输出信号的角频率和幅值;

(3) 若  $n(t)$  为可测量的扰动信号, 试设计顺馈补偿装置  $G_n(s)$ , 使系统的输出量完全不受扰动影响。

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) 绘制系统闭环根轨迹 ( $K: 0 \sim \infty$ )

(2) 输入为单位斜坡信号时, 欲使  $|e_{ss}| \leq 1$ , 求  $K$  值范围。

四、( 本题 20 分 ) 设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  $\omega'' \geq 2.3 \text{ rad/s}$ 。

五、( 本题 20 分 ) 已知某离散系统结构图如图 3 所示, 采样周期  $T = 1$  秒,

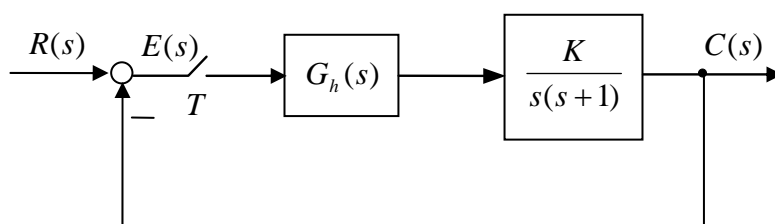


图 3

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

六、( 本题 15 分 ) 已知非线性系统的结构图如图 4 所示, 图中非线性环节描述函数

$N(A) = \frac{A+1}{4A+0.5}$ , 线性部分的传递函数  $G(s) = \frac{5}{s(s+2)^2+10}$ 。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。

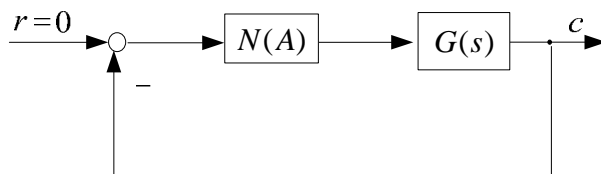


图 4

七、( 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系统的稳定性。

八、( 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。

九、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。