

2016 年硕士研究生入学考试

自动控制原理试题

(本试题的答案必须全部写在答题纸上, 写在试题及草稿纸上无效)

(本试题共 5 页, 共 10 题, 总分 150 分)

一、简答题 (15 分)

1. (9 分) 图 1 电路中  $u_i$  和  $u_o$  分别为输入和输出电压, 试写出  $\frac{U_o(s)}{U_i(s)}$  的传递函数。

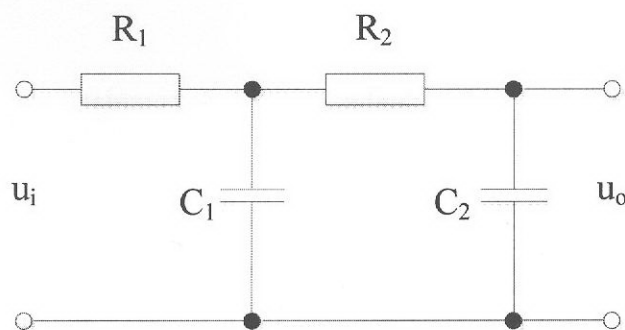


图 1 RC 滤波电路

2. (6 分) 闭环控制系统如图 2 所示, 求由干扰项  $N(s)$  到输出  $C(s)$  的传递函数。

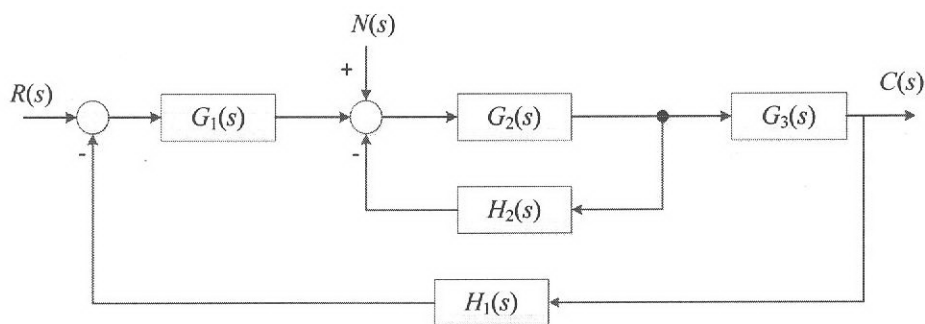


图 2 闭环控制系统

二、(15分) 控制系统框图如图3所示, 其中  $T > 0$

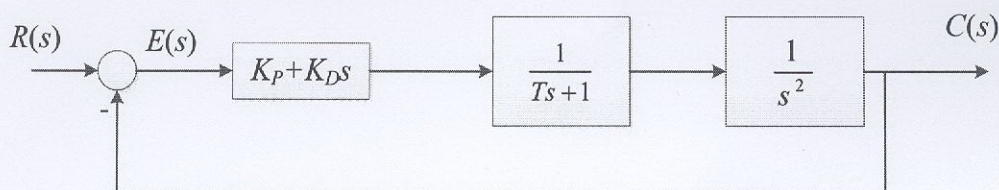


图3 控制系统框图

- (1) 要使系统稳定,  $K_P$  和  $K_D$  的取值应满足什么条件?
- (2) 若系统稳定, 且输入信号  $r(t) = \frac{1}{2}t^2$ , 求系统的稳态误差;
- (3) 若  $T = \frac{1}{3}$ ,  $K_P = \frac{1}{3}$ ,  $K_D = 1$ , 输入为理想单位脉冲, 试写出该系统初始状态为 0 时的时域响应函数。

(注,  $L^{-1}\left[\frac{1}{(s+a)^n}\right] = \frac{1}{(n-1)!}t^{n-1}e^{-at}$ )

三、(15分) 单位负反馈系统开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K}{s(s+4)(s^2+4s+8)}$$

- (1) 试绘出开环增益  $K$  从零到正无穷时的闭环根轨迹概略图;
- (2) 试求出闭环系统有重实根时的开环增益  $K$ 。

四、(15分) 设单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{Ts+1}{(s+1)^2}$$

- (1) 若系统的截止频率  $\omega_c = 1$ , 求对应  $T$  的取值;
- (2) 求在 (1) 中  $T$  的取值下, 系统的相角裕度是多少。

五、(15分) 闭环控制系统如图4所示, 其中  $K>0, T>0$

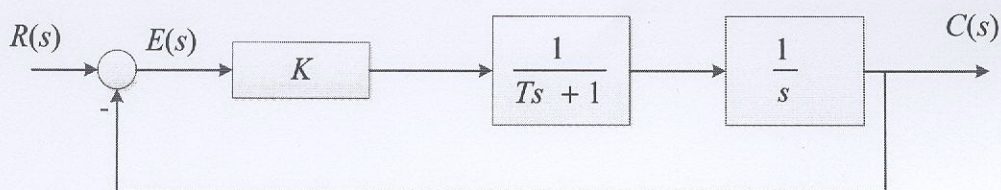


图4 闭环控制系统

- (1) 试画出该系统开环幅相曲线的概略图, 并判断系统的稳定性;
- (2) 若闭环控制系统的反馈回路中增加了一个延迟环节  $e^{-\tau s}$ , 设  $T=1, K=\sqrt{2}$ , 试求使得闭环系统稳定的  $\tau$  的取值范围。

六、(15分) 已知某最小相位系统经串联校正前后的开环幅频特性曲线如图5所示,

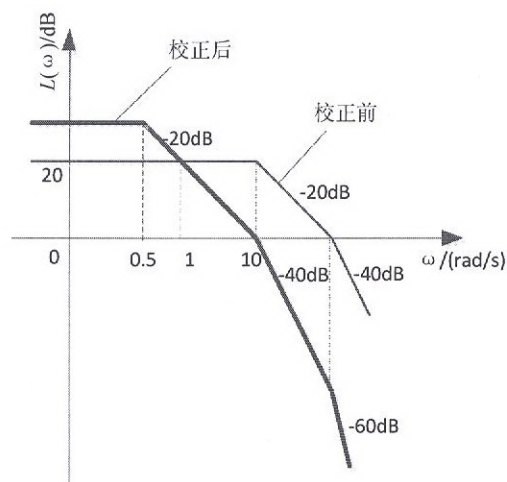


图5 最小相位系统经串联校正前后的开环幅频特性曲线

- (1) 试写出校正前系统开环传递函数;
- (2) 试写出校正环节的传递函数。

七、(15分) 离散系统如图6所示,

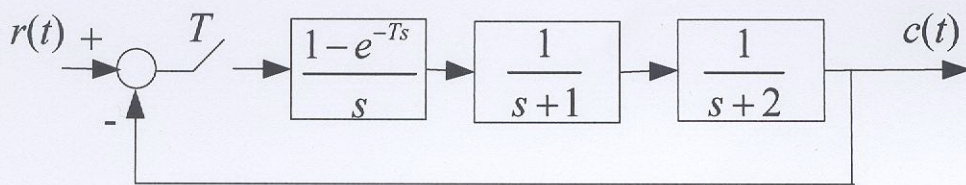


图6. 离散系统框图

(1) 写出闭环系统脉冲传递函数  $H(z) = \frac{C(z)}{R(z)}$ ;

(2) 求离散系统闭环特征方程, 并分别判断当采样周期  $T = 0.1s$  和  $T = 0.5s$  时系统的稳定性。

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

$$e^{-0.1} = 0.9048; e^{-0.2} = 0.8187; e^{-0.5} = 0.6065; e^{-1} = 0.3679)$$

八、(15分) 已知线性定常系统:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 5 \\ -3 & -8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u$$

$$y = (1 \quad 1) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$$

(1) 试求开环系统的状态转移矩阵  $\Phi(t)$ ;

(2) 试求系统的传递函数  $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ ;

(3) 给定初始状态为  $x_1(0) = 1$ ,  $x_2(0) = 1$ , 试求输入  $u(t)$  为单位阶跃信号  $\mathbf{1}(t)$  时系统的输出时间响应。

九、(15分) 已知线性系统,

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u$$

$$y = \mathbf{C}\mathbf{x}$$

(1) 若状态矩阵  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ , 输入矩阵  $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ , 试判断系统能

控性; 并设计状态反馈控制律  $u = -\mathbf{K}\mathbf{x}$ , 将系统的闭环极点配置在  $\{-1, -2, -3\}$  处;

(2) 若  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 3 \end{bmatrix}$ ,  $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ , 输出矩阵  $\mathbf{C} = [2 \quad -2 \quad 2]$ , 试给

出系统的可观测性规范分解, 并给出系统可观测子系统动态方程及不可观测子系统动态方程。

十、(15分) 已知非线性系统,

$$\dot{x}_1 = -x_1 - x_1 x_2^4$$

$$\dot{x}_2 = -x_1^4 x_2^3 - x_2$$

试根据李亚普诺夫直接法, 判断该系统是否是大范围渐近稳定的。