

# 南方科技大学

## 2025 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目代码: [825]

科目名称: 自动控制原理

考生须知:

1. 本试卷满分 150 分, 考试时间 180 分钟。
  2. 所有答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
- 

一、[15 分] 考虑具有如下动态方程的系统:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y &= [1 \ 0]x\end{aligned}$$

(1) 判断系统的可控性和可观性, 并给出理由。

[8 分]

(2) 已知输入  $u(t)$  为阶跃信号, 初始状态  $x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ , 求输出  $y$ 。

[7 分]

二、[15 分] 考虑  $n$  维线性定常系统  $\dot{x} = Ax + bu$ 。证明以下两个条件等价 (即可控性判据):

(1) 可控矩阵 (能控判别矩阵)  $C = [b \ Ab \ \dots \ A^{n-1}b]$  的秩为  $n$ 。

(2) 对任意复数  $\lambda$ , 矩阵  $[\lambda I - A \ b]$  的秩为  $n$  (PBH 判据)。

三、 [15 分] 考虑如下线性定常系统：

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u,$$

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

请回答以下问题：

(1) 求系统的状态转移矩阵  $\phi(t) = e^{At}$ 。

[8 分]

(2) 设计状态反馈控制器  $u = -Kx$ ，给出一个  $K$  使闭环系统渐近稳定，并说明理由。

[7 分]

四、 [15 分] 确定图 1 所示控制系统的传递函数  $\frac{C(s)}{R(s)}$ 。

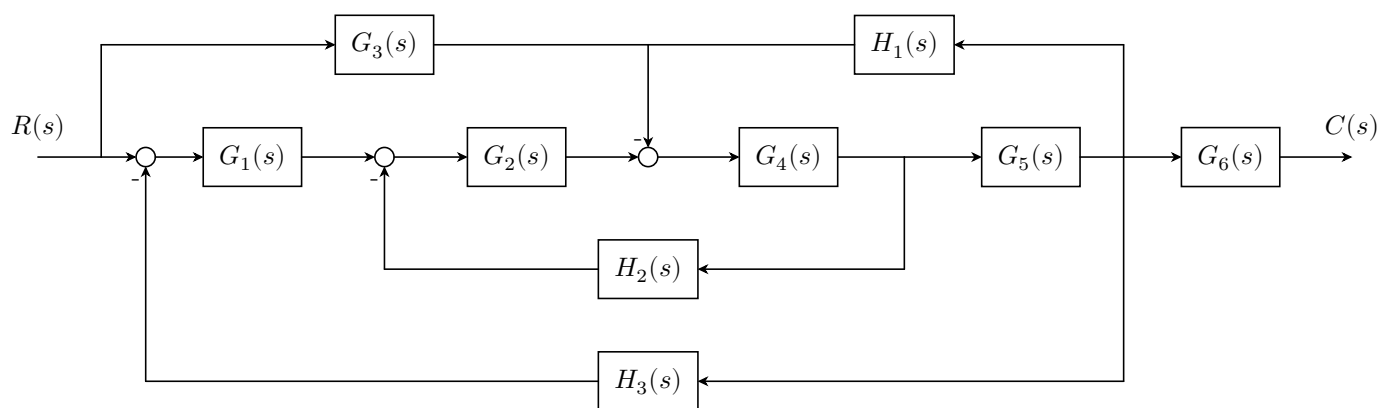


图 1

pagebreak

五、 [15 分] 已知单位负反馈系统的开环传递函数为：

$$G(s) = \frac{K}{s(1 + 0.1s)(1 + 0.25s)}$$

要求闭环特征方程的全部根均位于直线  $s = -1$  的左侧，试确定增益  $K$  的取值范围。

六、 [15 分] 已知单位负反馈系统的开环传递函数为：

$$G(s)H(s) = K \frac{s + 1}{s(s + 2)(s + 3)}$$

(1) 画出系统以  $K$  为参数的根轨迹。

[8 分]

(2) 当输入为斜坡信号  $r(t) = t$  时，要求稳态误差满足  $e_{ss} \leq 0.2$  且系统处于欠阻尼状态，求此时  $K$  的取值范围。

[7 分]

七、 [15 分] 已知单位负反馈系统的开环传递函数为：

$$G(s) = \frac{2(s + 3)}{s(s - 1)}$$

请画出系统的奈奎斯特图，并用奈奎斯特判据判断闭环系统的稳定性；同时确定闭环系统不稳定极点的个数。

八、 [15 分] 某控制系统的功率放大环节具有如图 2 所示的非线性限幅特性。设限幅值为  $\pm 2$ ，系统初始条件为零，参考输入为  $r(t) = 4 \times 1(t)$ 。请在相平面  $x, \dot{x} = e$  上绘制系统的相轨迹示意图。

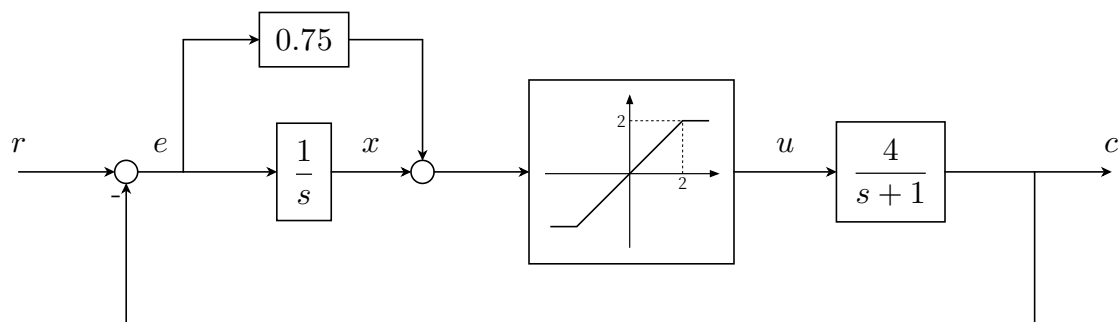


图 2

九、 [15 分] 已知离散系统的结构图如图 3 所示：

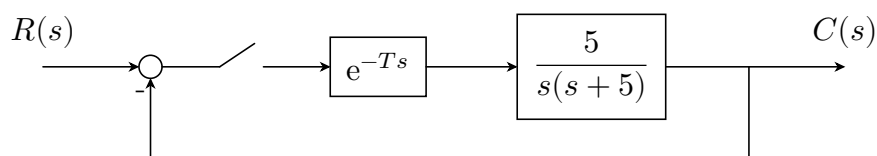


图 3

(1) 求系统的离散闭环脉冲传递函数。

[8 分]

(2) 当系统输入为单位阶跃信号、采样周期  $T = 0.02$  时，求系统的离散输出序列  $y[k]$ 。

[7 分]

十、 [15 分] 已知系统的方框图如图 4 所示。要求设计 PID 控制器：

$$C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$

使得校正后的系统闭环特征方程为：

$$(s + 10)(s^2 + 4s + 8) = 0$$

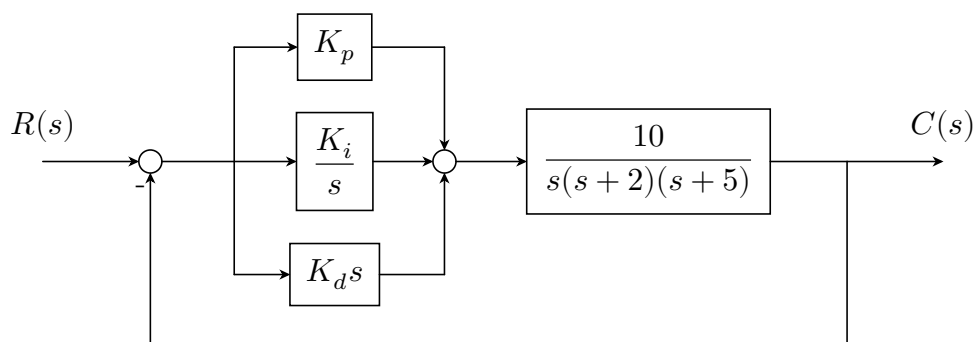


图 4

(1) 计算 PID 控制器参数  $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ 。

[8 分]

(2) 校正后系统的主导极点是什么？并说明其成为主导极点的原因。

[7 分]