

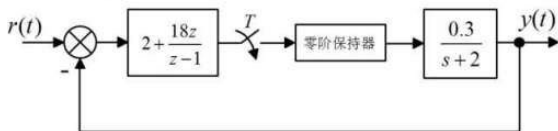
# 哈尔滨工业大学 2020 学年春季学期 自动控制理论（2）期末试题

1. 已知对象特性

$$G(s) = \frac{e^{-s}}{s(s+1)}$$

当采样周期分别取  $T = 0.5$  秒和  $T = 0.7$  秒时, 求带零阶保持器的对象  $Z$  传递函数  $G_d(z)$ 。(12 分)

2. 闭环数字控制系统如下图所示, 采样周期为 0.5 秒。试求系统闭环  $Z$  传递函数, 判断闭环系统的稳定性, 并分别求闭环系统在单位阶跃、单位速度、单位加速度输入下的稳态误差。(13 分)



3. 已知模拟控制器的传递函数为  $D(s) = \frac{1}{2s+1}$ , 采样周期为 0.5 秒, 分别以脉冲不变法、双线性变换法和匹配  $Z$  变换法 (补足零点在  $z = 0$  处) 三种方法求数字控制器的  $Z$  传递函数  $D(z)$ 。(12 分)

4. 已知带零阶保持器的对象  $Z$  传递函数为  $G_d(z) = \frac{z + 0.9}{(z - 2)(z - 1)}$ , 采样周期为 1 秒。针对单位阶跃输入, 用有限拍法设计数字控制器  $D(z)$ , 并判断所设计的系统是否有振荡。(12 分)

5. 已知系统的状态方程为  $\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 4 \end{bmatrix} u$ , 初始状态为  $\mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$ , 设输入信号为  $u(t) = 1(t)$ , 试求系统的状态响应  $\mathbf{x}(t)$ 。(13 分)

6. 线性连续系统的传递函数矩阵为

$$\mathbf{G}(s) = \begin{bmatrix} \frac{s+3}{(s+1)(s+2)} \\ \frac{s+4}{s+3} \end{bmatrix}$$

试写出该系统的能控标准 I 型最小实现。(12 分)

7. 设系统的状态空间表达式为  $\begin{cases} \dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 3 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ \mathbf{y} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{x} \end{cases}$ , 设计一个降维状态观测器, 使观测器的极点为 -2, -3, 要求写出降维观测器方程及状态估计的表达式。(13 分)

8. 某系统的状态方程为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -2x_1 + x_2^4 \\ \dot{x}_2 = -x_2 \end{cases}$$

试用李雅普诺夫第二法分析其平衡状态的稳定性。(13 分)