

hw 3:

1. 某系统的状态空间表达式为

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \end{cases}$$

试设计一个带全维状态观测器的状态反馈控制系统，使观测器的极点均为 -3 ，闭环系统的极点为 $-5 \pm j5$ ，要求写出观测器方程、状态反馈控制律之表达式，并画出带观测器闭环系统的系统结构图。

2. 设系统的状态空间表达式为

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -6 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} x \end{aligned}$$

试设计一个全维状态观测器，使其极点为 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = -3$ ，要求写出观测器动态方程。

3. 设系统的状态空间表达式为

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 100 \end{bmatrix} u \\ y &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} x \end{aligned}$$

其中，

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

若该系统的状态 x_2 不可测量，试设计一个降维状态观测器，使降维观测器的极点为 -10 ，要求写出降维观测器动态方程，并写出状态 x_2 的估计方程。

4. 已知某线性定常系统的传递函数为

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s(s+1)(s+2)}$$

试设计一个带有全维状态观测器的反馈系统，使系统的闭环极点为：

$$s_1 = -2, s_2 = -1 + j, s_3 = -1 - j$$

状态观测器的特征值均为 -5 。要求：给出状态反馈增益矩阵及状态观测器的方程。

5. 设控制系统的状态空间表达式为

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix} w \\ y &= \begin{bmatrix} 6 & 3 \end{bmatrix} x \end{aligned}$$

其中 w 为外部扰动。若取状态反馈 $u = -Kx$ ，

- (1) 能否选取合适的 K ，使输出 y 不受外部扰动 w 的影响？若能，求 K 的表达式；若不能，试求使输出 y 受外部扰动 w 影响最小的 K 的表达式。(5 分)
- (2) 根据 (1) 选取的 K ，求闭环系统的极点。(5 分)
- (3) 画出闭环系统的状态变量图。(5 分)

6. 设控制系统的状态空间表达式为：

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -3 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -4 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 5 & 7 \\ 4 & 3 \\ 0 & 0 \\ 1 & 6 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 & 5 & 0 & 3 \\ 1 & 4 & 0 & 2 & 0 & 7 \end{bmatrix} x$$

- (1) 判别系统的能控性。若系统不是状态完全能控的，指出不能控的状态。(3 分)
- (2) 判别系统的能观性。若系统不是状态完全能观的，指出不能观的状态。(3 分)
- (3) 若 $u = 0$ ，判别自治系统的稳定性。(5 分)
- (4) 若取 $u = -Kx$ ，能否找到一个 K 使闭环系统稳定。若能，求一个使闭环系统稳定的 K ；若不能，说明理由。(4 分)

7. 控制系统如图9.6所示，其中 α_1 、 α_2 、 α_3 为状态反馈系数。

- (1) 写出对象的状态方程；(8 分)
 - (2) 若要求闭环系统的极点为-1,-2,-3, 求 α_1 、 α_2 、 α_3 。(7 分)
8. 系统的传递函数为

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{1}{s(s+1)(s+2)}$$

- (1) 试确定状态反馈矩阵 F ，要求将系统的极点配置在 $s_1 = -2, s_{2,3} = -1 \pm j1$ 位置上。(10 分)
 - (2) 画出具有状态反馈的系统的状态变量图。(5 分)
9. 两个线性定常系统的状态方程为：

$$\text{I. } \dot{X}(t) = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} X(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

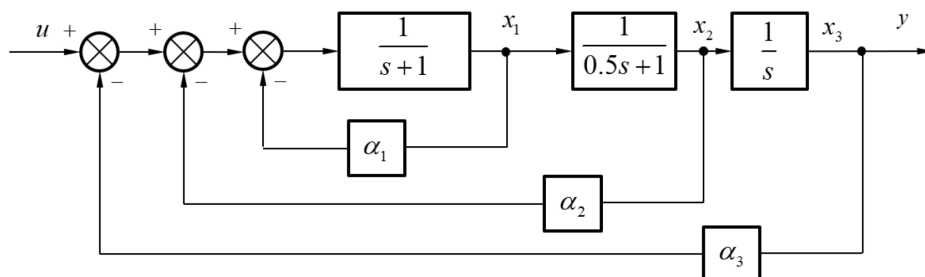


图 9.6

$$\text{II. } \dot{X}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & -3 \end{bmatrix} X(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

- (1) 选出一个可以实施状态反馈的系统，设计状态反馈矩阵 F ，要求反馈系统的特征值为：

$$\lambda_1 = 5, \lambda_{2,3} = -1 \pm j;$$

- (2) 画出具有状态反馈的闭环系统状态变量图。

10. 设系统的状态方程为

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

试确定状态反馈阵 F ，将系统的闭环极点配置在 $s_1 = -1$ 、 $s_2 = -2$ 、 $s_3 = -3$ 及 $s_4 = -4$ 。

11. 已知连续系统动态方程为

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

- (1) 设采样周期为 $T = 1\text{s}$ ，试求离散化动态方程；
- (2) 采样周期满足什么样的条件时，离散化动态系统能控能观？