hw 4:

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 $-5\pm \mathrm{j}5$，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

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

$$y=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\end{bmatrix}x$$

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

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

$$y=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}x$$

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：

$$s_1=-2, s_2=-1+\mathrm{j}, s_3=-1-\mathrm{j}$$

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

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

$$y=\begin{bmatrix}6 & 3\end{bmatrix}x$$

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 $s_1=-2, s_{2,3}=-1\pm \mathrm{j}1$ 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：

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

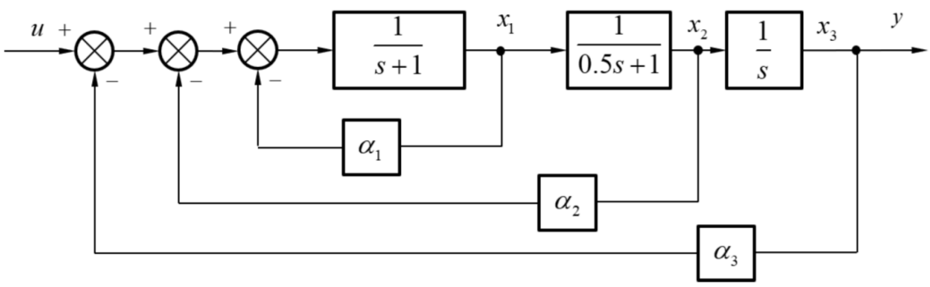

图 9.6

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

(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：

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

(2) 画出具有状态反馈的闭环系统状态变量图。

10. 已知连续系统动态方程为

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

（1）设采样周期为$T = 1s$，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？