现代控制理论第五章习题答案

5-1 解：极点配置希望

$$|sI-(A+BK)|=(s+1)(s+2)(s+3)=s^3+6s^2+11s+6$$

$$\begin{vmatrix} s-1 & 1 & -1 \\ 0 & s-1 & -1 \\ -1-k0 & -k1 & s-1-k2 \end{vmatrix}$$

$$=(s-1)^2(s-1-k2)+(1+k0)-(s-1)(1+k0)-(s-1)k1$$
$$=s^3+6s^2+11s+6 \Rightarrow k0=23 \quad k1=-50 \quad k2=-9$$

所以状态反馈阵为

$$\boldsymbol{K}=[23 \quad -50 \quad -9]$$

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{Kx}+v$$

5-2

解：极点配置希望

$$|sI-(A+BK)|=(s+10)(s^2+2s+4)=s^3+12s^2+24s+40$$

$$\begin{vmatrix} s & -1 & 0 \\ 0 & s+1 & -1 \\ -10k0 & 1-10k1 & s+10-10k2 \end{vmatrix}=(s^2+s)(s+10-10k2)-10k0+s(1-10k1)$$

$$=s^3+12s^2+24s+40 \Rightarrow k0=-4 \quad k1=-1.2 \quad k2=-0.1$$

所以状态反馈阵为

$$\boldsymbol{K}=[-4 \quad -1.2 \quad -0.1]$$

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{Kx}+v$$

5-3（2） 任意配置极点的充要条件是系统能控，检验系统能控性矩阵

$[B \quad AB]=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$满秩，所以系统可以任意配置极点。

（3）$|sI-(A+BK)|=\begin{vmatrix} s+2 & -1 \\ -k0 & s+1-k1 \end{vmatrix}=(s+3)(s+3)$

所以状态反馈阵为

$$\boldsymbol{K}=[-1 \quad -3]$$

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{Kx}+v$$

5-4 对于

$$G(s)=\frac{(s-1)(s+2)}{(s+1)(s-2)(s+3)}=\frac{s^2+s-2}{s^3+2s^2-5s-6}$$

若将其极点配置在-2，-2，-3，则状态反馈系统传函为

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

若$G(s)$用能控标准 I 型实现

$$\mathrm{A}=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 6 & 5 & -2 \end{bmatrix} \quad B=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C=[-2 \quad 1 \quad 1]$$

则状态反馈系统实现仍为能控标准 I 型

$$\boldsymbol{A}+\boldsymbol{BK}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ 6+k0 & 5+k1 & -2+k2\end{bmatrix}\quad \boldsymbol{B}=\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}\quad \boldsymbol{C}=[-2\quad 1\quad 1]$$

系统特征方程为

$$s^3+(2-k2)s^2-(5+k1)s-(6+k0)=(s+2)(s+2)(s+3)=s^3+7s^2+16s+12$$

所以状态反馈阵为 $\boldsymbol{K}=[-18\quad -21\quad -5]$

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{Kx}+v$$

5-5 如果系统完全能控，其极点可任意配置，一定可以通过状态反馈镇定；若系统不完全能控，则采用状态反馈能镇定的充要条件是其不能控子系统为渐进稳定。

（1） 系统能观性矩阵为

$$[B\quad AB\quad A^2B]=\begin{bmatrix}2 & -4 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 1 & 1 & -5\end{bmatrix}$$

满秩，完全能控，所以系统可以通过状态反馈镇定。

（2）系统实现为约当标准型，两个约当块最后一行对应的 B 阵都为零，所以系统不完全能控。但系统的特征值为-2，-2，-2，-5，-5，都是稳定极点，所以其不能控子系统为渐进稳定，系统可以通过状态反馈镇定。

5-6

解：（1）$|sI-A|=s^2(s^2-11)$

由于系统矩阵存在正的特征根，所以系统不稳定。

（2）由于 rank(M)=4,故可知系统能够镇定。不妨假设要求匹配的极点为-1，-2，-2.5，-4.

$$|sI-(A+BK)|=\begin{vmatrix}s & -1 & 0 & 0\\ -k0 & s-k1 & 1-k2 & -k3\\ 0 & 0 & s & -1\\ k0 & k1 & k2-11 & s+k3\end{vmatrix}=(s+1)(s+2)(s+2.5)(s+4)$$

$$=s^4+9.5s^3+31.5s^2+43s+20$$

可得出$\boldsymbol{K}=[2\quad 4.3\quad 44.5\quad 13.8]$。

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{Kx}+v$$

5-7 设计一个前馈补偿器，使系统

$$W(s)=\begin{bmatrix}\dfrac{1}{s+1} & \dfrac{1}{s+2}\\ \dfrac{1}{s(s+1)} & \dfrac{1}{s}\end{bmatrix}$$

解耦，且解耦后的极点为$-1,-1,-2,-2$。

解：$W(s)=W_0(s)W_d(s)$

$$W_d(s)=W_0(s)^{-1}W\ \ (s)$$

$$W_0(s)^{-1}=\frac{1}{\frac{1}{s(s+1)}-\frac{1}{s(s+1)(s+2)}}\begin{bmatrix}\frac{1}{s} & \frac{-1}{s+2}\\ \frac{-1}{s(s+1)} & \frac{1}{s+1}\end{bmatrix}$$

$$=s(s+2)\begin{bmatrix}\frac{1}{s} & \frac{-1}{s+2}\\ \frac{-1}{s(s+1)} & \frac{1}{s+1}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}s+2 & -s\\ \frac{-(s+2)}{s+1} & \frac{s(s+2)}{s+1}\end{bmatrix}$$

$$W_d(s)=W_0(s)^{-1}W(s)$$

$$=\begin{bmatrix}s+2 & -s\\ \frac{-(s+2)}{s+1} & \frac{s(s+2)}{s+1}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\frac{1}{(s+1)^2} & 0\\ 0 & \frac{1}{(s+2)^2}\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}\frac{s+2}{(s+1)^2} & \frac{-s}{(s+2)^2}\\ \frac{-(s+2)}{(s+1)^3} & \frac{s}{(s+1)(s+2)}\end{bmatrix}$$

5-9

解：选取如下形式的动态补偿器$\begin{cases}\dot{z}=Fz+Hx\\ u=Nz+Mx\end{cases}$可知$A_c=\begin{bmatrix}A+BM & BN\\ H & F\end{bmatrix}$

等价于$A'=\begin{bmatrix}A & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}, B'=\begin{bmatrix}B & 0\\ 0 & I\end{bmatrix}, K=\begin{bmatrix}M & N\\ H & F\end{bmatrix}$,因此对等价系统进行极点配置可得$K=$

$\begin{bmatrix}-5 & 5 & 0 & 0\\ 0 & 0 & -2 & 0\\ 0 & 0 & 0 & -1\end{bmatrix}$，故有$M=[-5\quad 5], N=0, H=0, F=\begin{bmatrix}-2 & 0\\ 0 & -1\end{bmatrix}$。

5-10 已知系统：

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

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

试设计一个状态观测器，使观测器的极点为-r，-2r(r>0)。

解：因为$N=\begin{bmatrix}c\\ cA\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix}$满秩，系统能观，可构造观测器。

引入反馈阵$G=\begin{bmatrix}g_1\\ g_2\end{bmatrix}$，使得观测器特征多项式等于期望特征式：

$$|sI-(A-GC)|=\begin{vmatrix}s+g_1 & -1\\ g_2 & s\end{vmatrix}=(s+r)(s+2r)$$

$$s^2+g_1s+g_2=s^2+3rs+2r^2\Rightarrow g_1=3r,\ g_2=2r^2\Rightarrow G=\begin{bmatrix}3r\\ 2r^2\end{bmatrix}$$

观测器方程为：

$$\begin{aligned}\dot{\hat{x}} &= (A-Gc)\hat{x}+bu+Gy \\ &= \begin{bmatrix} -3r & 1 \\ -2r^2 & 0 \end{bmatrix}\hat{x}+\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}u+\begin{bmatrix} 3r \\ 2r^2 \end{bmatrix}y\end{aligned}$$

5-11 （1）解：因为$N=\begin{bmatrix} c \\ cA \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{bmatrix}$满秩，系统能观，可构造全维观测器。

引入反馈阵$G=\begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \end{bmatrix}$，使得观测器特征多项式等于期望特征式：

$$|sI-(A-GC)|=\begin{vmatrix} s+2+g_1 & -1 \\ g_2 & s+1 \end{vmatrix}=(s+3)(s+3)$$

$$s^2+(3+g_1)s+2+g_1+g_2=s^2+6s+9 \Rightarrow g_1=3,\ \ g_2=4 \Rightarrow G=\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

全维观测器方程为：

$$\dot{\hat{x}}=(A-GC)\hat{x}+Bu+Gy=\begin{bmatrix} -5 & 1 \\ -4 & -1 \end{bmatrix}\hat{x}+\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}u+\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}y$$

（2）构造降维观测器。已知原系统x_2不能测取，需要构造观测器。

$$\begin{cases} \dot{x}_1=-2x_1+x_2 \\ \dot{x}_2=-x_2+u \\ y=x_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{y}+2y=x_2 & \text{输出方程} \\ \dot{x}_2=-x_2+u & \text{状态方程} \end{cases}$$

系统矩阵为$A_{22}=[-1]$，输出矩阵为$A_{12}=[1]$，将观测器极点配置在-3，则反馈阵$G=2$。构造降维观测器：

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}}_2=-3\hat{x}_2+2(\dot{y}+2y)+u \\ \hat{x}_2=w+2y \\ \hat{x}=\begin{bmatrix} y \\ \hat{x}_2 \end{bmatrix} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{w}=-3(w+2y)+4y+u=-3\mathrm{w}-2y+u \\ \hat{x}=\begin{bmatrix} y \\ w+2y \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}w+\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}y \end{cases}$$

5-12 解：（张老师的做法：现推公式）

$$\begin{cases} \dot{x}_1=x_2 \\ \dot{x}_2=x_3 \\ \dot{x}_3=u \\ y=x_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{y}=x_2 \\ \dot{x}_2=x_3 \\ \dot{x}_3=u \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{y}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} & \text{输出方程} \\ \begin{bmatrix} \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}u & \text{状态方程} \end{cases}$$

对x_2、x_3构造降维观测器，期望极点在-4，-5，则

$$|sI-(A'-GC')|=\left|sI-\left(\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}-\begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}\right)\right|=(s+4)(s+5) \Rightarrow \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 9 \\ 20 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases}\begin{bmatrix}\dot{\hat{x}}_2\\ \dot{\hat{x}}_3\end{bmatrix}=\left(\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}9\\20\end{bmatrix}[1\quad 0]\right)\begin{bmatrix}\hat{x}_2\\ \hat{x}_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}9\\20\end{bmatrix}\dot{y}\\ \begin{bmatrix}\hat{x}_2\\ \hat{x}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}w_2\\ w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}9\\20\end{bmatrix}y\\ \hat{x}=\begin{bmatrix}y\\ \hat{x}_2\\ \hat{x}_3\end{bmatrix}\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\begin{bmatrix}\dot{w}_2\\ \dot{w}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-9&1\\-20&0\end{bmatrix}\left(\begin{bmatrix}w_2\\ w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}9\\20\end{bmatrix}y\right)+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u=\begin{bmatrix}-9&1\\-20&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_2\\ w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}-61\\-180\end{bmatrix}y\\ \hat{x}=\begin{bmatrix}y\\ \hat{x}_2\\ \hat{x}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_2\\ w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\9\\20\end{bmatrix}y\end{cases}$$

（史老师的做法：代公式）

可知有

$$A_{11}=[0],A_{12}=[1\quad 0],A_{21}=\begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix},A_{22}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix},B_1=[0],B_2=\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix};$$

要求$A_{22}+LA_{12}$的极点为-4，-5 可得$L=\begin{bmatrix}-9\\-20\end{bmatrix}$,

降维观测器为

$$\begin{cases}\dot{z}=(A_{22}+LA_{12})z+[(A_{21}+LA_{11})-(A_{22}+LA_{12})L]y+(B_2+LB_1)u\\ \hat{x}=Q_2z+(Q_1-Q_2L)y\end{cases}$$

其中$Q_1=\begin{bmatrix}1\\0\\0\end{bmatrix},Q_2=\begin{bmatrix}0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}$

代入数据可得降维观测器为

$$\begin{cases}\dot{z}=\begin{bmatrix}-9&1\\-20&0\end{bmatrix}z-\begin{bmatrix}61\\180\end{bmatrix}y+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u\\ \hat{x}=\begin{bmatrix}0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}z+\begin{bmatrix}1\\9\\20\end{bmatrix}y\end{cases}$$

5-13 被控对象传函为$\frac{1}{s^3}$，其能控标准 I 型为

$$\boldsymbol{A}=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\0&0&0\end{bmatrix}\quad \boldsymbol{B}=\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}\quad \boldsymbol{C}=[1\quad 0\quad 0]$$

（1） 设计状态反馈

$$|s\boldsymbol{I}-(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{BK})|=(s+3)(s^2+s+1)=s^3+4s^2+4s+3$$

$$\boldsymbol{K}=[-3\quad -4\quad -4]$$

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{K}\hat{\boldsymbol{x}}+v$$

（2） 设计极点为-5 的降维观测器

$$\begin{cases}\dot{x}_1=x_2\\ \dot{x}_2=x_3\\ \dot{x}_3=u\\ y=x_1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\dot{y}=x_2\\ \dot{x}_2=x_3\\ \dot{x}_3=u\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\dot{y}=[1\quad 0]\begin{bmatrix}x_2\\ x_3\end{bmatrix} & \text{输出方程}\\ \begin{bmatrix}\dot{x}_2\\ \dot{x}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_2\\ x_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u & \text{状态方程}\end{cases}$$

对x_2、x_3构造降维观测器，期望极点在-5，-5，则

$$|sI-(A'-GC')|=\left|sI-(\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}g_1\\g_2\end{bmatrix}[1\quad 0])\right|=(s+5)(s+5)\Rightarrow\begin{bmatrix}g_1\\g_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}10\\25\end{bmatrix}$$

$$\begin{cases}\begin{bmatrix}\dot{\hat{x}}_2\\\dot{\hat{x}}_3\end{bmatrix}=\left(\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}10\\25\end{bmatrix}[1\quad 0]\right)\begin{bmatrix}\hat{x}_2\\\hat{x}_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}10\\25\end{bmatrix}\dot{y}\\\begin{bmatrix}\hat{x}_2\\\hat{x}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}w_2\\w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}10\\25\end{bmatrix}y\\\hat{x}=\begin{bmatrix}y\\\hat{x}_2\\\hat{x}_3\end{bmatrix}\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\begin{bmatrix}\dot{w}_2\\\dot{w}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-10&1\\-25&0\end{bmatrix}\left(\begin{bmatrix}w_2\\w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}10\\25\end{bmatrix}y\right)+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u=\begin{bmatrix}-10&1\\-25&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_2\\w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}-75\\-250\end{bmatrix}y\\\hat{x}=\begin{bmatrix}y\\\hat{x}_2\\\hat{x}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_2\\w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\10\\25\end{bmatrix}y\end{cases}$$

（3）　从（2）的降维观测器的状态方程可知

$$\begin{bmatrix}w_2(s)\\w_3(s)\end{bmatrix}=\left(sI-\begin{bmatrix}-10&1\\-25&0\end{bmatrix}\right)^{-1}\left(\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}U(s)+\begin{bmatrix}-75\\-250\end{bmatrix}Y(s)\right)$$

$$=\begin{bmatrix}\frac{1}{(s+5)^2}\\\frac{s+10}{(s+5)^2}\end{bmatrix}U(s)+\begin{bmatrix}\frac{-75s-250}{(s+5)^2}\\\frac{-250s-625}{(s+5)^2}\end{bmatrix}Y(s)$$

按（1）（2）的结果，状态反馈的输出为

$$\hat{y}=K\hat{x}=[-3\quad -4\quad -4]\left(\begin{bmatrix}0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_2\\w_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\10\\25\end{bmatrix}y\right)=[-4\quad -4]\begin{bmatrix}w_2\\w_3\end{bmatrix}-143y$$

$$\hat{Y}(s)=[-4\quad -4]\left(\begin{bmatrix}\frac{1}{(s+5)^2}\\\frac{s+10}{(s+5)^2}\end{bmatrix}U(s)+\begin{bmatrix}\frac{-75s-250}{(s+5)^2}\\\frac{-250s-625}{(s+5)^2}\end{bmatrix}Y(s)\right)-143Y(s)$$

$$=\frac{-4-4(s+10)}{(s+5)^2}U(s)+\left(\frac{-4(-75s-250)-4(-250s-625)}{(s+5)^2}-143\right)Y(s)$$

$$=\frac{-44-4s}{(s+5)^2}U(s)+\frac{-143s^2-130s-75}{(s+5)^2}Y(s)$$

等效的串联校正

$$W_{G1}(s)=(1-\frac{-44-4s}{(s+5)^2})^{-1}=\frac{(s+5)^2}{s^2+14s+69}$$

反馈校正装置为

$$W_{G2}(s)=\frac{-143s^2-130s-75}{(s+5)^2}$$

5-13 被控对象传函为$\frac{1}{s^3}$，其能观标准 II 型为（不同实现对应的状态反馈和观测器设计都不同）

$$A=\begin{bmatrix}0&0&0\\1&0&0\\0&1&0\end{bmatrix}\quad B=\begin{bmatrix}1\\0\\0\end{bmatrix}\quad C=[0\quad 0\quad 1]$$

（4）　设计状态反馈

$$|sI-(A+BK)|=(s+3)(s^2-s+1)=s^3+2s^2-2s+3$$

$$K=[-2\quad 2\quad -3]$$

状态反馈控制律为

$$u=\boldsymbol{K\hat{x}}+v$$

（5）　设计极点为-5 的降维观测器

$$\begin{cases}\dot{x}_1=u\\ \dot{x}_2=x_1\\ \dot{x}_3=x_2\\ y=x_3\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\dot{y}=[0\quad 1]\begin{bmatrix}x_1\\x_2\end{bmatrix} & \text{输出方程}\\ \begin{bmatrix}\dot{x}_1\\\dot{x}_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&0\\1&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\x_2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}u & \text{状态方程}\end{cases}$$

对x_1、x_2构造降维观测器，期望极点在-5，-5，则

$$|sI-(A'-GC')|=\left|sI-\left(\begin{bmatrix}0&0\\1&0\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}g_1\\g_2\end{bmatrix}[0\quad 1]\right)\right|=(s+5)(s+5)\Longrightarrow\begin{bmatrix}g_1\\g_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}25\\10\end{bmatrix}$$

$$\begin{cases}\begin{bmatrix}\dot{\hat{x}}_1\\\dot{\hat{x}}_2\end{bmatrix}=\left(\begin{bmatrix}0&0\\1&0\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}25\\10\end{bmatrix}[0\quad 1]\right)\begin{bmatrix}\hat{x}_1\\\hat{x}_2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}25\\10\end{bmatrix}\dot{y}\\ \begin{bmatrix}\hat{x}_1\\\hat{x}_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}w_1\\w_2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}25\\10\end{bmatrix}y\\ \hat{x}=\begin{bmatrix}\hat{x}_1\\\hat{x}_2\\y\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}w+\begin{bmatrix}25\\10\end{bmatrix}y\\y\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1&0\\0&1\\0&0\end{bmatrix}w+\begin{bmatrix}25\\10\\1\end{bmatrix}y\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\dot{w}=\begin{bmatrix}0&-25\\1&-10\end{bmatrix}\left(w+\begin{bmatrix}25\\10\end{bmatrix}y\right)+\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}u=\begin{bmatrix}0&-25\\1&-10\end{bmatrix}w+\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}-250\\-75\end{bmatrix}y\\ \hat{x}=\begin{bmatrix}1&0\\0&1\\0&0\end{bmatrix}w+\begin{bmatrix}25\\10\\1\end{bmatrix}y\end{cases}$$