

$$\dot{x}_1 = x_5$$

$$\dot{x}_2 = x_5$$

$$\dot{x}_3 = x_{45}$$

$$\dot{x}_4 = x_{45}$$

$$\dot{x}_5 = x_{45}$$

$$\dot{x}_6 = x_5$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \frac{b^3}{m_s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \frac{R_s}{m_{us}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \frac{b^3}{m_s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & \frac{bs}{m_s} \\ \frac{bs}{m_s} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & \frac{R_s}{m_s} \\ -\frac{bs}{m_s} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -\frac{(R_s + R_t)}{m_{us}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -\frac{bs}{m_s} \\ -\frac{bs}{m_s} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ f_s \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -\frac{R_s}{m_s} \\ -\frac{R_s}{m_{us}} & \frac{R_s}{m_{us}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_5 \\ x_6 \\ x_5 - x_{45} \\ x_5 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & \frac{bs}{m_s} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_5 \\ \dot{x}_6 \\ \dot{x}_5 - x_{45} \\ \ddots \\ \dot{x}_5 \end{bmatrix}$$