

## Ejercicio 2

Hallar la expresión en el espacio de estados de el siguiente sistema de ED

$$(M+m)\ddot{x} + ml\ddot{\theta} = u \quad (1)$$

$$(I + ml^2)\ddot{\theta} + ml\ddot{x} = mgl\theta \quad (2)$$

Despejando  $\ddot{x}$  de (1)

$$\ddot{x} = \frac{u - ml\ddot{\theta}}{M+m} \quad (3)$$

Despejo  $\ddot{\theta}$  de (2)

$$\ddot{\theta} = \frac{mgl\theta - ml\ddot{x}}{I + ml^2}$$

Plantas de los variables de estado

$$q_1 = \theta$$

$$q_2 = \dot{q}_1 = \dot{\theta}$$

$$q_3 = \ddot{q}_1 = \ddot{\theta}$$

$$q_4 = x$$

$$q_5 = \dot{q}_4 = \dot{x}$$

$$q_6 = \ddot{q}_4 = \ddot{x}$$

Planteo las E6

$$q_5 = \frac{U}{M+m} - \frac{m l q_3}{M+m}$$

$$\ddot{q}_2 = \frac{m g l}{I + m l} q_1 - \frac{m l q_6}{I + m l}$$

Planteo la matriz

$$\begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \\ \ddot{q}_3 \\ \ddot{q}_4 \\ \ddot{q}_5 \\ \ddot{q}_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{m g l}{I + m l} & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{m l}{I + m l} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{m l}{M+m} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ q_5 \\ q_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{1}{M+m} \end{bmatrix} U$$

$$\begin{bmatrix} \theta \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ q_5 \\ q_6 \end{bmatrix}$$