

MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN SISTEMA DE PÉNDULO INVERTIDO PARA CONTROLAR EL BALANCE DE UNA GRÚA



Servomotor Quanser QUBE-Servo 2
Fuente: Quanser. (2020). Ficha técnica de Quanser QUBE-Servo 2.

INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS

- Sistemas de péndulo → problemas esenciales para la Ingeniería de Control.
- Este proyecto se centra en el *Péndulo de Furuta*.
 - Trabajamos con un *Péndulo de Furuta* real, el servomotor Quanser QUBE-Servo 2.
 - Sistema físico asimilable a una grúa con carga colgante. ← Enfoque del Proyecto.
- Objetivos: Modelar, simular y controlar un *Péndulo de Furuta*, concretamente el servomotor Quanser QUBE-Servo 2.

MODELADO

Sistema:

Diagrama del sistema físico que representa el servomotor
Fuente: Quanser. (2019). Documento de modelado en espacio estado del péndulo invertido de Quanser QUBE-Servo 2.

Modelado en Espacio Estado

Estados

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \\ x4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta \\ \alpha \\ \dot{\theta} \\ \dot{\alpha} \end{pmatrix}$$

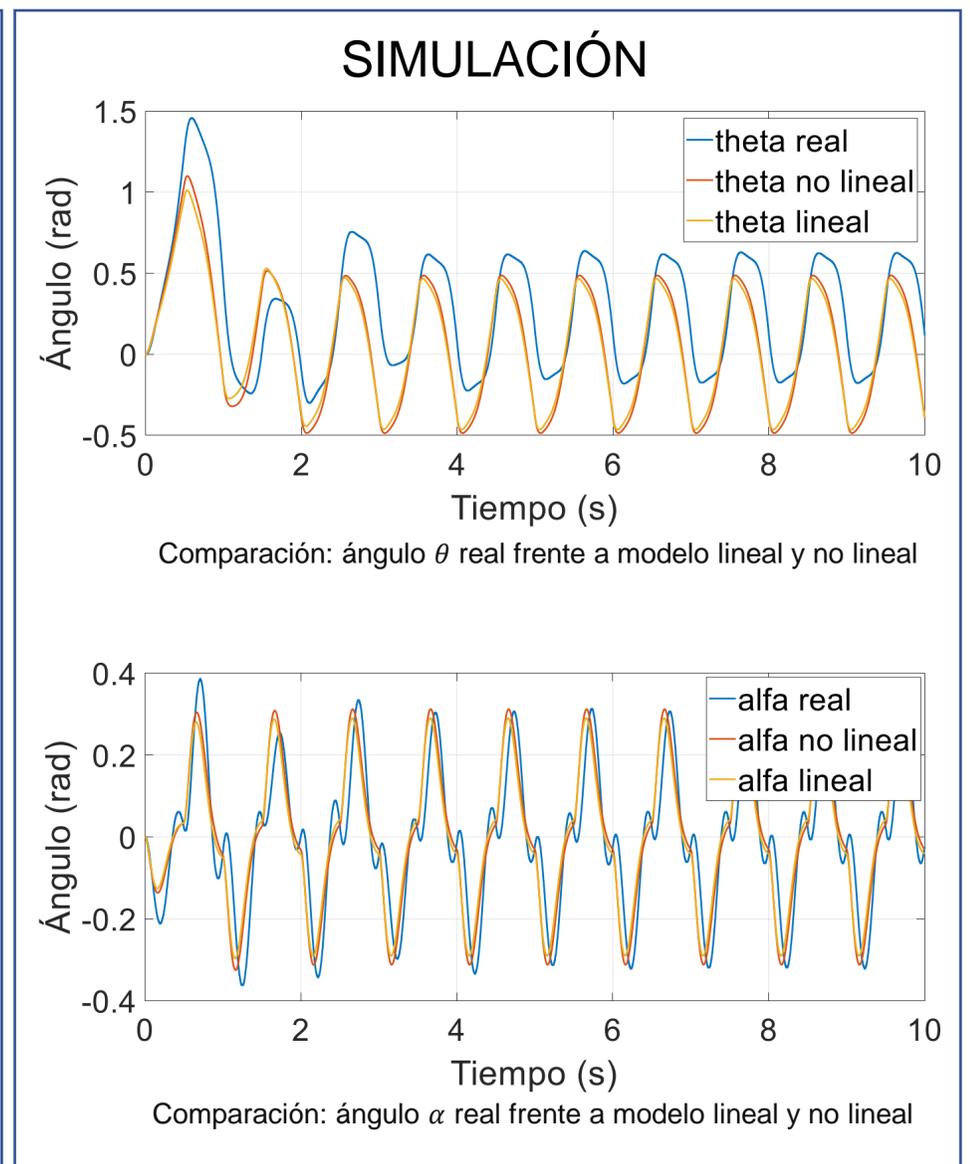
Entrada

\vec{u} = Tensión aplicada al servomotor

Salidas

$$\vec{y} = \begin{pmatrix} y1 \\ y2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta \\ \alpha \end{pmatrix}$$

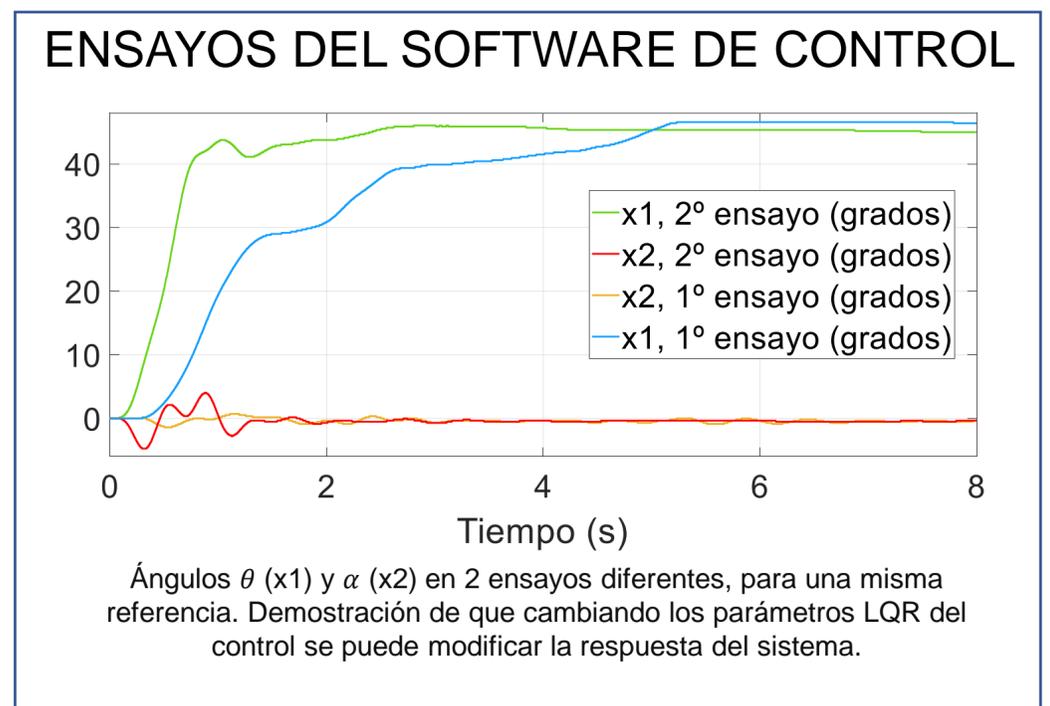
Ecuaciones del sistema → Ecuación de Euler – Lagrange

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dL}{dq_i} \right) - \frac{dL}{dq_i} = Q_i$$


CONTROL

- Realimentación del vector de estado con seguimiento de referencia
 - Referencia → ángulo θ del brazo deseado
- Control LQR
- Estimador de orden reducido
- En Simulink

Esquema de realimentación del vector de estado
Fuente: Katsuhiko Ogata. (2010). Ingeniería de control moderna (5ta ed.). Pearson.



CONCLUSIONES: El modelo, tanto lineal como no lineal, se ajusta satisfactoriamente al comportamiento real del servomotor. El software de control diseñado hace que el sistema siga la referencia con éxito. El control LQR, además, permite cambiar la respuesta del sistema fácilmente.