

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
SECCIÓN DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA



## **Teoría de Control 2**

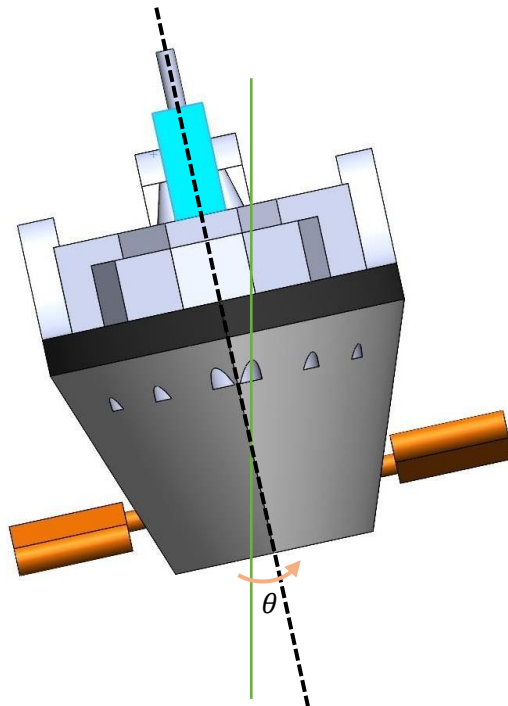
Laboratorio N° 2

**Introducción al diseño de sistemas de control continuo con  
variables de estado**

**2024-1**

## 1. Planta

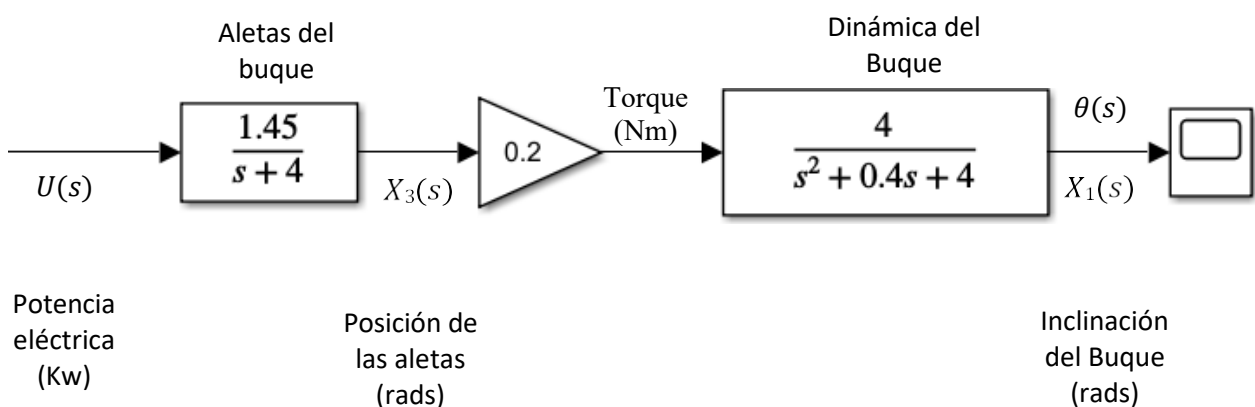
- El balanceo de un barco puede ser regulado empleando aletas que se proyectan en el agua para generar un torque de estabilización.



- El desplazamiento de las aletas es controlado por actuadores y se asume que **el torque generado** por las aletas **es proporcional** a su desplazamiento.

## 2. Diagrama de Bloques

Se muestra el diagrama de bloques de este sistema



### 3. Desarrollo

#### *Calculando a mano alzada*

- a) En base al modelo en Espacio de Estados, determinar si la planta (barco) es estable y controlable. **(1 punto)**

#### *Diseño de un regulador*

Se requiere diseñar un sistema de control de la inclinación para el barco considerando:

$$M_p \leq 15\%$$
$$T_{es} \approx 4 \text{ segundos}$$

Esto quiere decir que, si el barco es afectado por una ola y la inclinación cambia, entonces la inclinación deberá recuperarse a 0 grados en 4 segundos y con un sobre impulso menor o igual de 15%.

Considerar el esquema mostrado a continuación:

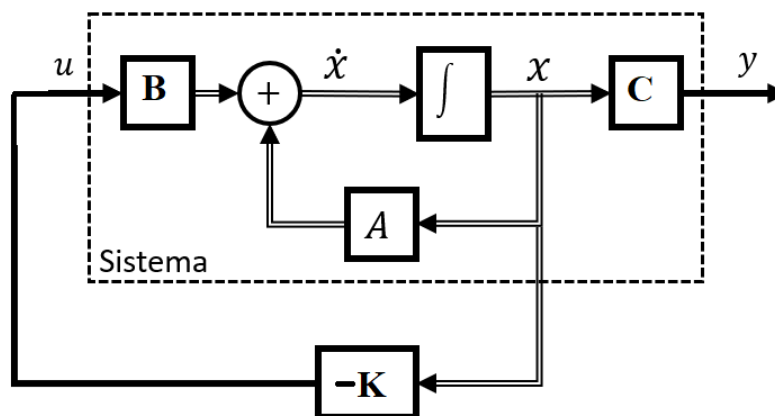
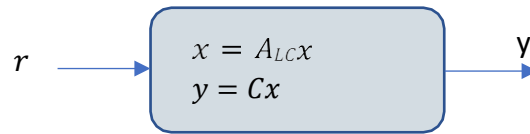


Figura 1. Esquema de control.

El sistema de control puede simplificarse a:



Donde:

$$A_{LC} = A - BK$$

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

$$K = [k_1 \quad k_2 \quad \dots \quad k_n]$$

#### Usando una calculadora

- b) Diseñar el controlador a **mano alzada (deberá adjuntar un PDF)**, comparando el polinomio característico deseado y el polinomio característico de lazo cerrado.

Verificar su solución usando la fórmula de Ackermann.

**(4.0 puntos)**

#### Usando Matlab

- a) Defina las matrices A, B y C del sistema original y obtenga las ganancias del controlador usando la fórmula de Ackerman

**(1.0 puntos)**

#### Usando Simulink y Simscape

- a) Elaborar el diagrama del **sistema de control conectando el regulador con el simulador del barco** y considerar una condición inicial de 12 grados de inclinación, velocidad de inclinación del barco de -8 grados/seg. y una posición de las aletas de -10 grados. Realizar las simulaciones necesarias usando la planta REAL y el diagrama del regulador construido; probar cambiando las condiciones iniciales o colocar perturbaciones para tiempos distintos de cero (puede usarse el bloque step y colocar un step time de 6 segundos y un valor final de 0.15, por ejemplo).

**(2.0 puntos)**