

# **APLICACIÓN DE PERTURBACIONES CUBICAS A** **SISTEMAS LINEALES CONTROLADOS POR** **REALIMENTACION DE ESTADOS**

**DIEGO FERNANDO PIARPUZAN ESTUPIÑAN**

**DIRECTORA: FABIOLA ANGULO GARCÍA**

**MAESTRIA EN INGENIERIA - AUTOMATIZACION INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE MANIZALES**

---

## **INTRODUCCION**

Debido a que muchos de los sistemas reales son no lineales, algunos campos de investigación en control de procesos químicos, control-diseño aeronáutico, robótica, ingeniería biomédica, instrumentación eléctrica y electrónica, etc., han incentivado recientemente el desarrollo y aplicación de metodologías de control no lineal, motivados principalmente por el mejoramiento de los sistemas de control existentes. Es así como el control no lineal es un tema de investigación activo en diversas publicaciones e importantes textos como Khalil (1996), Vidyasagar (2002), Slotine (1993), etc.

Con el diseño de la ley de control, su posterior análisis, simulación y ajuste de parámetros para el sistema, es posible plantear modificaciones para mejorar el desempeño del controlador, siendo un objetivo por ejemplo, la reducción del *esfuerzo de control*. La reducción *del esfuerzo de control* en una planta implica una disminución en el desgaste del hardware del sistema de control, menores costos de implementación, menor desgaste en actuadores y por ende menores costos de operación, menos desperdicio de materia prima y mejor desempeño del sistema de control.

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un controlador no lineal por realimentación de estados, aplicable a sistemas lineales, con el cual se obtenga menor esfuerzo de control y se garantice la robustez ante perturbaciones acotadas.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una revisión bibliográfica constante acerca de las estrategias de diseño de controladores no lineales enfocados a la reducción del esfuerzo de control.
- Plantear un modelo unidimensional, realizando el tratamiento analítico necesario para determinar las condiciones suficientes y necesarias que den estabilidad al sistema y reduzcan el esfuerzo de control producido con una ley de control cúbica respecto a una ley de control de realimentación de estados lineal.
- Extender el modelo unidimensional a un modelo  $n$  – dimensional, realizando el tratamiento analítico necesario para determinar las condiciones suficientes y necesarias que den estabilidad al sistema y reduzcan el esfuerzo de control producido con una ley de control cúbica producido con una ley de control cúbica.
- Analizar la estabilidad del sistema  $n$  – dimensional controlado por la ley de realimentación perturbada.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación dará continuidad a un trabajo propuesto por (Angulo, 2009) y desarrollará el diseño de una clase de controladores no lineales para un sistema lineal de orden  $n$ , garantizando la robustez del sistema ante entradas acotadas. Inicialmente se parte del procedimiento de diseño de un control lineal por realimentación de estado y posteriormente se introduce una perturbación polinomial cúbica para disminuir el *esfuerzo de control*. Algunas de las expresiones matemáticas del diseño del controlador se muestran a continuación:

- Sistema de lineal de primer orden con una señal de control:

$$\frac{dx}{dt} = -x + u \quad (1)$$

- Técnica de desplazamiento de polos:

$$u = -kx \quad (2)$$

La perturbación no lineal de la señal de control, tiene la forma:

$$u_p = -kx + \alpha x^3 \quad (3)$$

Tenemos la dinámica del lazo cerrado, según (4):

$$\frac{dx}{dt} = -(1 + k)x + \alpha x^3 \quad (4)$$

El esfuerzo de control se calculará según (5):

$$C_e = \int_0^{\infty} u^2 dt \quad (5)$$

APLICACIÓN DE PERTURBACIONES CUBICAS A SISTEMAS LINEALES CONTROLADOS POR REALIMENTACION DE ESTADOS