

# Mejorando el Rendimiento de un Controlador PID en Circuitos RLC mediante Optimización Metaheurística

ICAppLEC 2023

---

Francisco Javier Moreno Vazquez

13 de octubre de 2023

División de Ingenierías Campus Irapuato - Salamanca

1. Introducción
2. Base Teórica
3. Metodología Propuesta
4. Resultados
5. Bibliografía

# Introducción

---

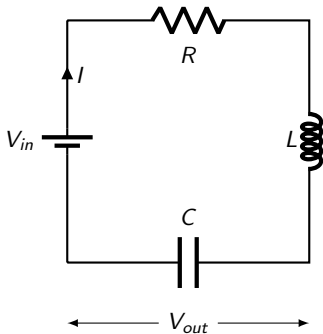
Esta investigación destaca la importancia de las técnicas de optimización meta heurísticas en el ámbito de los sistemas de control, ejemplificando su potencial para mejorar el rendimiento de un controlador PID, no solo en circuitos RLC, sino en diversos sistemas de control.

El enfoque del caso de estudio se centró en un circuito RLC debido a su facilidad de análisis y las particularidades que suelen surgir al intentar implementar un control en este tipo de sistemas.

# Base Teórica

---

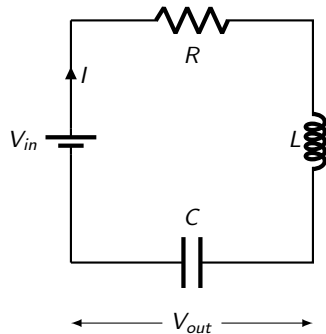
# ¿Qué es un Circuito RLC?



- Es un circuito lineal que contiene una resistencia eléctrica, una bobina y un capacitor.
- Son generalmente utilizados para realizar filtros de frecuencias, o de transformadores de impedancia.

# Importancia de los Circuitos RLC

- Mediante un análisis simple de circuitos se puede llegar a la ecuación que lo describe.
- Es un modelo didáctico de sistemas de control.





# Controlador PID

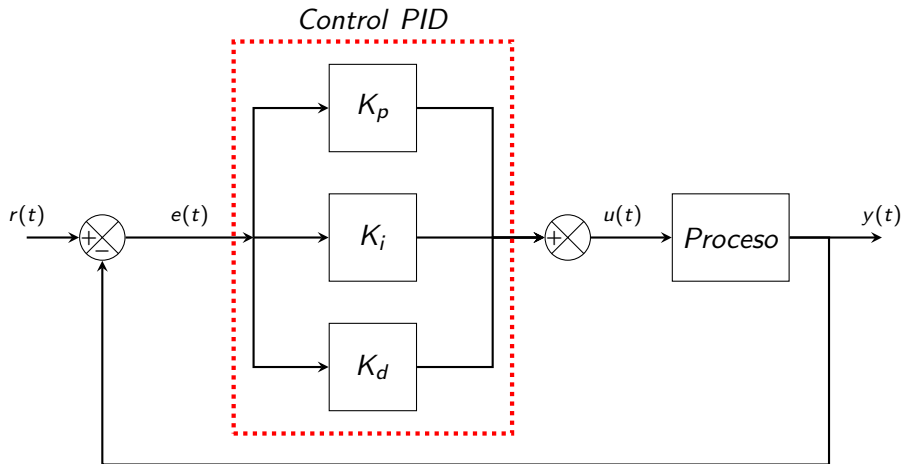
Un controlador PID, Proporcional-Integral-Derivativo, es un sistema que se utiliza para controlar la salida de un proceso, son fáciles de implementar y logran alcanzar buenas estabilidades **según la sintonización**.

Funciona comparando la salida deseada con la salida real, calculando un error y luego ajustando la entrada para minimizar ese error.

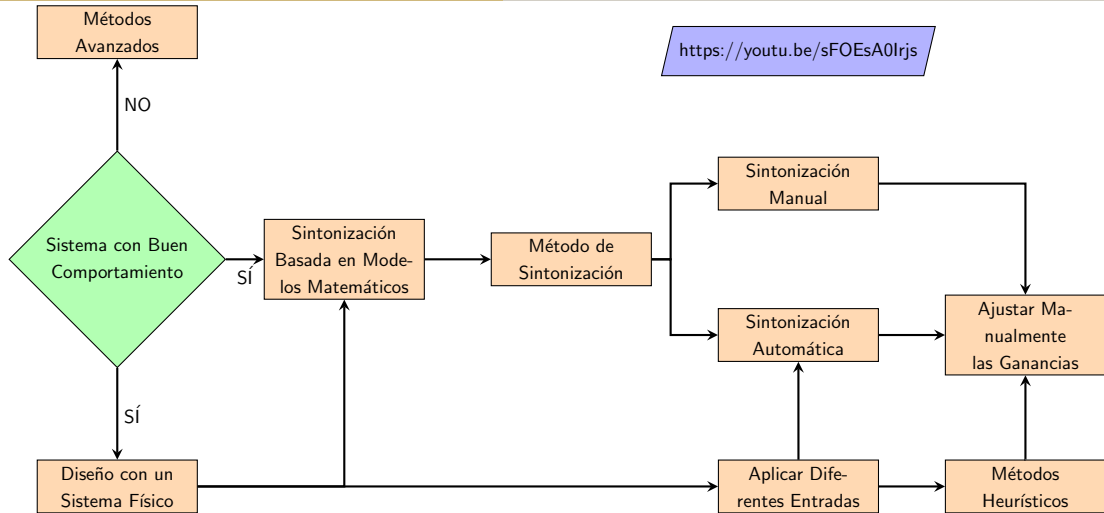
$$\underbrace{u(t)}_{\text{Señal de Control}} = \underbrace{K_p e(t)}_{\text{Error Proporcional}} + \underbrace{K_i \int e(t) dt}_{\text{Error Integral}} + \underbrace{K_d \frac{d}{dt} (e(t))}_{\text{Error Derivativo}}$$

donde  $e(t) = \text{valor}_{\text{referencia}} - \text{valor}_{\text{muestreado}}$ .

# Esquema Clásico de Control PID



# Sintonización de un Control PID



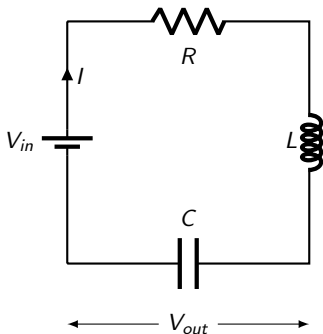
# Importancia de la Sintonización

- Mejor Sintonización = Mayor Estabilidad = Menor Error
- Los métodos heurísticos pueden llevar al sistema a zonas peligrosas.
- **Muchos sistemas no se pueden sintonizar usando métodos heurísticos.**
- **Las ganancias obtenidas por métodos heurísticos no son las mejores, son solo una aproximación.**

# Metodología Propuesta

---

# Parámetros RLC



Los valores utilizados para el circuito RLC:

- $R = 10\Omega$
- $L = 100mH$
- $C = 100nF$

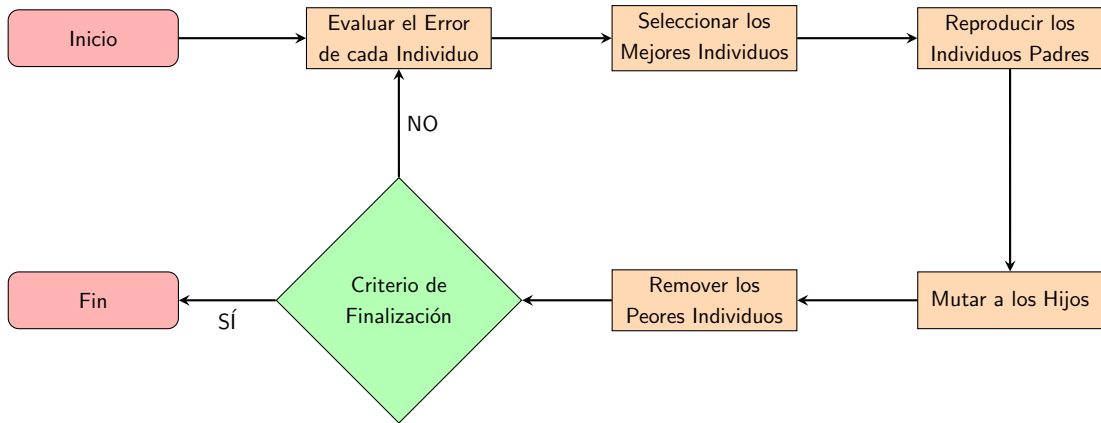
La ecuación que rige el sistema es:

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1}$$

Los algoritmos de optimización metaheurística buscan soluciones óptimas para problemas complejos que no pueden resolverse fácilmente con métodos tradicionales.

Estos algoritmos se basan en principios inspirados en la naturaleza y la evolución, y funcionan explorando de manera inteligente el espacio de soluciones para encontrar la mejor combinación posible de parámetros o variables.

# Optimización por Algoritmos Genéticos

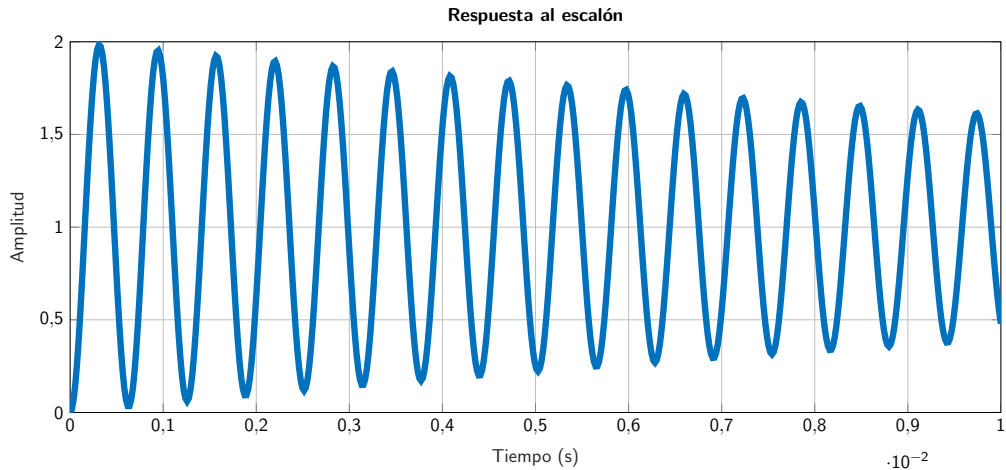




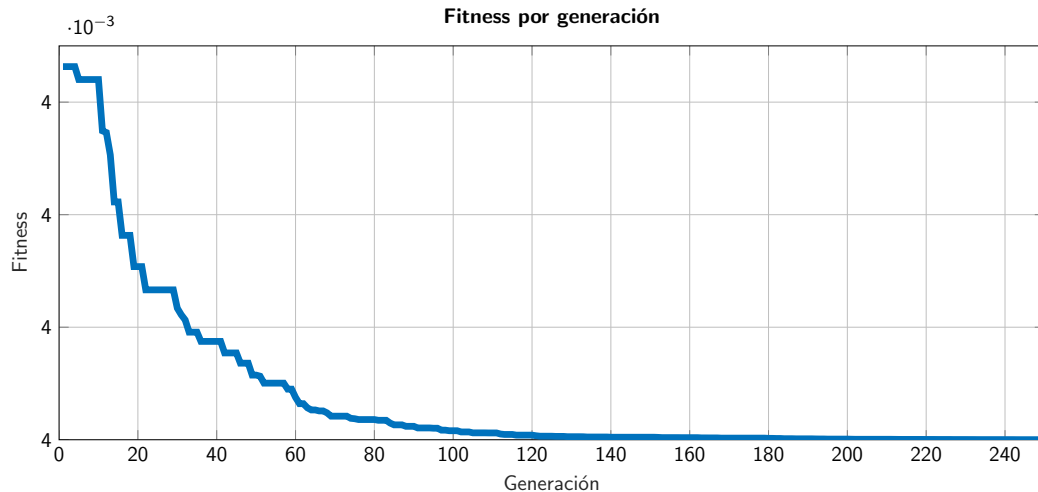
# Resultados

---

# Respuesta al Escalón



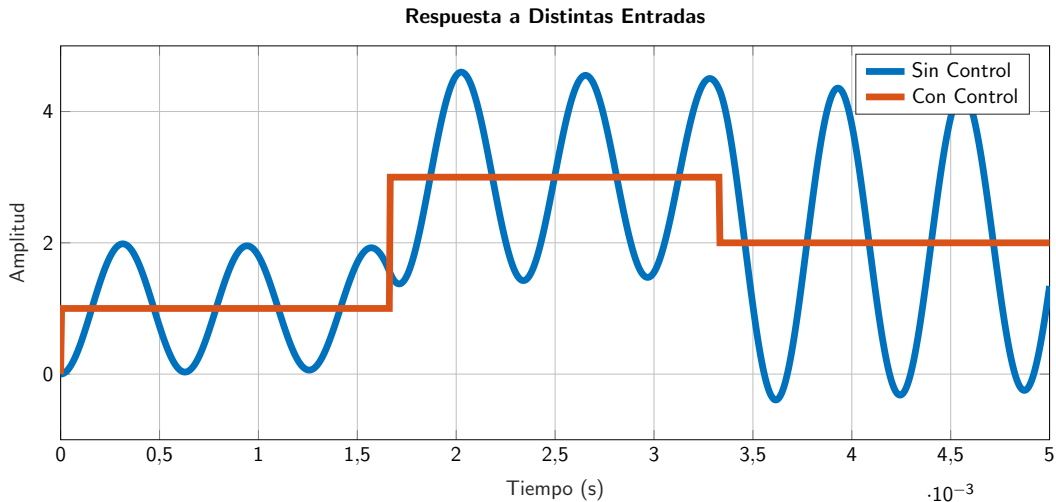
# Evolución de las Ganancias



# Ganancias Obtenidas

- P - 622.027582
- I - 352.742380
- D - 691.141758






# Diferentes Entradas



# Bibliografía

---

# Bibliografía

-  Aranza, M., Kustija, J., Trisno, B., and Hakim, D. (2016). Tuning PID controller using particle swarm optimization algorithm on automatic voltage regulator system (Vol. 128).
-  Jakhar, A., and Gaur, P. (2015, 9). Comparative analysis of GA tuned PID controller for Direct Torque Control. IEEE.
-  Parque, V. (2021). A differential particle scheme and its application to PID parameter tuning of an inverted pendulum.
-  Sung, S., Lee, J., and Lee, I.-B. (2009, 4). Process Identification and PID Control. Wiley.
-  Thomas, V., and Srinivasan, K. (2019, 8). Design and implementation of enhanced PID controller in embedded platform for realtime applications. IEEE.

# Gracias!!

## ¿Preguntas?