



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE  
SISTEMAS INFORMÁTICOS

Máster en Software de Sistemas Distribuidos y  
Empotrados

Sistemas de Control

**Práctica de Algoritmos Genéticos**

*Alejandro Casanova Martín*

N.º de matrícula: bu0383

Madrid, 29 de diciembre, 2023

# Índice

Introducción .....	3
Solución Planteada.....	3
Resultados .....	4
Conclusiones .....	5

# Introducción

Sobre el controlador *PID* desarrollado en la práctica anterior, se ha desarrollado un algoritmo genético capaz de optimizar el valor de las ganancias  $K_p$ ,  $K_i$  y  $K_d$ , a fin de obtener el controlador con mejor rendimiento posible.

Para ello, se han seguido los siguientes pasos:

- Definir la función de fitness
- Ajustar los pesos de la función de fitness
- Definir el tamaño del cromosoma
- Definir el tamaño de la población
- La selección se realizará por torneo: definir el valor de  $T$
- Especificar el número de generaciones del algoritmo genético
- Especificar los ratios de mutación y cruce del algoritmo genético

Todos los pasos han sido resueltos en el Jupyter Notebook. Sin embargo, adicionalmente se ha adjuntado uno de los mejores resultados en este documento.

## Solución Planteada

Dado que el algoritmo genético se encarga de minimizar la función de fitness, dicha función fue definida como la suma de los índices de calidad de la respuesta del regulador, multiplicados por sus respectivos pesos.

Los pesos de la función de fitness quedaron ajustados con los siguientes valores:

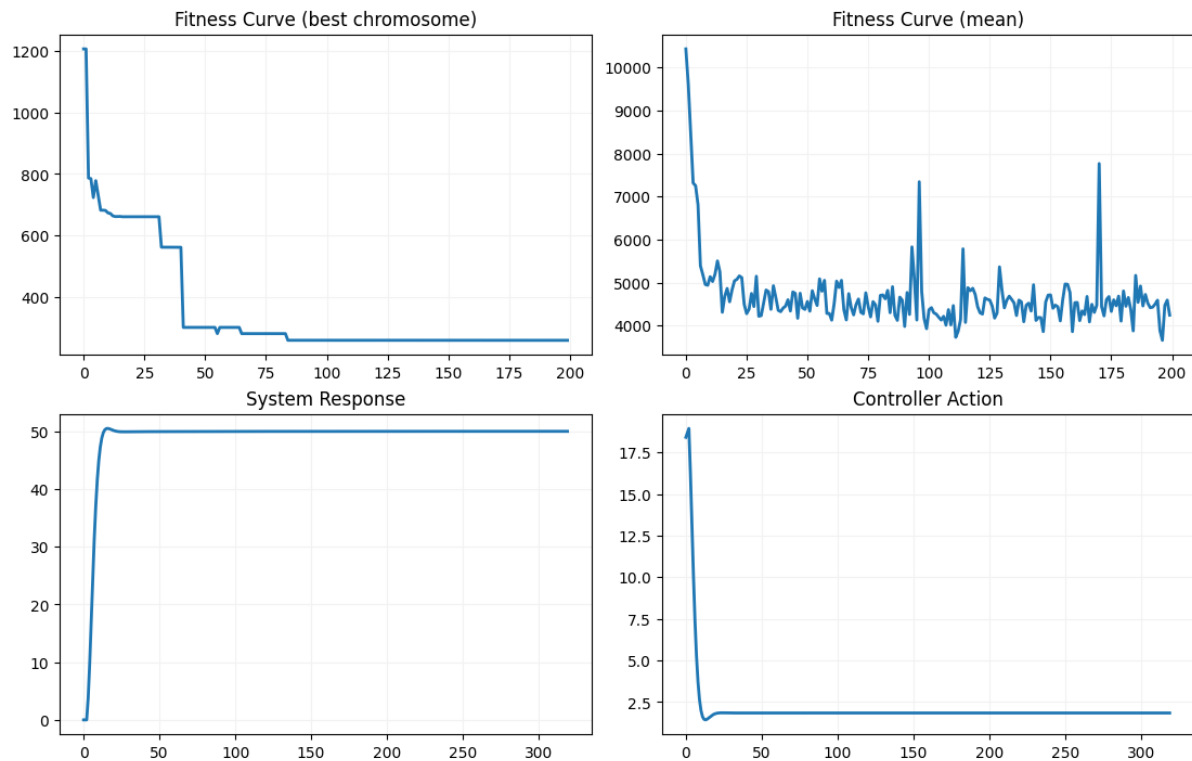
$w_{ts}=20.$ ,  $w_d=5.$ ,  $w_{overshoot}=1.$ ,  $w_{ess}=100.$

Al resto de parámetros del algoritmo genético se le asignaron los siguientes valores:

- Tamaño del cromosoma: 3
- Tamaño de población: 200
- Número de generaciones: 200
- Ratio de mutación: 0.4
- Ratio de cruce: 0.7
- $T$ : 8

# Resultados

Corriendo el algoritmo varias veces, se obtuvo el siguiente resultado. Las curvas superiores representan la evolución del valor de la función de fitness a lo largo de las generaciones del mejor cromosoma (izquierda) así como el valor medio de todos los cromosomas (derecha). Las curvas inferiores muestran la respuesta del sistema con el regulador obtenido, así como la acción de dicho regulador.



Mejor cromosoma: [0.3627905808119025, 0.06815053910471769, 0.0012764093774653151]

Valor de la función de fitness: 260.2168909258324

Overshoot: 0.009996476699667634

d: 0.0

Ess: 0.002068944491327329

Ts: 13

# Conclusiones

Se logró implementar un algoritmo genético para optimizar el valor de las ganancias  $K_p$ ,  $K_i$  y  $K_d$  del regulador PID de la práctica anterior.

1. **Se definió adecuadamente una función de fitness**, de modo que la minimización de esta tuviese como resultado la obtención de un regulador cada vez más cercano a lo óptimo.
2. **Se ajustaron los pesos de la función de fitness**, para especificar las características de la respuesta deseada. En este caso, se decidió priorizar el error en régimen permanente, y el tiempo de estabilización, para lograr una respuesta rápida y sin error, además de una sobre-oscilación pequeña.
3. **El tamaño del cromosoma se fijó en 3**, dado que es el número de parámetros a obtener del regulador.
4. **El tamaño de la población** se ajustó a un valor lo suficientemente grande para evitar el estancamiento en mínimos locales, y con un tiempo de convergencia apropiado.
5. **El valor de T (Selección por Torneo)** se escogió decidiendo priorizar la exploración por encima de la explotación del espacio de búsqueda, para evitar caer en mínimos locales. Un valor pequeño permite priorizar la exploración, y un valor grande la explotación.
6. **El número de generaciones** se ajustó para dar tiempo a la convergencia, pero sin que la ejecución del algoritmo tardara demasiado.
7. **Los Ratios de Mutación y Cruce** se fijaron en valores lo suficientemente altos para priorizar la exploración del espacio de soluciones, y para evitar mínimos locales. Valores demasiado altos tienen el riesgo de introducir oscilaciones en la convergencia del algoritmo.

En resumen, la implementación del algoritmo genético para optimizar el controlador PID ha demostrado ser efectiva. La solución obtenida ha sido considerablemente mejor que la obtenida mediante el ajuste manual del regulador PID, evitando además dicho proceso, que a menudo resulta lento y tedioso.