

Universidad Nacional Experimental del Tachira  
Vicerrectorado Academico  
Decanato de Docencia  
Departamento de Electronica

# **Laboratorio virtual de sistemas de control clasicos y difusos utilizando software libre**

**Autor:**

Br. Kleiver J. Carrasco M.

**Tutor:**

MSc. Ing. Juan R. Vizcaya R.

Marzo 05, 2020



## Planteamiento del problema

- ¿Es posible realizar un laboratorio para el análisis de sistemas de control con software libre?
- ¿Cumpliría con los requisitos para analizar, diseñar y simular sistemas de control?
- ¿Cómo se desempeñaría en comparación con otras herramientas?

## ¿Por qué “Laboratorio Virtual”?





## Objetivo General

Desarrollar un laboratorio virtual de sistemas de control clásicos y difusos utilizando software libre.

## Objetivos específicos

- 1 Estudiar los sistemas de control clásicos.
- 2 Estudiar el diseño de controladores difusos tipo Mamdani.
- 3 Codificar las rutinas de análisis, diseño y simulación de sistemas de control necesarias.
- 4 Realizar la interfaz gráfica de un laboratorio de sistemas de control virtual.
- 5 Comparar los resultados obtenidos con dos herramientas de corte similar.



## Tipo de investigación

Investigación proyectiva

## Modalidad

Proyecto factible

## Fases de la investigación

- Fase 1: Estudio de los sistemas de control clásicos y difusos
- Fase 2: Codificación de rutinas
- Fase 3: Interfaz gráfica y enlace con rutinas
- Fase 4: Comparación de resultados



- Control de procesos
  - Control continuo
  - Control discreto
  - Control en lazo cerrado
  - Controlador PID

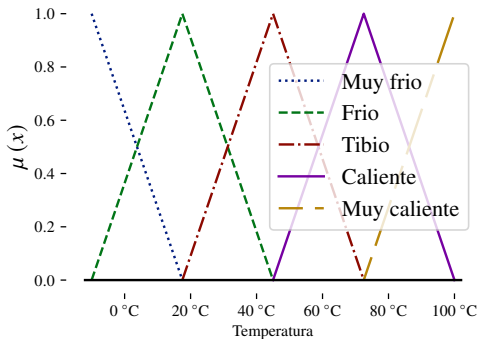
Ecuacion general en tiempo continuo de un controlador PID

$$sc(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (1)$$

- Métodos de Runge-Kutta
  - Métodos explícitos
  - Métodos embebidos

- Lógica Difusa

- Controlador difuso
- Controlador Mamdani



- Python





# ESTRUCTURA DEL CODIGO: ESQUEMA

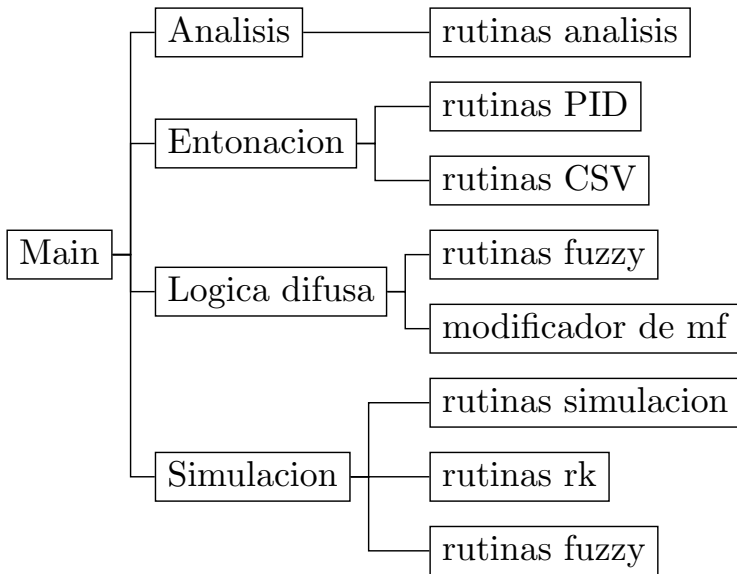






Tabla: Sistemas para la comparación de análisis de sistemas de control



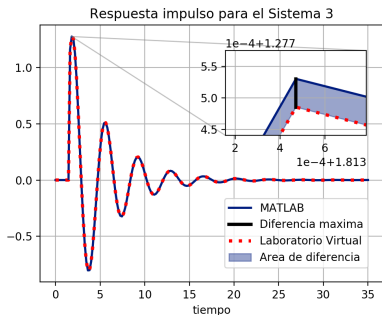
- Respuesta al escalón
- Respuesta al impulso
- Bode
- Nyquist
- Lugar de las raíces
- Diagrama de Nichols

- Diferencia absoluta
- Diferencia porcentual
- Diferencia de área
- Raíz del error cuadrático medio (RECM)
- Distancia de energía

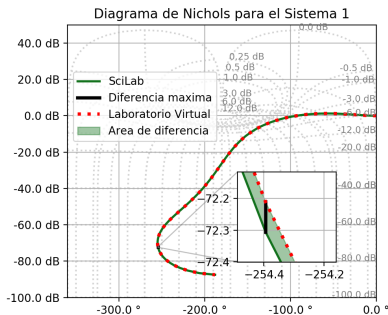
	Continuo	Discreto
Diferencia porcentual promedio	$5.065 \times 10^{-1}$	$3.333 \times 10^{-1}$
RECM promedio	$1.644 \times 10^{-2}$	$1.307 \times 10^{-2}$



# COMPARACION ANALISIS



(a)



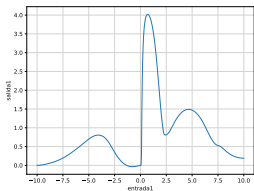
(b)

Figura: Gráficas de comparación para la función de análisis. a) Respuesta impulso para el sistema 3 en tiempo continuo, b) Diagrama de Nichols para el sistema 1 en tiempo discreto.

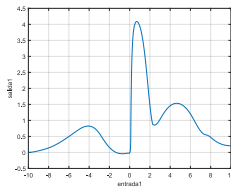


# COMPARACION CONTROLADORES DIFUSOS

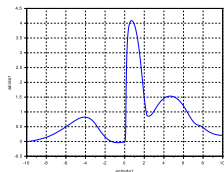
	MATLAB	SciLab
Controlador 1	$1.10 \times 10^{-1}$	$1.10 \times 10^{-1}$
Controlador 2	-	0.00



(a)



(b)



(c)

Figura: Respuesta del controlador difuso 1. (a) Laboratorio Virtual, (b) MATLAB, (c) SciLab.