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

INTRODUCCIÓN

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"?





OBJETIVOS

Objetivo General

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

Objetivos específicos

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

METODOLOGIA

Tipo de investigación

Investigación proyectiva

Modalidad

Proyecto factible

Fases de la investigacion

- 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

4

CONCEPTOS BASICOS

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

Ecuacion general en tiempo continuo de un controlador PID

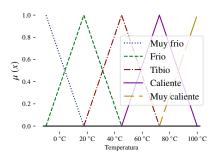
$$sc(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$
 (1)

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

4

CONCEPTOS BASICOS

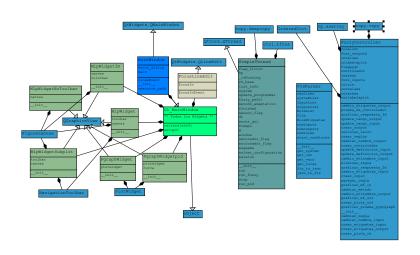
- Lógica Difusa
 - Controlador difuso
 - Controlador Mamdani



Python

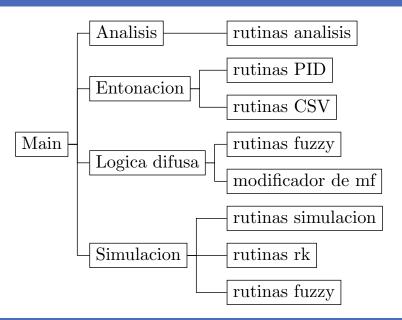


ESTRUCTURA DEL CODIGO: UML





ESTRUCTURA DEL CODIGO: ESQUEMA





COMPARACION ANALISIS

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

Continuo	Discreto	
$\frac{1}{s^2+s+1}$	$\frac{0.004833z + 0.004675}{z^2 - 1.895z + 0.9048}$	
$A = \begin{bmatrix} -0.5 & -3 & -0.2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ $C = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0.5 \end{bmatrix} \qquad D = \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$	$A = \begin{bmatrix} 851.5 - 559.2 - 37.03 \\ 185.2 & 944.1 & -3.703 \\ 18.52 & 194.4 & 999.6 \end{bmatrix}_{10^{-3}} \qquad B = \begin{bmatrix} 185.2 \\ 18.52 \\ 1.852 \end{bmatrix}_{10^{-3}}$ $C = \begin{bmatrix} 1.116 & 1.713 & 0.4777 \end{bmatrix} \qquad D = \begin{bmatrix} 0.1116 \end{bmatrix}$	
$\frac{s+2}{s^2+0.5s+3}e^{-1.5s}$	$z^{-30} \left(\frac{0.02561z^2 + 0.003084z - 0.02375}{z^2 - 1.968z + 0.9753} \right)$	

COMPARACION ANALISIS

Funciones de analisis

- Respuesta al escalón
- Respuesta al impulso
- Bode

- Nyquist
- Lugar de las raíces
- Diagrama de Nichols

Metricas empleadas

- Diferencia absoluta
- Diferencia porcentual
- Diferencia de área

- Raíz del error cuadrático medio (RECM)
- Distancia de energía

	Continuo	Discreto
Diferencia absoluta promedio		
RECM promedio	1.644×10^{-2}	1.307×10^{-2}



COMPARACION ANALISIS

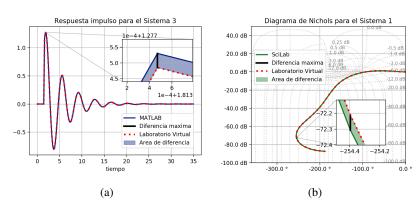


Figura: Gráficas de comparación para la función de análisis. a) Respuesta impulso para el sistema 3 en tiempo continuo, b) Diagrama de Nichols para el sistema 1 en tiempo discreto.