

Implementación de un controlador basado en lógica difusa, usando un microcontrolador PIC18F4550

Granado Angel¹, Custodio Angel¹

¹Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Puerto Ordaz, Venezuela, cicunexpo@gmail.com

Se diseñó un controlador basado en lógica difusa, usando un microcontrolador PIC18F4550, aplicado a sistemas de control de nivel. En la fase de diseño se construyó una maqueta para el control de nivel, como también caracterizar el algoritmo de control difuso, luego se diseñó y simuló un programa en el cual se implementó este y que pueda funcionar en el microcontrolador. Se diseñó el hardware del controlador difuso como también el hardware de los circuitos de acondicionamiento necesarios para la conexión del controlador difuso con la maqueta. Posteriormente, en la fase de implementación se fabricó la maqueta para el control de nivel, las tarjetas PCB asociadas al controlador difuso y a los circuitos de acondicionamiento. Finalmente, se realizaron distintas pruebas al controlador difuso conectándolo a la maqueta utilizada para el control de nivel, y se procesaron los datos resultantes. Luego de realizar todas las pruebas se pudo comprobar el buen funcionamiento del controlador difuso y su capacidad de controlar el nivel de agua del tanque de control de la maqueta utilizada para el control de nivel con un tiempo de establecimiento máximo de 34,2 segundos, y un error de estado estable máximo de ± 1.96 .

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el pensum de ingeniería electrónica de la UNEXPO Puerto Ordaz no posee alguna materia que imparta conocimientos básicos y significativos sobre la lógica difusa, aun cuando esta técnica es ampliamente utilizada en sistemas de control. Marcano propuso el diseño de un algoritmo de control difuso basado en una estructura PID (Marcano y Saturno, 2004). En este trabajo se diseña y compara controladores PID convencionales, controladores PID difusos, y controladores híbridos su funcionamiento y el desempeño de los mismos. Parra diseñó e implementó un sistema de control genérico aplicando la teoría de lógica difusa con interfaz de usuario en Labview 7.1 (Parra y Surga, 2007). Rodríguez diseñó un algoritmo de control difuso para un sistema tanque calentador con agitación continua (Rodríguez y Saturno, 2007). Moncada implementó un controlador difuso genérico para sistemas de control (Moncada y Surga, 2008). Seaton diseñó e implementó un controlador difuso de nivel y temperatura para aplicaciones didácticas usando Labview 8.5 (Seaton y Surga, 2009).

En este proyecto se diseña e implementa un controlador basado en lógica difusa, usando un microcontrolador PIC18F4550, aplicado a sistemas de control de nivel, con la finalidad de, a través del software y hardware diseñados, introducir y desarrollar el tema de la lógica difusa en la comunidad estudiantil.

DESAROLLO

En la figura 1 se muestra el diagrama en bloques del circuito de prueba. Este controlador consta de dos entradas: Entrada de Referencia y Entrada de Realimentación, y tres salidas: Salida PWM, Salida Paralela de 8 Bits y Salida de 4mA -20mA. Adicionalmente, consta de tres botones de configuración (Enter, Subir, Bajar) y una pantalla LCD para su visualización. De manera general, el controlador trabaja con una alimentación derivada del voltaje de la red doméstica (110V/60Hz) proporcionando así una alimentación de 5V para el microcontrolador PIC18F4550 y la pantalla LCD. El funcionamiento del controlador difuso es el siguiente: Se toman las señales de entrada (Referencia y Realimentación) y se convierten de analógicas a digitales con el conversor A/D interno del microcontrolador, luego estos registros (8 Bits) se restan para así obtener el error actual del proceso. Estos tres registros (V_{tank} , V_{ref} , V_{error}) pasan por la etapa de fusificación donde se calcula el grado de pertenencia de cada registro. Posteriormente, esta información es utilizada por la base de conocimiento (Base de Datos y Conjunto de Reglas Difusas) del controlador para elegir la acción o respuesta más adecuada. Luego se procede a la desfusificación (método del centroide) de la salida del controlador (Salida Paralela de 8 Bits) que será enviada al circuito almacenador de datos y al circuito de acondicionamiento de 4mA-20mA. Esta salida también es convertida internamente en una señal PWM (SALIDA) con una frecuencia de 2Hz la cual luego de pasar por su respectivo circuito de acondicionamiento estará controlando el flujo de la bomba.

Para el algoritmo de control se toman las siguientes variables de entrada: Entrada de Referencia, Entrada de Realimentación, y el error resultante de la resta de las entradas mencionadas anteriormente. Estas tres entradas (V_{tank} , V_{ref} , V_{error}) pasan por la etapa de fusificación donde se calcula el grado de pertenencia de cada registro. Posteriormente, esta información es utilizada por la base de conocimiento (Base de Datos y Conjunto de Reglas Difusas) del controlador para elegir la acción o respuesta más adecuada haciendo uso de la t-norma. Luego se procede a la desfusificación de la salida del controlador. El método de desfusificación utilizado es el centroide.

Las simulaciones del controlador difuso fueron realizadas en el software Proteus Profesional 7.2, y los circuitos con el software PSPICE 9.2. La prueba experimental se basó en variar la entrada de referencia en tres posiciones y observar el comportamiento del controlador difuso. La prueba comienza colocando el valor de entrada de referencia en 50% ($V_{\text{ref}} =$

50%) y el tanque de control vacío ($V_{\text{tank}} = 0\%$), y se espera la estabilización del sistema. Luego de que el sistema se estabilizó, se incrementó el valor de V_{ref} hasta 75% y se espera la estabilización del sistema. Finalmente, se decrementó el valor de V_{ref} hasta 25%, y se espera la estabilización del sistema (Figura 2).

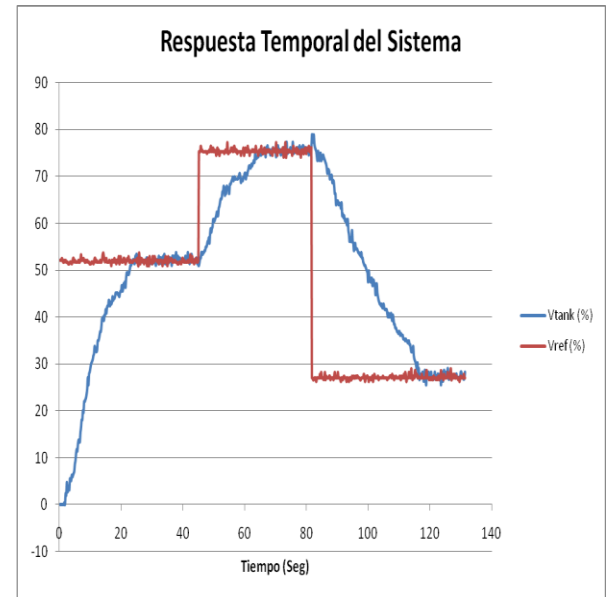
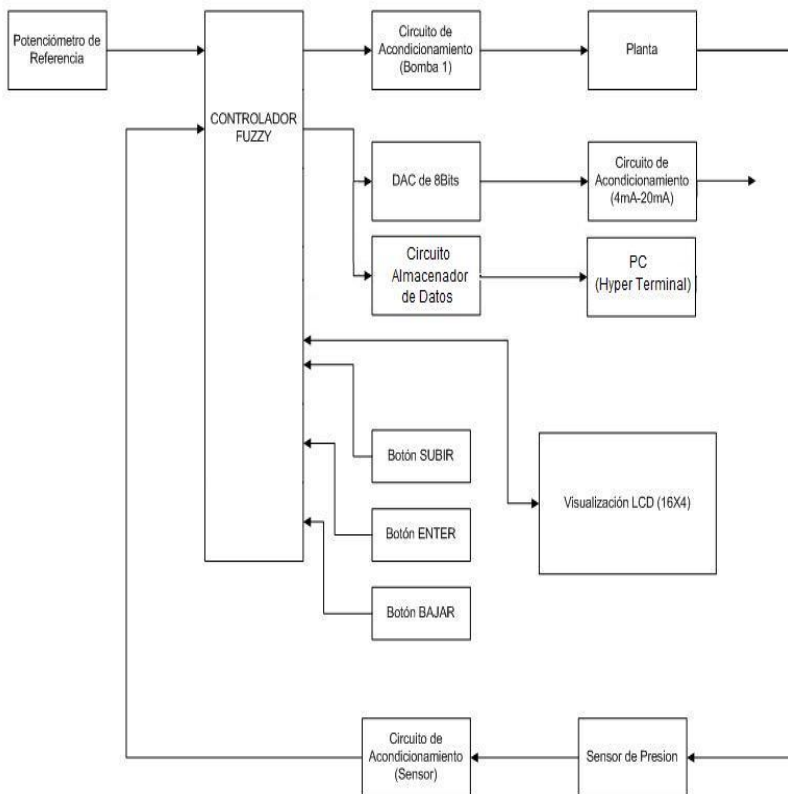


Figura 1: Diagrama de Bloques del Circuito de Prueba Propuesto para el Sistema de Control de Nivel.

Figura 2: Respuesta Temporal del Sistema de Control de Nivel

Como respuesta al sistema de control de nivel usado se obtuvo un máximo sobre-impulso de 0 s, un tiempo de establecimiento de 34,2 s y un error de estado estable de 1,96.

CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización del algoritmo de control difuso y su implementación en un microcontrolador PIC18F4550, quedando un prototipo con el que se obtuvo un tiempo de establecimiento máximo de 34,2 segundos y un error de estado estable máximo de $\pm 1,96\%$.

REFERENCIAS

- Marcano, C. y Saturno, S. (2004). "Diseño de un algoritmo de control difuso basado en una estructura PID". Trabajo de Grado. UNEXPO Vice-rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.
- Parra, M. y Surga, R. (2007). "Diseño e implementación de un sistema de control genérico aplicando la teoría de lógica difusa con interfaz de usuario en Labview 7.1". Trabajo de Grado. UNEXPO Vice-rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.
- Rodríguez, A. y Saturno, S. (2007). "Diseño de un algoritmo de control difuso para un sistema tanque calentador con agitación continua". Trabajo de Grado. UNEXPO Vice-rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.
- Moncada, T. y Surga, R. (2008). "Implementación de un controlador difuso genérico para sistemas de control". Trabajo de Grado. UNEXPO Vice-rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.
- Seaton, A. y Surga, R. (2009). "Diseño e implementación de un controlador difuso de nivel y temperatura para aplicaciones didácticas usando Labview 8.5". Trabajo de Grado. UNEXPO Vice-rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.