

## Fuzzy - Pong

Gómez, J. C.

Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones, Electrónica e Informática (CITEI)

### OBJETIVOS

Sea por aceptación, curiosidad o desconfianza, uno de los temas que está en boca de las personas dedicadas a los sistemas de control es el *fuzzy control*. Un sinnúmero de artículos en las revistas especializadas, la aparición de bibliografía sobre el tema y el uso de la palabra *fuzzy* en diferentes productos junto a las promesas de que con su utilización se logra el control de sistemas de manera simple y eficiente, lo hacen de interés.

Entre otras ventajas esta técnica permite abordar los problemas de control desde el punto de vista del habitual operador de la planta, describiendo mediante reglas las acciones de control que realiza el mismo ante los diferentes cambios de comportamiento del sistema a controlar.

Estas reglas, una vez establecidas, son evaluadas periódicamente por el programa del microcontrolador. Se consideran a cada momento los valores de las variables involucradas y genera una acción de control para mantener los parámetros del sistema dentro de los límites establecidos.

A partir de diferentes estudios realizados por el autor, considerando la experiencia que se tiene en la unidad técnica para realizar desarrollos basados sobre microcontroladores y teniendo en cuenta el interés que despierta el uso de técnicas de control "inteligentes". Se propone:

- Demostrar la factibilidad del uso de técnicas de "**fuzzy control**" [1] empleando microcontroladores de propósitos generales.
- Construir una planta que sirva de demostración para el objetivo señalado.
- Comparar los resultados del control automático con los de un operador humano accionando sobre la planta antes mencionada.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron diferentes alternativas para la construcción de una planta donde se pueda implementar el sistema de control. Finalmente se optó por el control de posición de una esfera plástica dentro de un tubo de acrílico en posición vertical al cual se le insufla aire por su parte inferior utilizando un ventilador<sup>[2]</sup> (ver Fig. 1).

Se desarrolló un sistema de medición de distancia para poder medir la posición de la esfera basado en un sensor ultrasónico. Para gobernar la posición de la misma se varía la velocidad del motor del ventilador.

Se implementó un programa para un microcontrolador que realiza las operaciones de medición, evaluación de las reglas y decide la acción de control. El tipo de microcontrolador empleado es de uso general y sin mayor capacidad de cálculo, lo que lo hace poco costoso.

Se realizó un programa para PC con la finalidad de graficar en tiempo real la posición de la esfera y además poder establecer el "set point" deseado. Esta aplicación almacena en archivo los datos obtenidos durante el proceso. Además permite la realización, en forma automática de un juego que permite la comparación con un operador humano. Dicho juego consiste en dejar la esfera dentro de una banda de tolerancia durante algunos segundos y luego cambiar el "set point" en 15 cm.

El dispositivo realizado permite mediante una llave y un potenciómetro, que el operador accione sobre la velocidad del motor para lograr el control de la esfera.

### RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se demuestra la factibilidad y la facilidad de implementación de sistemas de control fuzzy en pequeños microcontroladores.

Se construye una planta con características de fuerte alinealidad sobre la que se implementa el sistema de control.

Se destaca la no necesidad de contar con un modelo matemático de la planta, lo que evita cálculos complejos en tiempo real y es precisamente por eso que se puede llevar a cabo con procesadores pequeños.

Se comparan los resultados del control realizado mediante estas técnicas en forma automática con los de operadores humanos. Al realizar el control de posición simplemente, los operadores humanos logran casi igualar el comportamiento del control automático, pero este resultado cambia rotundamente cuando se le solicita al operador que cambie de "set point" luego de haber alcanzado la estabilidad.

Aquí el sistema logra 5 a 6 cambios por minuto, en cambio el operador sólo logra un par de cambios en el mismo tiempo.

#### Referencias

- [1] James M. Sibigtroth, "Creating Fuzzy Micros", Embedded Systems Programming.
- [2] Tom Cantrell, "PID-PONG, Circuit Cellar N° 50.

*Para mayor información contactarse con:*

*Juan Carlos Gómez – [juanca@inti.gov.ar](mailto:juanca@inti.gov.ar)*



Fig. 1: Vista del sistema Fuzzy – Pong.