

Tarea 3

Control inteligente

Emmanuel Peto Gutiérrez

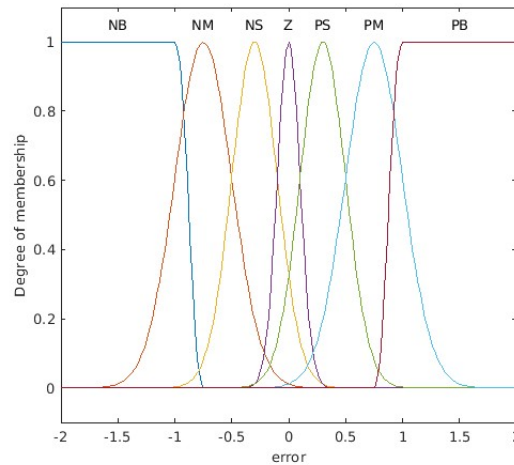
6 de mayo de 2023

En esta práctica se realizó control sobre un tanque de agua con una bomba de entrada y un orificio de salida. En este se usó control con un sistema de inferencia borroso de Takagi-Sugeno (*fuzzy inference system*).

1. Sistema de inferencia borroso (FIS)

El primer paso es hacer borroso el error, el cual será el valor de entrada del FIS. Para esta práctica se considerará que el error está en el rango $[-2 \ 2]$ y se calcula como $h_0 - h$, donde h_0 es la altura objetivo y h la altura actual del agua.

Para los valores en los extremos se usaron las funciones de pertenencia z y s , en los intervalos de $[-2 \ -0.75]$ y $[0.75 \ 2]$, respectivamente. Para los valores intermedios (entre -1 y 1) se usaron 5 funciones de pertenencia gaussianas. En la siguiente figura se observan las funciones de pertenencia respecto al valor del error.



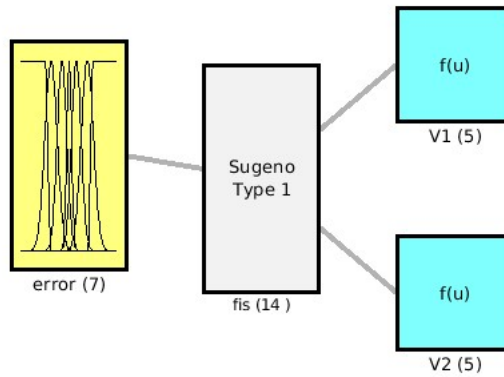
La salida del sistema serán dos valores: V_1 y V_2 . En un sistema de Takagi-Sugeno la salida puede ser una función lineal de la entrada, o bien, una constante. En este caso las salidas son solo constantes y se utiliza la siguiente nomenclatura:

- $FDR \rightarrow 0$ (fuera de rango).
- $Z \rightarrow 0.25$, (cerca del cero).
- $S \rightarrow 0.5$ (pequeño).
- $M \rightarrow 0.75$ (mediano).
- $B \rightarrow 1$ (grande).

Las reglas del sistema son las siguientes.

error	V_1	V_2
NB	FDR	B
NM	FDR	M
NS	FDR	S
Z	Z	Z
PS	S	FDR
PM	M	FDR
PB	B	FDR

Finalmente, podemos ver una gráfica del sistema de Takagi-Sugeno generado.



System fis: 1 inputs, 2 outputs, 14 rules

El script de Matlab del sistema de control borroso es `sugeno_tank.m`, lo cual genera un archivo de salida `error_tanque.fis`.

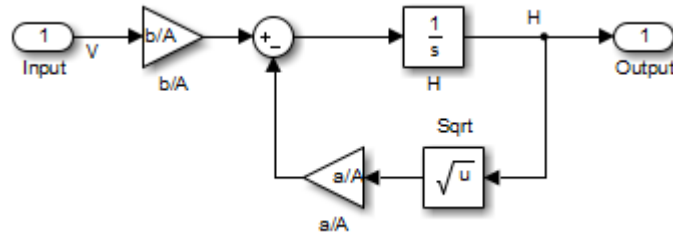
2. Modelo del tanque

La altura del tanque respecto al tiempo se describe con la siguiente ecuación diferencial

$$\frac{dh}{dt} = V_1 q_e - V_2 \sqrt{h}$$

donde q_e es el flujo de entrada (fijado en 1), h es la altura actual, V_1 es la fracción de apertura de la válvula de entrada y V_2 la fracción de apertura de la válvula de salida.

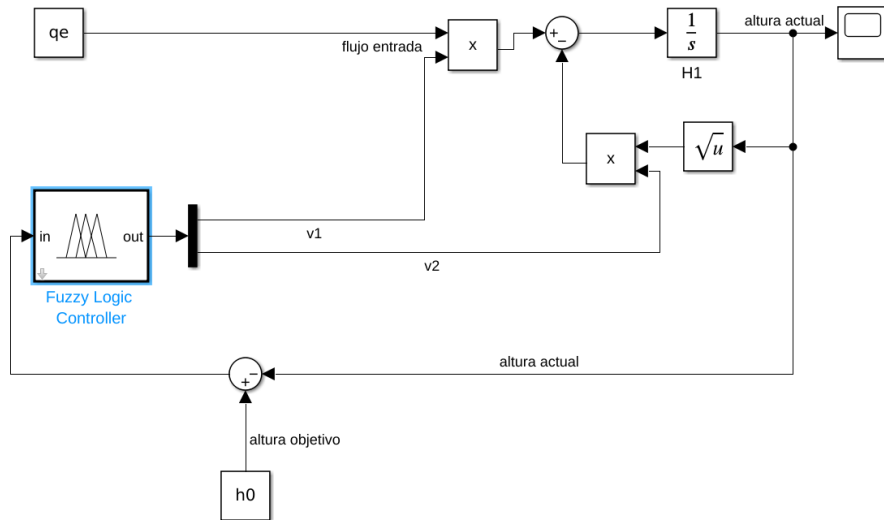
El modelo del tanque para Simulink se obtuvo de <https://la.mathworks.com/help/slcontrol/gs/watertank-simulink-model.html> y se describe mediante la siguiente figura



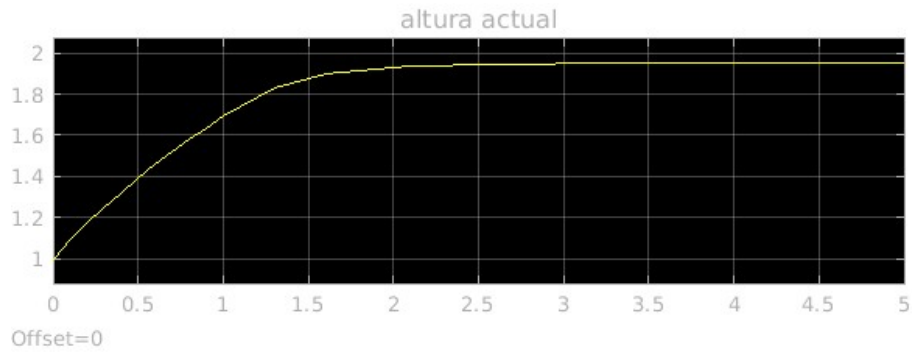
Excepto que se cambia b/A por V_1 y a/A por V_2 para que la notación sea igual a la de nuestro problema.

3. Control borroso

El sistema de control borroso se modela con el siguiente diagrama de Simulink

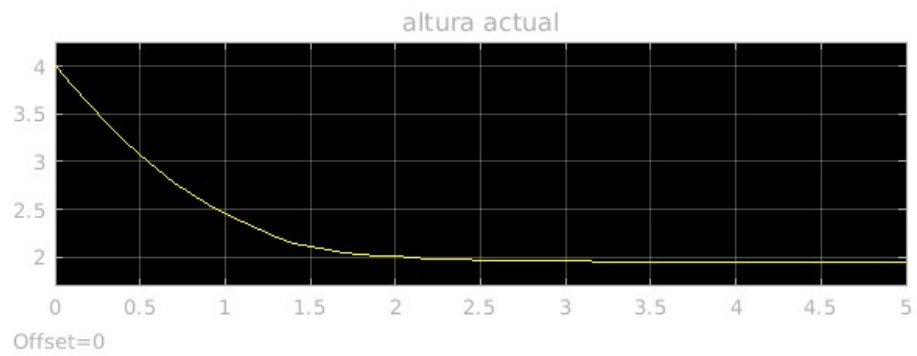


La altura objetivo se fijó en $h_0 = 2\text{m}$. Primero se realizó el experimento cuando el nivel del tanque está por debajo del objetivo (1 m), y la gráfica del control borroso se observa en la siguiente figura. El eje x es el tiempo en segundos y el eje y es la altura del tanque.



Se observa que la altura del tanque se acerca al 2 (el objetivo) en aproximadamente 2.5 segundos y de ahí se mantiene en equilibrio, sin alcanzar ni rebasar el 2.

Luego, se realizó el experimento con una altura mayor al objetivo (4 m). La gráfica de la altura del tanque respecto al tiempo es la siguiente.



Se observa que el nivel del tanque baja de 4 a 2 en aproximadamente 2 segundos; luego baja un poco del 2 y de ahí se mantiene en equilibrio.