

**EL4105 Control Avanzado de Sistemas****Profesora:** Doris Sáez**Auxiliar:** Andrés Fuenzalida**Ayudantes:** Valentina Norambuena - Oscar Poblete**Fecha:** 25 de Noviembre de 2021

## Auxiliar 9

### Control Difuso

Para este problema se le pide diseñar estrategias de control difuso para la planta no lineal discreta con la siguiente ecuación dinámica:

$$y(k) = (0,3 - 0,9 \cdot e^{-y(k-1)^2}) \cdot y(k-1) - (0,8 - 0,5 \cdot e^{-y(k-1)^2}) \cdot y(k-2) + u(k-1) + 0,2 \cdot u(k-2) + 0,1 \cdot u(k-1) \cdot u(k-2) + \epsilon(k-1)$$

Donde  $\epsilon$  corresponde al ruido blanco con  $\sigma = 0,04$ . Considere un tiempo de muestreo de  $T = 0,01[s]$ . Además, considere los siguientes requerimientos de diseño del controlador:

- Error de estado estacionario  $e_{ss}$  menor al 2%.
- Tiempo de estabilización  $t_e$  menor a 10[s].

Para realizar este trabajo se pide

a) Dado el modelo difuso tipo Takagi & Sugeno considerando las reglas como las que muestran a continuación:

$$R_i : \text{Si } y(k-1) \text{ es } A_i^1 \text{ y } y(k-2) \text{ es } A_i^2 \text{ y } u(k-1) \text{ es } A_i^3 \text{ y } u(k-2) \text{ es } A_i^4 \text{ entonces } y_i(k) = g_0^i + g_1^i \cdot y(k-1) + g_2^i \cdot y(k-2) + g_3^i \cdot u(k-1) + g_4^i \cdot u(k-2)$$

Se considera la función de pertenencia asociada al conjunto difuso  $A_{ij}$  de la entrada  $j$  ( $y(k-1)$ ,  $y(k-2)$ ,  $u(k-1)$ ,  $u(k-2)$ ) y regla  $i$  con la siguiente estructura:

$$\mu_i^j = \exp(-0,5 \cdot (a_i^j \cdot (x_i - b_i^j))^2)$$

Los parámetros  $a_i^j$  y  $b_i^j$  de las premisas (funciones de pertenencia) se indican en los Cuadros 1 y 2 respectivamente:

$2^*a_i^j$		j			
		1	2	3	4
$3^*i$	1	0.3302	0.3116	0.5703	0.6015
	2	0.2710	0.2561	0.6216	0.6421
	3	0.2555	0.2484	0.6674	0.7655

Cuadro 1: Parámetro  $a_i^j$  de las premisas

$2^*b_i^j$		j			
		1	2	3	4
$3^*i$	1	-4.6249	-4.5173	-2.6798	-2.7539
	2	1.4462	1.4401	00.4306	0.4393
	3	9.8542	9.7058	3.0571	3.1521

Cuadro 2: Parámetro  $b_i^j$  de las premisas

Los parámetros de las consecuencias, se presentan en el Cuadro 3:

$2^*g_i^j$		j				
		0	1	2	3	4
$3^*i$	1	-0.6783	0.8925	-0.3158	0.6242	-0.1241
	2	0.0774	0.5561	-0.0694	1.045	0.2847
	3	-1.2092	0.8065	-0.3235	1.4328	0.5354

Cuadro 3: Parámetro de las consecuencias  $g_i^j$ 

Compruebe el modelo difuso de Takagi & Sugeno propuesto.

- b) Diseñar un controlador difuso basado en la obtención de un controlador LQR lineal por regla. Utilice las matrices de la función objetivo LQR como parámetros de sintonía para cumplir los requerimientos del controlador indicados en a).
- c) Implementar por simulación la estrategia diseñada en b). Considere la siguiente referencia para probar el desempeño del controlador difuso.

$$r(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 1 \\ 5 & \text{si } t \geq 1 \end{cases}$$