

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Cibernética III

Primer Taller

I. DISEÑO DE AUTOMATISMOS

Diseñar y simular un sistema de control basado en automatismos (álgebra booleana) que permita regular el llenado del tanque de la figura 1. Se debe considerar el flujo de entrada total como $q_i = Y_1 q_{i1} + Y_2 q_{i2} + Y_3 q_{i3}$, donde (Y_1, Y_2, Y_3) son las respectivas funciones de activación. Para el control de sistema se cuenta con cuatro sensores los cuales se deben disponer de forma adecuada a lo largo del tanque. El sistema se puede considerar de primer orden con un tiempo muerto con la siguiente función de transferencia:

$$G(s) = \frac{k e^{-T_m s}}{\tau s + 1}$$

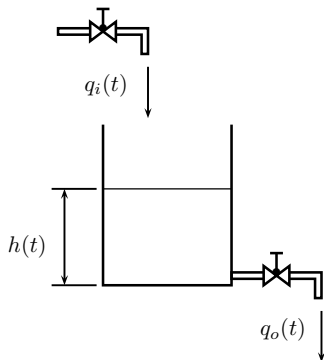


Fig. 1. Sistema hidráulico.

Configuraciones:

- k : 5, 10 y 15.
- T_m : 0.2, 0.5 y 0.7.
- τ : 1, 2 y 3.

Requerimientos de diseño:

- Regulación del tanque para un nivel de $h = 1m$.
- Sobre pico inferior al 25%.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 15\%$.

II. SISTEMAS DE CONTROL BASADOS EN AUTOMATISMOS

Para el sistema de la figura 2 se requiere implementar un controlador basado en automatismos. Como entrada del controlador se tiene el error con los conjuntos de la figura 3 y como salida la acción suministrada a la planta la cual puede ser de: $u_{ng} = -1.0$, $u_{np} = -0.5$, $u_z = 0$, $u_{pp} = 0.5$ y $u_{pg} = 1.0$ (*ajustables*). La referencia de entrada $r(t)$ es de tipo escalón unitario $r(t) = \mu(t)$. El modelo de la planta es:

$$G(s) = \frac{k}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

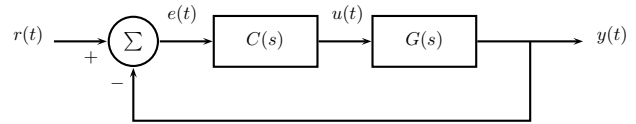


Fig. 2. Sistema de control.

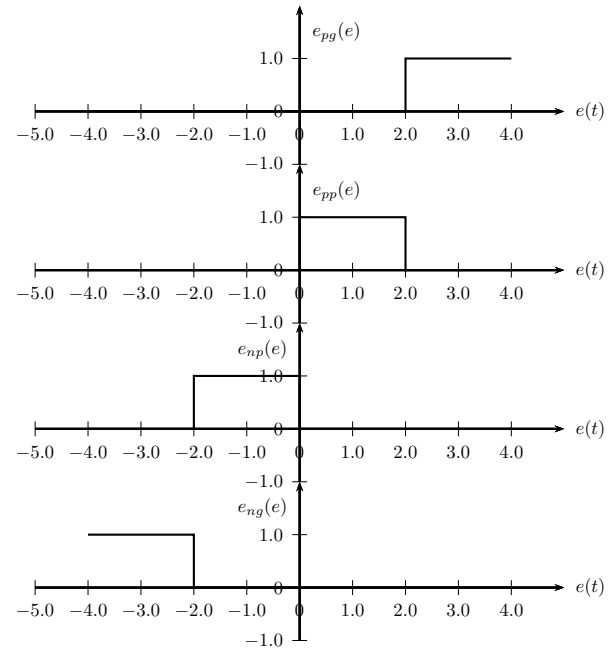


Fig. 3. Conjuntos booleanos en función del error (*ajustables*).

Configuraciones:

- k : 2, 4 y 8.
- b_1 : 1, 2 y 3.
- b_0 : 1, 2 y 3.

Requerimientos de diseño:

- Entrada de referencia escalón unitario $\mu(t)$.
- Sobre pico inferior al 20%.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 10\%$.

III. SISTEMAS DE CONTROL BASADOS EN RELACIONES BOOLEANAS APLICACIÓN I

Para el diseño del punto I proponer conjuntos difusos partiendo de los conjuntos booleanos y determinar:

- Diseño de los conjuntos difusos.
- Simulación en MATLAB.

Requerimientos de diseño:

- Regulación del nivel del tanque para $h = 1m$.
- Sobre pico inferior al 15%.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 10\%$.

IV. SISTEMAS DE CONTROL BASADOS EN RELACIONES BOOLEANAS APLICACIÓN II

Para el diseño del punto II proponer conjuntos difusos partiendo de los conjuntos booleanos y determinar:

- Diseño de los conjuntos difusos.
- Simulación en MATLAB.

Requerimientos de diseño:

- Entrada de referencia escalón unitario $\mu(t)$.
- Sobre pico inferior al 10%.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 5\%$.

V. SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA

Empleando los comandos de MATLAB proponer un sistema de lógica difusa (Mamdani) basado en reglas para la toma de decisiones. Se pueden considerar como referencia:

- La propina en un restaurante.
- Operación de una lavadora.
- El control de un horno para el pan.

Configuraciones:

- Conjuntos (funciones de pertenencia) en el antecedente: 3, 5 y 7.
- Conjuntos (funciones de pertenencia) en el consecuente: 3, 5 y 7.

Requerimientos de diseño:

- Propuesta original.
- Emplear los comandos de MATLAB (no la interfaz gráfica).

VI. APLICACIONES DE SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA

Proponer un sistema de lógica difusa que permita obtener una señal seno a partir de una señal triangular (figura 4). El sistema de lógica difusa se puede generar en el editor de lógica difusa y la comprobación de su funcionamiento se puede implementar Simulink.

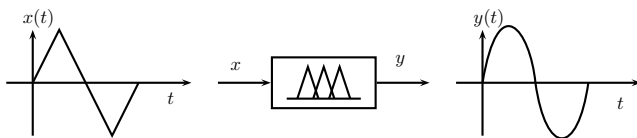


Fig. 4. Sistema para convertir una señal triangular a seno.

Configuraciones:

- Periodo: 2s, 4s y 8s.
- Amplitud: 0.5, 1 y 2.

Requerimientos de diseño:

- Considerando el valor máximo de la señal:
- Error máximo del 10%.

VII. CONTROL MEDIANTE LÓGICA DIFUSA I

Diseñar y simular un sistema de control difuso para el llenado de un tanque el cual tiene la siguiente función de transferencia:

$$G(s) = \frac{k e^{-T_m s}}{\tau s + 1}$$

Configuraciones:

- k : 5, 10 y 15.
- T_m : 0.2, 0.5 y 0.7.
- τ : 1, 2 y 3.

Requerimientos de diseño:

- Regulación del nivel del tanque para $h = \mu(t)$.
- Sobre pico inferior al 10%.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 5\%$.

VIII. CONTROL MEDIANTE LÓGICA DIFUSA II

Para el siguiente sistema descrito en espacio de estado, diseñar y simular un sistema de control difuso.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Configuraciones:

- b_1 : 0.5, 1 y 2.
- b_2 : 1, 2 y 3.
- c_1 : 0.5, 1 y 2.
- c_2 : 1, 2 y 3.

Requerimientos de diseño:

- Salida deseada (referencia) $r[n] = \mu[n]$.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 25\%$.

IX. CONTROL MEDIANTE LÓGICA DIFUSA III

Diseñar y simular un sistema de control difuso para el siguiente sistema de tiempo discreto (tiempo de muestreo $T_s = 0.1s$).

$$y[n] - 1.8y[n-1] + 0.82y[n-2] = b_0u[n] + b_1u[n-1] + b_2u[n-2]$$

Configuraciones:

- b_0 : 0.002, 0.005 y 0.01.
- b_1 : 0.002, 0.005 y 0.01.
- b_2 : 0.002, 0.005 y 0.01.

Requerimientos de diseño:

- Salida deseada (referencia) $r[n] = \mu[n]$.
- Sobre pico inferior al 10%.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 5\%$.

X. APLICACIÓN CONTROL BALANCÍN MOTOR-HÉLICE

Diseñar un sistema de control difuso para un balancín de motor-hélice como el mostrado en la figura 5.

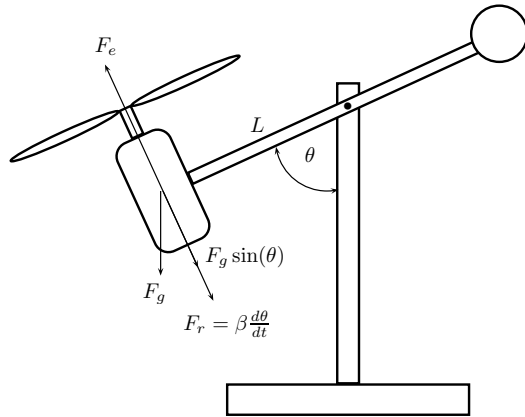


Fig. 5. Esquema de un balancín de motor-hélice.

El modelo de este sistema se encuentra dado por la siguiente ecuación:

$$\frac{J}{L} \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + \beta \frac{d\theta(t)}{dt} + F_g \sin(\theta(t)) = F_e$$

donde $F_g = gM$ es la fuerza de gravedad, L longitud del centro de la barra a uno de sus extremos, J inercia de la barra con el motor, β coeficiente de rozamiento y F_e la fuerza de empuje producida por el motor.

Configuraciones:

- L en m : 0.3, 0.5 y 0.7.
- J en kgm^2 : 0.006, 0.007 y 0.008.
- β en Ns/m : 0.1, 0.2 y 0.3.

Requerimientos de diseño:

- Masa de $M = 1kg$, gravedad de $9.8m/s$.
- Referencia de $\pi/4$.
- Error (oscilación) en estado estable inferior al $\pm 15\%$.