

# CONTROL AVANZADO DE SISTEMAS INGENIERÍA INDUSTRIAL

## Problemas de Control Adaptativo (II)

1. Sea un sistema descrito por el modelo

$$\frac{dy}{dt} = -ay + bu$$

donde  $u$  es la señal de control e  $y$  es la salida, y los parámetros  $a$  y  $b$  son desconocidos. Se desea obtener un comportamiento en bucle cerrado dado por el modelo:

$$\frac{dy_m}{dt} = -a_my_m + b_mr$$

donde  $r$  es la referencia. Se pide:

- (a) Diseñar un controlador adaptativo (MRAS) basado en la teoría de estabilidad de Lyapunov.
  - (b) Dibujar el esquema de control diseñado en el apartado (a).
2. Dado el sistema  $G(s)$  siguiente:

$$G(s) = \frac{b}{s+2}$$

donde  $b$  es desconocido, se desea controlar su salida ante cualquier referencia  $R(s)$  de tal forma que siga los dos modelos siguientes:

$$G_m(s) = \frac{4}{s+1}$$

$$H_m(s) = \frac{4}{s^2-4}$$

Se pide:

- (a) Diseñar un controlador adaptativo de tipo MRAS usando la regla del MIT para el modelo  $G_m(s)$ .
  - (b) Dibujar el esquema de control diseñado en el apartado (a).
  - (c) ¿Es posible diseñar un controlador adaptativo de tipo MRAS para el modelo  $H_m(s)$  de tal forma que el sistema en bucle cerrado con el controlador sea estable? En caso afirmativo, explicar brevemente cómo se diseñaría. En caso negativo, explicar por qué no es posible.
3. Dado el sistema  $G(s)$  siguiente:

$$G(s) = \frac{1}{s+a}$$

donde  $a$  es desconocido, se desea controlar su salida de tal forma que siga el modelo:

$$G_m(s) = \frac{b_m}{s+a_m} = \frac{2}{s+1} .$$

Para ello se diseña previamente el controlador por seguimiento del modelo que se muestra en la figura siguiente.

Se pide:

- (a) Obtener la expresión de la señal de control  $u(t)$  del regulador por seguimiento del modelo representado en la figura en función del parámetro  $a$ .

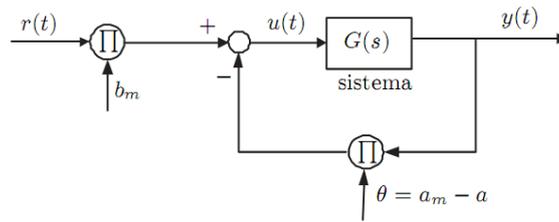


Figura 1

- (b) Completar el esquema de control con un controlador adaptativo diseñado a partir de la regla del MIT.
- (c) Modificar el esquema del apartado (b) de tal forma que se asegure que el bucle cerrado sea estable.

*Sugerencia:* puede usarse la siguiente función candidata de Lyapunov:

$$V(e, \theta) = \frac{1}{2} \left( e^2 + \frac{1}{\gamma} (\theta + a - 1)^2 \right)$$

donde  $\gamma > 0$  y  $\theta = a_m - a$ , tal y como se muestra en la figura.

4. Dado el sistema

$$G(s) = \frac{K}{s + a},$$

estable en bucle abierto, cuya ganancia  $K$  es desconocida, se desea diseñar un controlador adaptativo que siga el modelo

$$G_m(s) = \frac{K_0}{s + a}$$

Para ello se consideran los dos esquemas de control de las figuras 2 y 3.

Se pide:

- (a) Obtener la fórmula de adaptación correspondiente a cada esquema de control.
- (b) Comprobar si es estable alguno de los sistemas de control, considerando la función de Lyapunov

$$V(e, \theta) = \frac{\gamma}{2} \cdot e^2 + \frac{K}{2} \left( \theta - \frac{K_0}{K} \right)^2$$

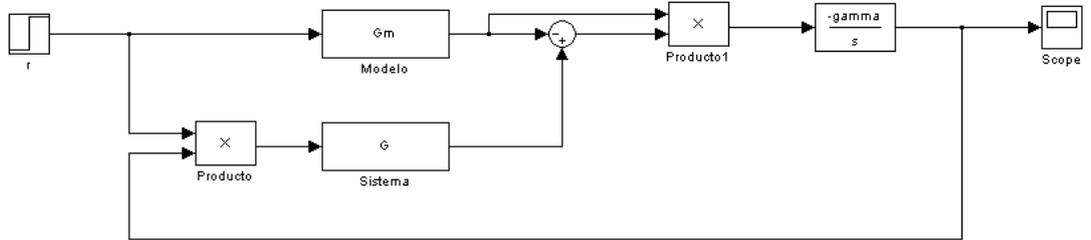


Figura 2

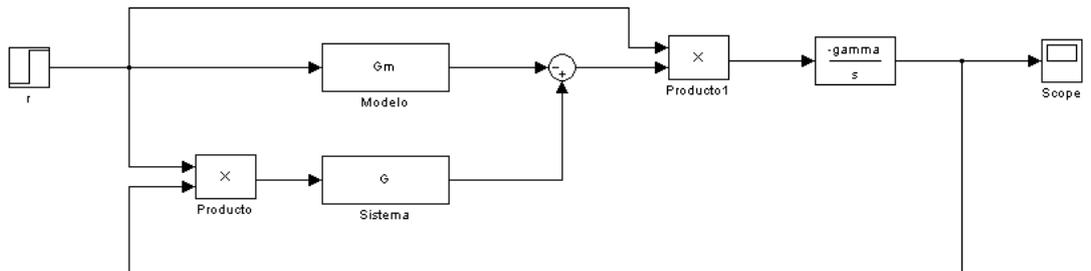


Figura 3