

## EXPERIENCIA 4 CONTROL ADAPTATIVO

### EL5205 Laboratorio de Control Avanzado

Profesores : Manuel Duarte  
                  : Marcos Orchard  
                  : Doris Sáez  
Auxiliar : David Acuña  
Ayudantes : Leonel Gutiérrez  
                  Cristian Jáuregui  
                  Esteban Jofré

Fecha de entrega del enunciado : 18 de Noviembre de 2015

Fecha de recepción de preinformes : 25 de Noviembre de 2015

Fecha de recepción de informes : 9 de Diciembre de 2015

### I Introducción

El twin rotor, compuesto por dos rotores acoplados, es un sistema MIMO complejo debido a su no linealidad y a que sus variables están fuertemente ligadas.



Las variables manipuladas de este sistema son los voltajes que se aplican sobre los motores (motor de cola o TR y motor principal o MR), haciendo que las aspas giren y que el twin rotor tenga una cierta posición y velocidad.

En esta experiencia se diseñarán estrategias de control PI, PID y adaptables por modelo de referencia en el twin rotor

del laboratorio de Control Automático.

## II Control Clásico

Se diseñarán en el twin rotor controladores PI para el eje vertical y PID para el eje horizontal. Para ello, se tienen las siguientes actividades.

### Actividad 1

Diseñe en Matlab-Simulink un controlador PI continuo para el eje vertical utilizando como referencias:

1.1)  $r_V = 0^\circ$

1.2)  $r_V = 5^\circ$

Considere un voltaje nulo en el motor de cola (tail rotor o TR). Analice sobreoscilaciones, error permanente y sensibilidad ante perturbaciones.

### Actividad 2

Diseñe en Matlab-Simulink un controlador PID continuo para el eje horizontal utilizando como referencias:

2.1)  $r_H = 140^\circ$  con C.I. en  $170^\circ$

2.2)  $r_H = 140^\circ$  con C.I. en  $110^\circ$

Considere un voltaje nulo en el motor principal (main rotor o MR). Analice sobreoscilaciones, error permanente y sensibilidad ante perturbaciones.

### Actividad 3

Rediseñe los controladores construidos en las actividades 1 y 2, esta vez operando al mismo tiempo sobre el twin rotor. Considere:

3.1)  $r_V = 0^\circ$  y  $r_H = 140^\circ$  con C.I. para el eje horizontal entre  $110^\circ$  y  $170^\circ$

3.2)  $r_V = 5^\circ$  y  $r_H = 140^\circ$  con C.I. para el eje horizontal entre  $110^\circ$  y  $170^\circ$

Analice sobreoscilaciones, error permanente y sensibilidad ante perturbaciones.

### III Control Adaptable

#### Actividad 1

Diseñe en Matlab-Simulink los bloques necesarios para tener un control PID en el eje horizontal y un control adaptable por referencia de modelo en el eje vertical. Para ello, tenga las siguientes consideraciones:

- Suponga que la planta (voltaje MR – posición vertical) es de segundo orden con grado relativo unitario.
- Considere el siguiente modelo de referencia:

$$M_{ref}(s) = \frac{3(s + 0.1)}{(s + 0.2)(s + 0.3)}$$

- Tenga en consideración la posibilidad que los filtros de  $w_1$  y  $w_2$  tengan un factor de atenuación.
- El ratelimiter ajusta la velocidad del voltaje que se aplica sobre el motor, limitándolo a un máximo cambio permitido. Por ejemplo: “si el ratelimiter es  $\pm 1$ , y si el controlador en el instante  $t=1$  entrega  $u=5$  y en el instante  $t=2$  entrega  $u=8$ , entonces el voltaje que recibe el motor en  $t=2$  es finalmente  $u=6$ ”.

#### Actividad 2

Considere como referencias  $r_V = 0^\circ$  y  $r_H = 140^\circ$ , con C.I. para el eje horizontal entre  $110^\circ$  y  $170^\circ$ . Para que el sistema se controle adecuadamente tenga en consideración ajustar:

- Las ganancias  $\gamma$  de las leyes de ajuste del controlador adaptativo.
- Los parámetros del controlador PID del eje horizontal.
- El factor de atenuación de los filtros de  $w_1$  y  $w_2$ .
- El ratelimiter. Se recomienda que se ajuste en el rango  $[1,2]$ .

Analice con respecto a las sobreoscilaciones, tiempo de estabilización, robustez y perturbaciones del sistema.

### Actividad 3

Considere como referencias  $r_V = 3^\circ$  y  $r_H = 140^\circ$ , con C.I. para el eje horizontal entre  $110^\circ$  y  $170^\circ$ . Para que el sistema se controle adecuadamente tenga en consideración ajustar:

- Las ganancias  $\gamma$  de las leyes de ajuste del controlador adaptativo.
- Los parámetros del controlador PID del eje horizontal.
- El factor de atenuación de los filtros de  $w_1$  y  $w_2$ .
- El ratelimiter. Se recomienda que se ajuste en el rango  $[1,2]$ .

Analice con respecto a las sobreoscilaciones, tiempo de estabilización, robustez y perturbaciones del sistema.

*Nota: En la parte 2, las actividades 2 y 3, la referencia vertical corresponde a un ángulo por lo que deberán calcular qué entrada considerar en el modelo de referencia para que la salida del mismo en estado estacionario coincida con la referencia pedida.*