



Universidad Complutense de Madrid.
Facultad de Ingeniería Informática.
Inteligencia Artificial Aplicada al Control.



Práctica 3

Control Experto

Alumno:
Borges Noronha, Frederick Ernesto

A continuación, se presentarán ejecuciones del fichero “control_experto.m” donde se puede observar la respuesta de un sistema cuando se aumentan o disminuyen las ganancias del PID, por tanto, se ha optado por realizar varias modificaciones para conseguir una solución que mejor se adapte a la respuesta esperada, la cual es sintonizar el PID de forma rápida para obtener una estabilización lo mas rápido posible. Todas estas ejecuciones nos permiten generar una base de conocimientos que será muy útil para posteriores sintonías con controles expertos.

Sintonía #1

Para esta sintonía no se han modificado los valores para obtener una referencia con la cual poder comparar los resultados de otras sintonías con modificaciones en el código para así saber si se obtienen mejoras o no.

El código utilizado para el fichero “sistema_experto.m” es el siguiente:

```
1. % Reglas del sistema experto para adaptar las características a las
   especificaciones
2. salir=0;
3. while ~salir
4.     % Regla para el tiempo de subida
5.     if espec(1)<tr
6.         pid(1)=pid(1)+0.5;
7.     else
8.         pid(1)=pid(1)-0.5;
9.     end
10.
11.     % Características del sistema bajo la nueva situación
12.     [tout,yout]=simular(pid,num,den,tr,tp,Mp,ts,ys);
13.     [tr,tp,Mp,ts,ys]=caracteristicas(tout,yout);
14.
15.     % Si se cumplen las especificaciones, entonces salir
16.     if incrementar_tr
17.         if tr>espec(1)
18.             salir=1;
19.         end
20.     else
21.         if tr<=espec(1)
22.             salir=1;
23.         end
24.     end
25. end
```

Los valores obtenidos a partir del código anterior son:

Valores PID ZN

PID Ziegler-Nichols

$K_p = 6.3600$

$K_i = 0.4968$

$K_d = 20.3561$

Características del sistema

$t_r = 4.7700$

$t_p = 7.3900$

$M_p = 20.6138$

$t_s = 29.9700$

$y_s = 1.0000$

Valores PID Experto

PID experto

$K_p = 8.8600$

$K_i = 0.4968$

$K_d = 20.3561$

Características del sistema

$t_r = 3.9800$

$t_p = 6.2900$

$M_p = 32.4554$

$t_s = 27.0000$

$y_s = 1.0002$

Valores Utilizados

Introduzca las especificaciones del sistema

Tiempo de subida : 4

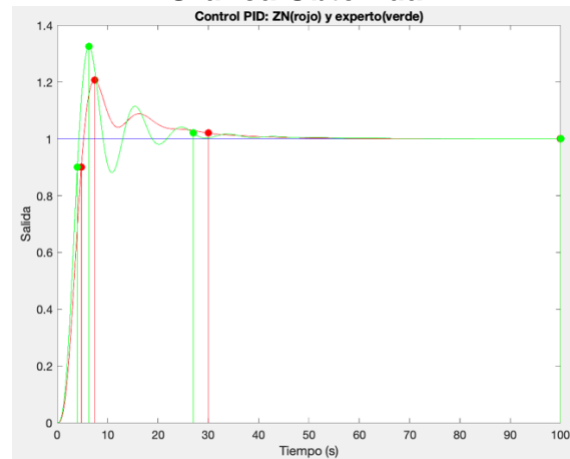
Tiempo de pico : 20

Sobreelevación : 15

Tiempo de asentamiento: 30

Estado estacionario : 1

Gráfica Obtenida



Como podemos observar en la gráfica la respuesta del sistema experto (en verde) posee mucha sobrelevación lo cual puede afectar al sistema y además tarda en estabilizarse, en las próximas sintonías intentaremos mejorar los valores generados en el sistema experto para mejorar estos resultados.

Sintonía #2

El código utilizado para el fichero “sistema_experto.m” es el siguiente:

```

1. % Reglas del sistema experto para adaptar las características a las
   especificaciones
2. salir=0;
3. while ~salir
4.     % Regla para el tiempo de subida
5.     if espec(1)<tr
6.         pid(1)=pid(1)+0.5;
7.         pid(2)=pid(2)+0.2;
8.     else
9.         pid(1)=pid(1)-0.5;
10.    end
11.
12.    % Características del sistema bajo la nueva situación
13.    [tout,yout]=simular(pid,num,den,tr,tp,Mp,ts,ys);
14.    [tr,tp,Mp,ts,ys]=caracteristicas(tout,yout);
15.
16.    % Si se cumplen las especificaciones, entonces salir
17.    if incrementar_tr
18.        if tr>espec(1)
19.            salir=1;
20.        end
21.    else
22.        if tr<=espec(1)
23.            salir=1;
24.        end
25.    end
26. end

```

Los valores obtenidos a partir del código anterior son:

Valores PID ZN

PID Ziegler-Nichols

Kp= 6.3600

Ki= 0.4968

Kd= 20.3561

Características del sistema

tr= 4.7700

tp= 7.3900

Mp= 20.6138

ts= 29.9700

ys= 1.0000

Valores PID Experto

PID experto

Kp= 8.3600

Ki= 1.2968

Kd= 20.3561

Características del sistema

tr= 3.8400

tp= 6.6400

Mp= 54.9445

ts= 27.6900

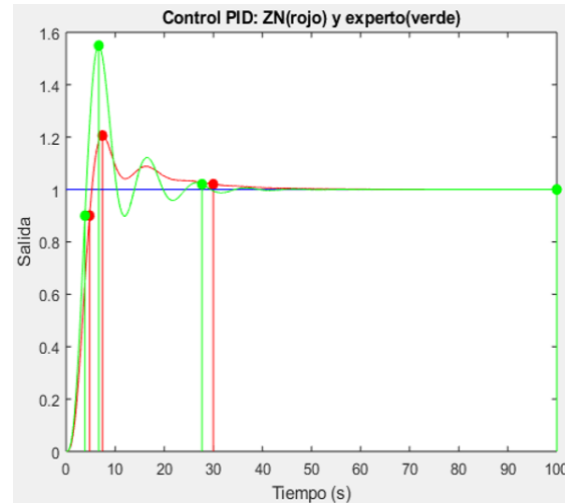
ys= 1.0000

Valores Utilizados

Introduzca las especificaciones del sistema

Tiempo de subida : 4
 Tiempo de pico : 20
 Sobreelongacion : 15
 Tiempo de asentamiento: 30
 Estado estacionario : 1

Gráfica Obtenida



Como podemos observar si incrementamos el valor de pid(2) la sobreelongación aumenta considerablemente por tanto no podemos tomar esta solución como válida y seguiremos buscando un mejor resultado.

Sintonía #3

El código utilizado para el fichero "sistema_experto.m" es el siguiente:

```

1. % Reglas del sistema experto para adaptar las características a las
   especificaciones
2. salir=0;
3. while ~salir
4.     % Regla para el tiempo de subida
5.     if espec(1)<tr
6.         pid(1)=pid(1)+0.5;
7.         pid(2)=pid(2)+0.2;
8.         pid(3)=pid(3)+0.2;
9.     else
10.        pid(1)=pid(1)-0.5;
11.    end
12.
13.    % Características del sistema bajo la nueva situación
14.    [tout,yout]=simular(pid,num,den,tr,tp,Mp,ts,ys);
15.    [tr,tp,Mp,ts,ys]=caracteristicas(tout,yout);
16.
17.    % Si se cumplen las especificaciones, entonces salir
18.    if incrementar_tr
19.        if tr>espec(1)
20.            salir=1;
21.        end
22.    else
23.        if tr<=espec(1)
24.            salir=1;
25.        end
26.    end
27. end

```

Los valores obtenidos a partir del código anterior son:

Valores PID ZN

PID Ziegler-Nichols

Kp= 6.3600

Ki= 0.4968

Kd= 20.3561

Características del sistema

tr= 4.7700

tp= 7.3900

Mp= 20.6138

ts= 29.9700

ys= 1.0000

Valores PID Experto

PID experto

Kp= 8.3600

Ki= 1.2968

Kd= 21.1561

Características del sistema

tr= 3.8700

tp= 6.6400

Mp= 51.6530

ts= 22.5900

ys= 1.0000

Valores Utilizados

Introduzca las especificaciones del sistema

Tiempo de subida : 4

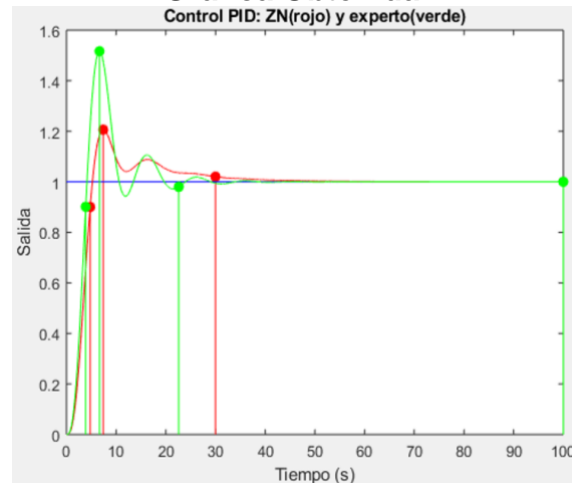
Tiempo de pico : 20

Sobreelevación : 15

Tiempo de asentamiento: 30

Estado estacionario : 1

Gráfica Obtenida



Como podemos observar si incrementamos el valor de pid(2) y pid(3) pero la sobrelevación no disminuye con respecto a la anterior gráfica por tanto, igual que la anterior, no podemos tomar esta solución como válida y seguiremos buscando un mejor resultado.

Sintonía #4

El código utilizado para el fichero “sistema_experto.m” es el siguiente:

```

1. % Reglas del sistema experto para adaptar las características a las
   especificaciones
2. salir=0;
3. while ~salir
4.     % Regla para el tiempo de subida
5.     if espec(1)<tr
6.         pid(1)=pid(1)+0.5;
7.         pid(3)=pid(3)+0.7;
8.     else
9.         pid(1)=pid(1)-0.5;
10.    end
11.
12.    % Regla para la sobrelongación
13.    if espec(3)<Mp
14.        pid(3)=pid(3)+2;
15.    else
16.        pid(3)=pid(3)-2;
17.    end
18.
19.    % Características del sistema bajo la nueva situación
20.    [tout,yout]=simular(pid,num,den,tr,tp,Mp,ts,ys);
21.    [tr,tp,Mp,ts,ys]=caracteristicas(tout,yout);
22.
23.    % Si se cumplen las especificaciones, entonces salir
24.    if incrementar_tr
25.        if tr>espec(1)
26.            salir=1;
27.        end
28.    else
29.        if tr<=espec(1)
30.            salir=1;
31.        end
32.    end
33.
34.    if incrementar_Mp
35.        if Mp>espec(3)
36.            salir=1;
37.        end
38.    end
39. end

```

Los valores obtenidos a partir del código anterior son:

Valores PID ZN

PID Ziegler-Nichols

Kp= 6.3600

Ki= 0.4968

Kd= 20.3561

Características del sistema

tr= 4.7700

tp= 7.3900

Mp= 20.6138

ts= 29.9700

ys= 1.0000

Valores PID Experto

PID experto

Kp= 6.8600

Ki= 0.4968

Kd= 23.0561

Características del sistema

tr= 4.7900

tp= 7.1900

Mp= 14.0243

ts= 32.7200

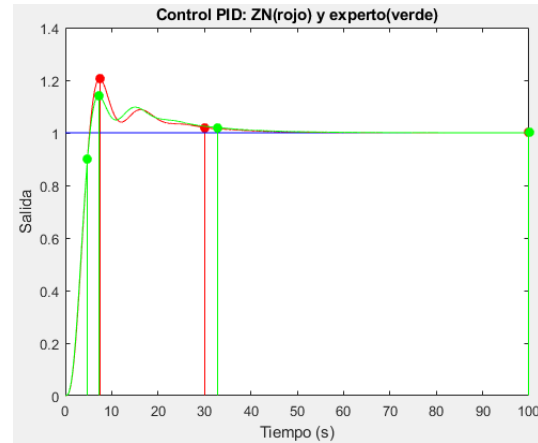
ys= 1.0000

Valores Utilizados

Introduzca las especificaciones del sistema

Tiempo de subida : 4
Tiempo de pico : 20
Sobreelevación : 15
Tiempo de asentamiento: 30
Estado estacionario : 1

Gráfica Obtenida



Como podemos observar si incrementamos el valor de pid(3) controlamos la sobrelevación hasta el punto de mejorarla con respecto a la obtenida en la sintonía con el modelo ZN, además podemos observar que esta sintonía se comporta casi de igual manera que la que se a realizad con el método de ZN.