

Tarea 3

Control todo nada con histéresis y PD de un sistema inestable

Se dispone de una tabla con valores de 2 Polos (uno de ellos inestable), ganancia y tiempo de establecimiento 2% para cada alumno, se pide:

Diseñar un controlado PD de tiempo continuo de la forma $C(s) = K_c(s + a)$ mediante sisotool de Matlab de forma que el cero cancele el polo estable de la planta y ajustando la ganancia K_c para obtener el tiempo de establecimiento deseado

```
p1=1;  
p2=-2;  
K=5;  
G=zpk([], [p1 p2], K)
```

G =

```
      5  
-----  
(s-1) (s+2)
```

Continuous-time zero/pole/gain model.

```
%sisotool(G);
```

Se diseña el PD los requisitos de diseño.

```
C = zpk(-2, [], 0.45988)
```

C =

```
0.45988 (s+2)
```

Continuous-time zero/pole/gain model.

Simular en el diagrama adjunto cuya configuracion se cambia con la variable lineal y mostrar el error, dibujar al plano de fases, la acción de control y determinar el error de régimen.

```
Kc= C.K % ganancia
```

Kc = 0.4599

```
a= -C.Z{1} % cero del controlador con signo invertido
```

a = 2

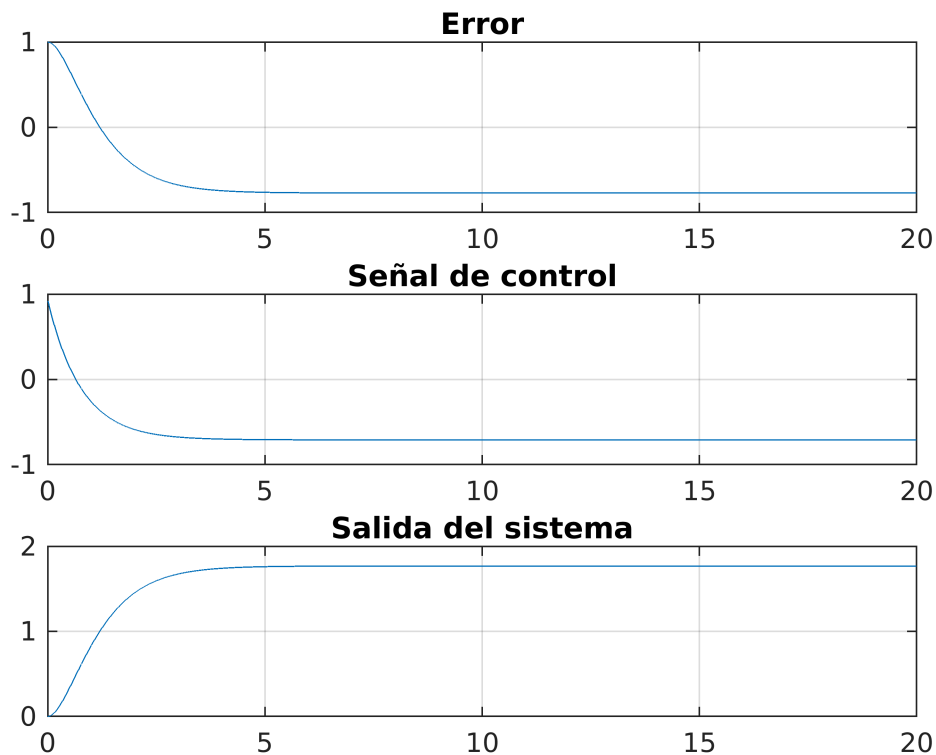
```
M=1 % ganancia rele
```

M = 1

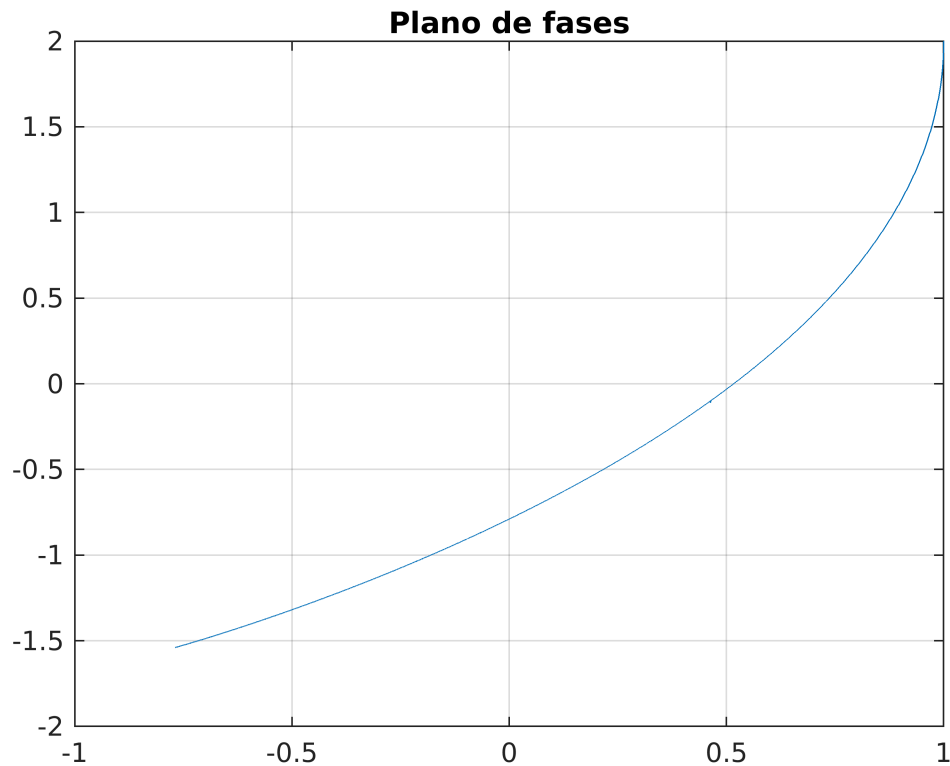
```
T=0.1 % histeresis
```

```
T = 0.1000
```

```
lineal=1; % simula control lineal
sim('bang_bang_hist_DI_PD')
subplot(3,1,1);
plot(tout,yout(:,1)) % error
grid on
title('Error')
subplot(3,1,2);
plot(tout,yout(:,2)) % señal de control
grid on
title('Señal de control')
subplot(3,1,3);
plot(tout,yout(:,4)) % salida del sistema
grid on
title('Salida del sistema')
```



```
figure
plot(yout(:,1),yout(:,3)) % plano de fases: eje x error, eje y derivada del error
grid on
title('Plano de fases')
```



El error de regimen es de -0.7696 .

Con un ancho de histéresis T cien veces menos que la ganancia total $K_c \cdot K$ simular y dibujar lo mismo que con el controlador lineal pero cambiando las líneas.

```
M=Kc % ganancia rele = +-ganancia Kc
```

```
M = 0.4599
```

```
T=K*Kc/100 % 100 veces menos que la ganancia total
```

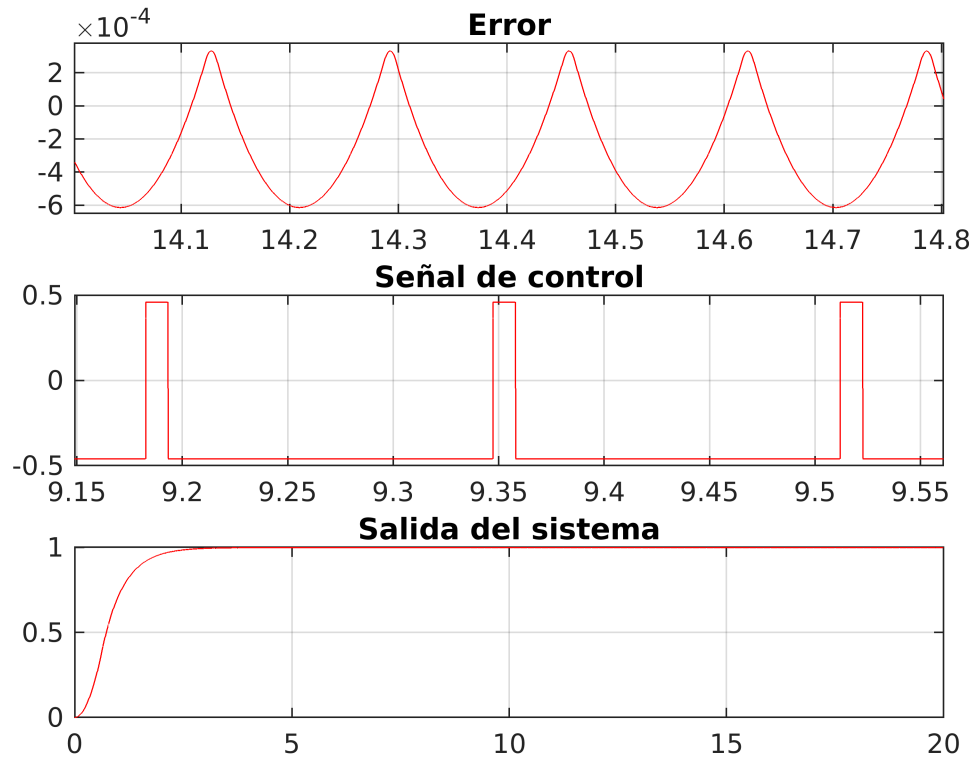
```
T = 0.0230
```

```
lineal=0; % simula no lineal
sim('bang_bang_hist_DI_PD')
figure
subplot(3,1,1);
plot(tout,yout(:,1), 'Color', 'r') % error
grid on
title('Error')
xlim([14.002 14.802])
ylim([-0.00065 0.00038])
subplot(3,1,2);
plot(tout,yout(:,2), 'Color', 'r') % señal de control
grid on
```

```

title('Señal de control')
xlim([9.149 9.561])
ylim([-0.50 0.50])
subplot(3,1,3);
plot(tout,yout(:,4), 'Color', 'r') % salida del sistema
grid on
title('Salida del sistema')

```



```

figure
plot(yout(:,1),yout(:,3), 'Color', 'r') % plano de fases: eje x error, eje y derivada
grid on
title('Plano de fases')

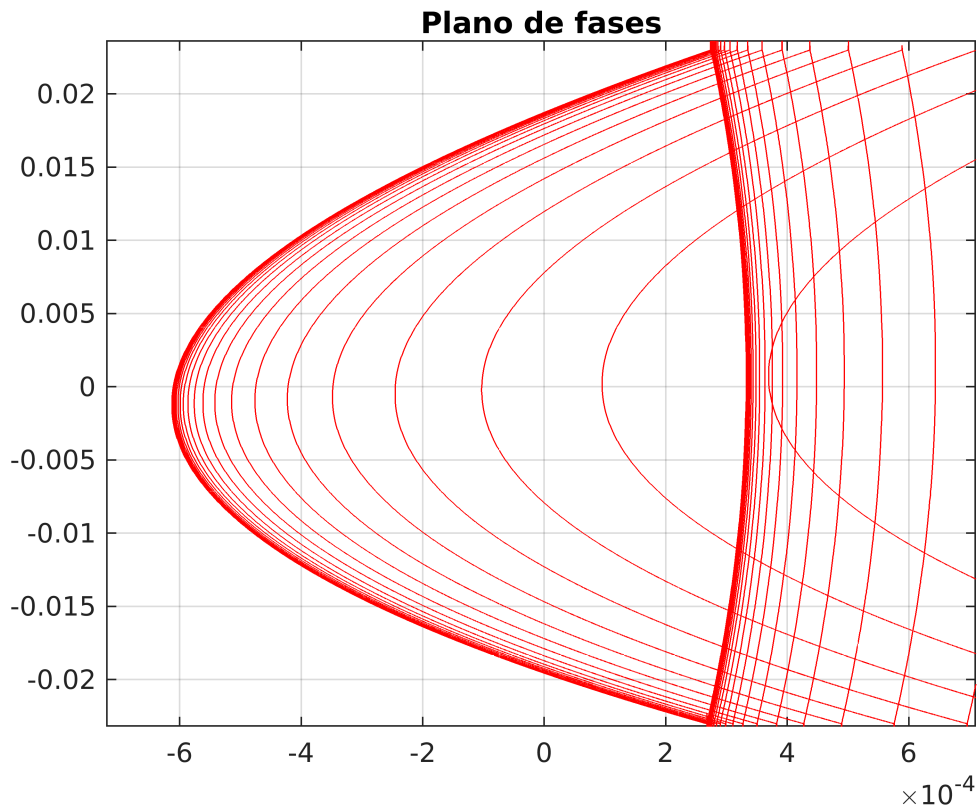
```

A partir de la introducción del control no lineal, se observa que el error de régimen se transformó en una señal periódica, cuyos valores oscilan entre $3.293e-4$ y $-6.128e-4$. El tiempo de establecimiento del sistema disminuyó.

```

xlim([-0.00072 0.00071])
ylim([-0.0232 0.0236])

```



Existe un ciclo límite con amplitud 0.023. La cota de valor absoluto del error es de $9.421e-4$

La frecuencia de conmutación de la señal de control es de $6Hz$

```
fcon = 1/(9.347-9.182)
```

```
fcon = 6.0606
```

Aumentar el ancho de histéresis y analizar como evolucionan el error máximo, el tiempo de establecimiento y la frecuencia de conmutación.

```
M=Kc % ganancia rele = +-ganancia Kc
```

```
M = 0.4599
```

```
T=K*Kc/25 % 25 veces menos que la ganancia total
```

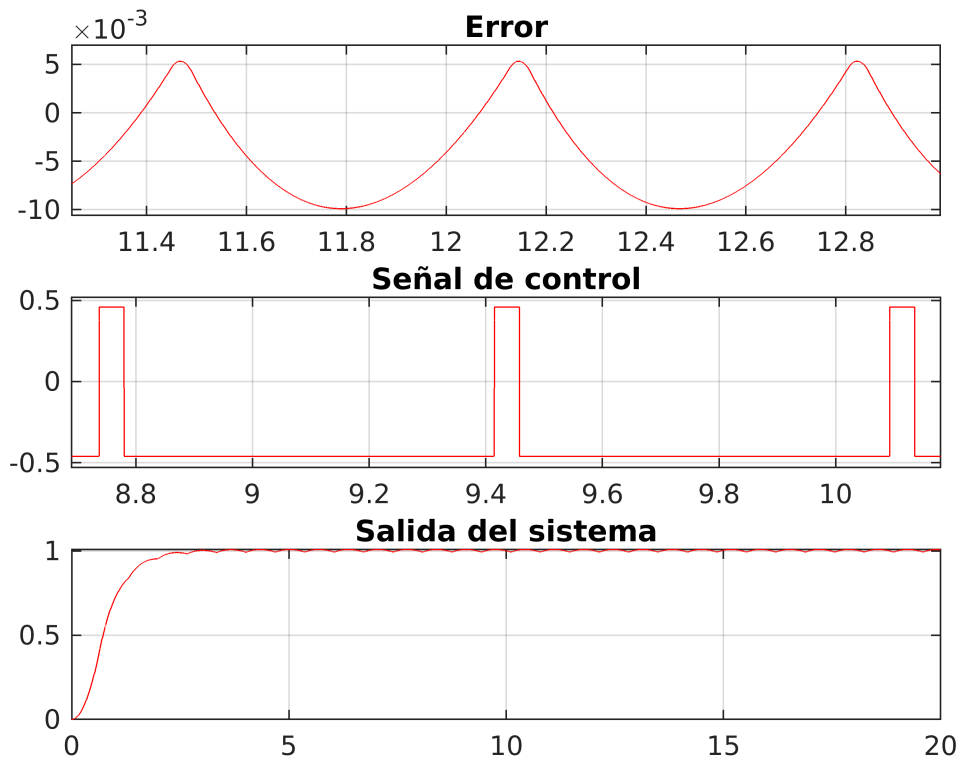
```
T = 0.0920
```

```
lineal=0; % simula no lineal
sim('bang_bang_hist_DI_PD')
figure
subplot(3,1,1);
plot(tout,yout(:,1), 'Color', 'r') % error
grid on
```

```

title('Error')
xlim([11.25 12.99])
ylim([-0.0106 0.0070])
subplot(3,1,2);
plot(tout,yout(:,2), 'Color', 'r') % señal de control
grid on
title('Señal de control')
xlim([8.69 10.18])
ylim([-0.53 0.52])
subplot(3,1,3);
plot(tout,yout(:,4), 'Color', 'r') % salida del sistema
grid on
title('Salida del sistema')

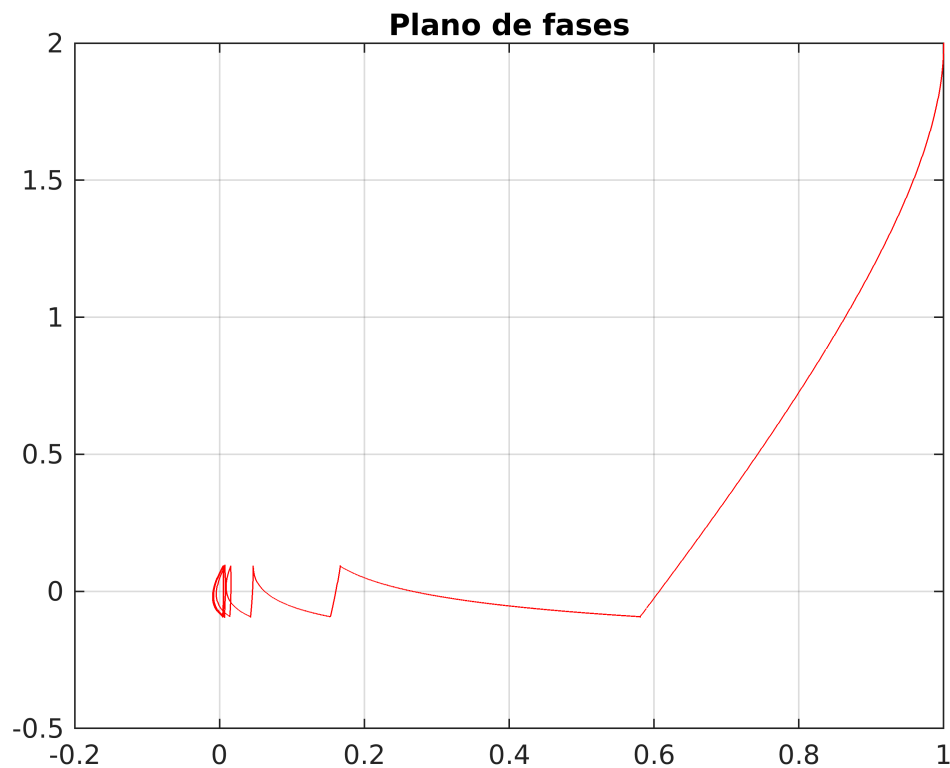
```



```

figure
plot(yout(:,1),yout(:,3), 'Color', 'r') % plano de fases: eje x error, eje y derivada de error
grid on
title('Plano de fases')

```



El error máximo crece a $5.53e - 3$ y además, la frecuencia de conmutación de la acción de control es de $1.47Hz$

```
fcon = 1/(9.415-8.737)
```

```
fcon = 1.4749
```

```
M=Kc % ganancia rele = +-ganancia Kc
```

```
M = 0.4599
```

```
T=K*Kc/10 % 10 veces menos que la ganancia total
```

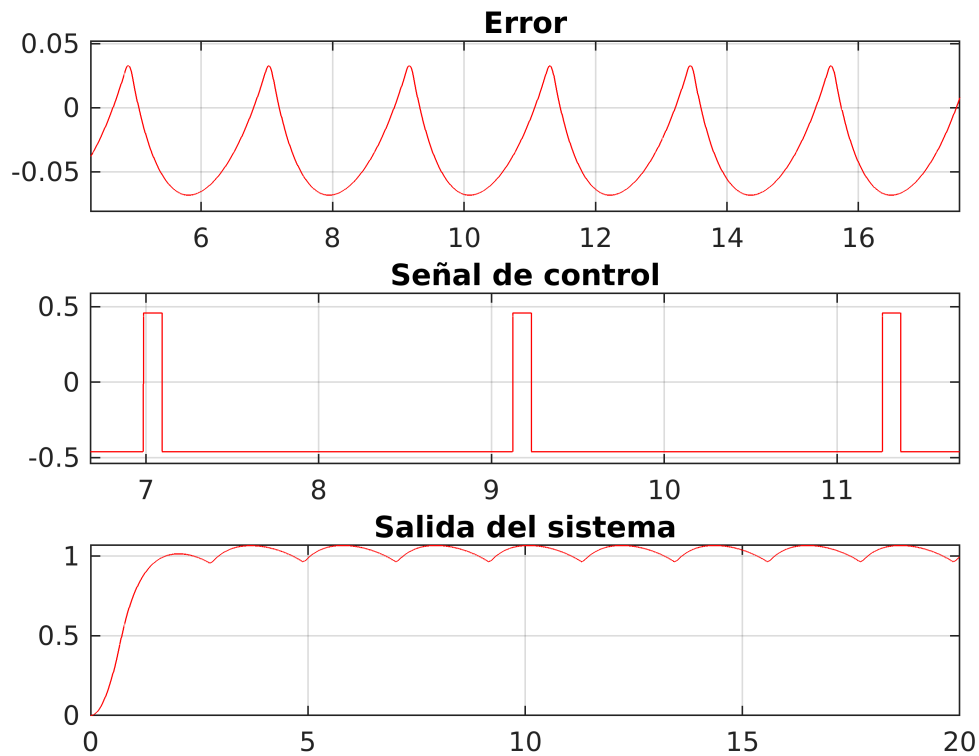
```
T = 0.2299
```

```
lineal=0; % simula no lineal
sim('bang_bang_hist_DI_PD')
figure
subplot(3,1,1);
plot(tout,yout(:,1), 'Color', 'r') % error
grid on
title('Error')
xlim([4.32 17.54])
ylim([-0.081 0.052])
subplot(3,1,2);
```

```

plot(tout,yout(:,2), 'Color', 'r') % señal de control
grid on
title('Señal de control')
xlim([6.68 11.71])
ylim([-0.54 0.59])
subplot(3,1,3);
plot(tout,yout(:,4), 'Color', 'r') % salida del sistema
grid on
title('Salida del sistema')

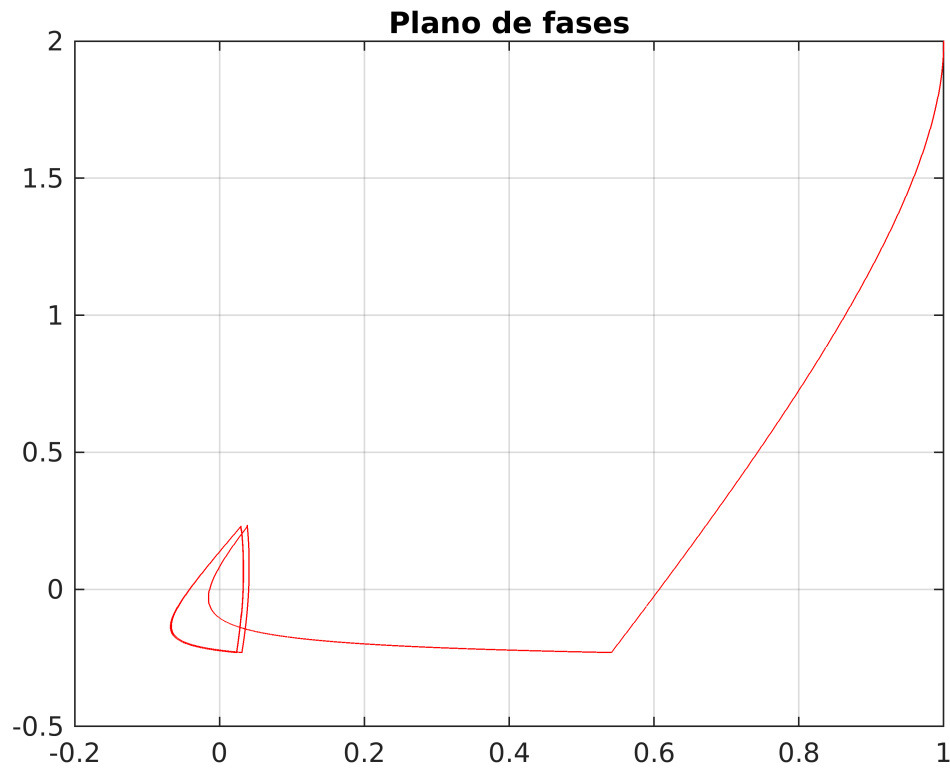
```



```

figure
plot(yout(:,1),yout(:,3), 'Color', 'r') % plano de fases: eje x error, eje y derivada de error
grid on
title('Plano de fases')

```

El error máximo crece a $3.262e-2$ y además, la frecuencia de conmutación de la acción de control es de $0.46Hz$

```
fcon = 1/(9.124-6.985)
```

```
fcon = 0.4675
```

En conclusión, al aumentar el ancho de histéresis el error máximo sube y la frecuencia de conmutación baja.

Subir el ancho de histéresis a la ganancia total ¿Qué sucede con la estabilidad? Explorar la causa viendo la acción de control.

```
M=Kc % ganancia rele = +-ganancia Kc
```

```
M = 0.4599
```

```
T=K*Kc
```

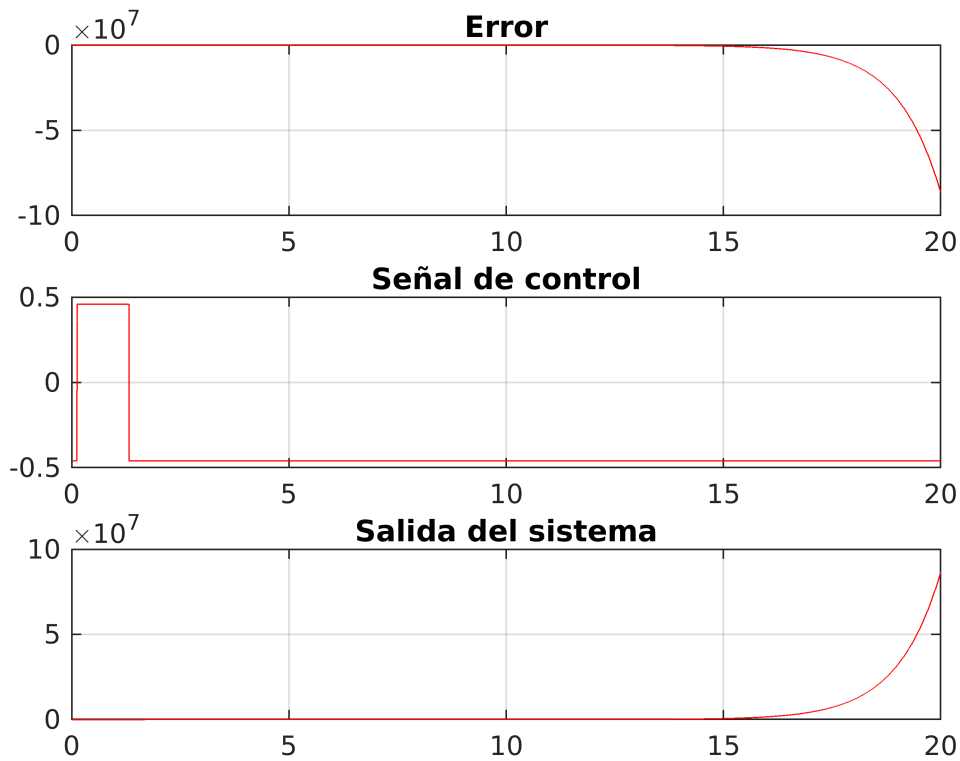
```
T = 2.2994
```

```
lineal=0; % simula no lineal
sim('bang_bang_hist_DI_PD')
figure
subplot(3,1,1);
plot(tout,yout(:,1), 'Color', 'r') % error
```

```

grid on
title('Error')
subplot(3,1,2);
plot(tout,yout(:,2), 'Color', 'r') % señal de control
grid on
title('Señal de control')
subplot(3,1,3);
plot(tout,yout(:,4), 'Color', 'r') % salida del sistema
grid on
title('Salida del sistema')

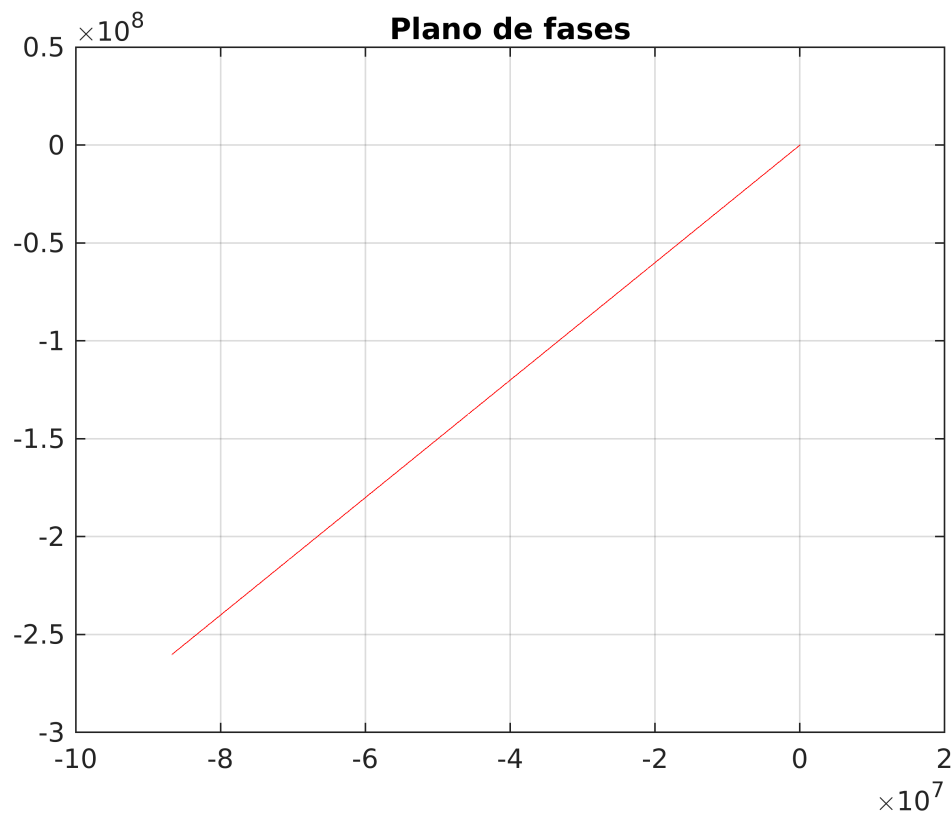
```



```

figure
plot(yout(:,1),yout(:,3), 'Color', 'r') % plano de fases: eje x error, eje y derivada de error
grid on
title('Plano de fases')

```



El sistema se vuelve inestable debido a que la acción de control conmuta una sola vez. El error se acumula infinitamente.