



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES

U.N.C.

Cátedra de Sistemas de Control II

Año 2024

Informe de Trabajo Práctico N° 3

Alumna: Guadalupe Vega

Docente: Ing. Laboret

Controlador PD

Se diseña un Proporcional Derivativo (PD), para que cuando $K_i=0$ se convierta en proporcional derivativo.

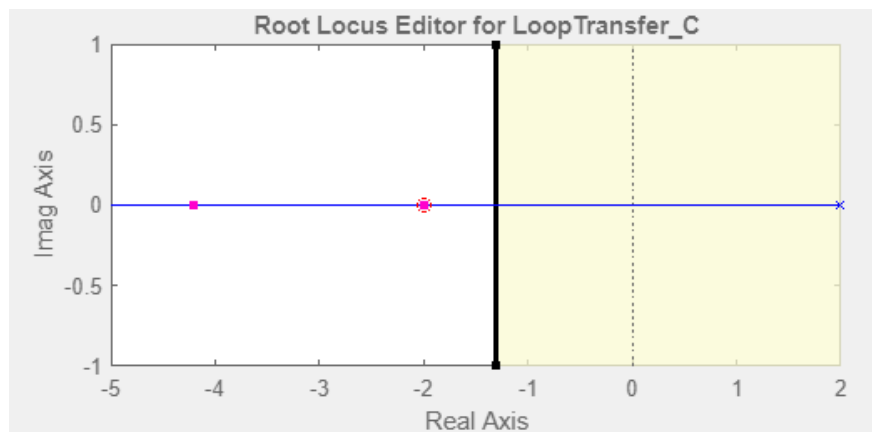
Tiene 1 polo fijo en el origen (retardo) y 1 cero móvil que con la ganancia proporcionan 2 grados de libertad contribuye con ángulo positivo ya que el argumento del cero que es siempre positivo siempre es mayor que el del polo curvando hacia la izquierda el LR proporcionando amortiguamiento y estabilidad.

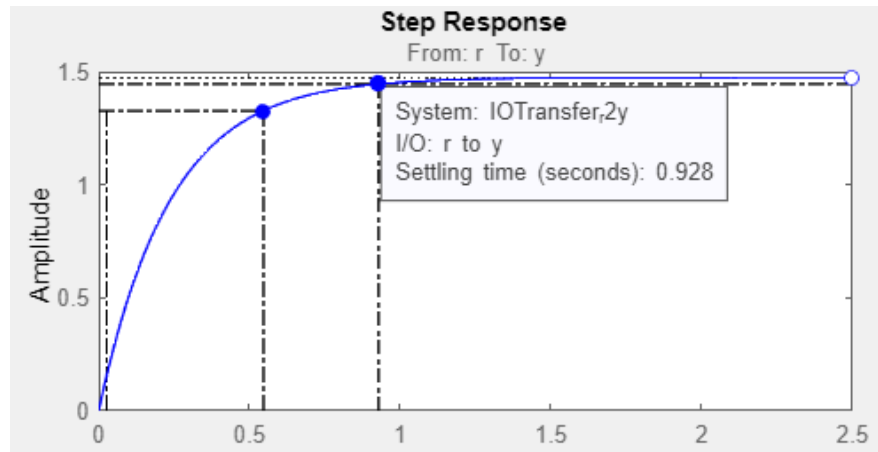
Con la función de transferencia del sistema:

$$G(s) = \frac{5}{(s-2)(s+2)}$$

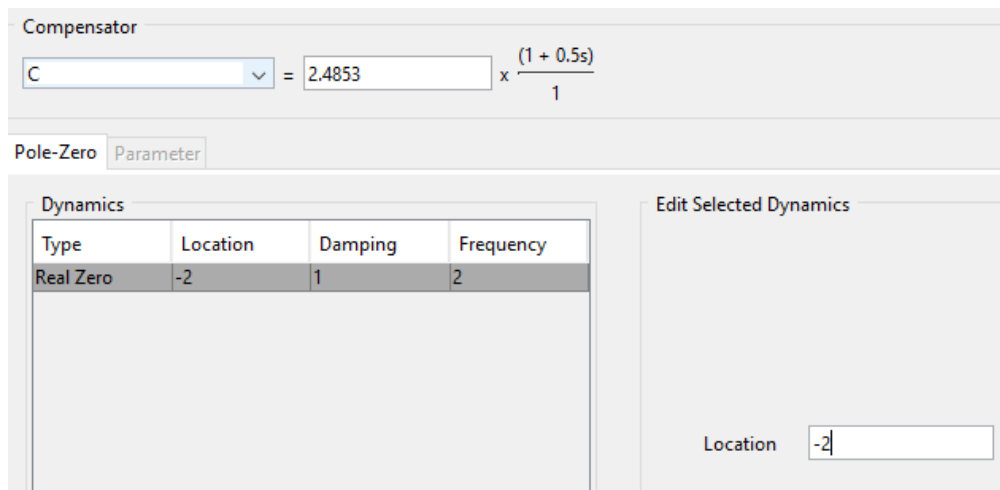
Al diseñar el controlador C, se obtiene:

```
Tunable Block  
Name: C  
Sample Time: 0  
Value:  
1.2427 (s+2)
```





Vemos que el controlador se estabiliza dentro del tiempo requerido, ahora, exportando el controlador, la función de transferencia nos queda:



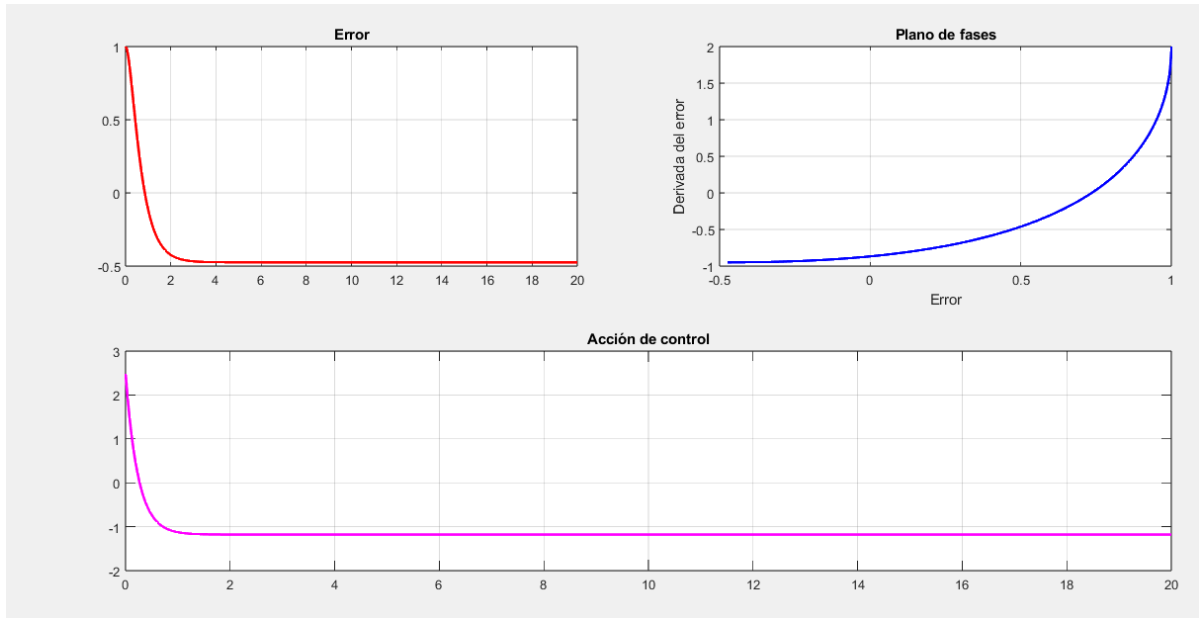
Utilizando el siguiente código, y simulando en el diagrama adjunto, cuya configuración se cambia con la variable lineal y muestra el error, el plano de fases y la acción de control.

```
Kc = 1.2427 % ganancia de C
a=2 % cero del controlador con signo invertido
M=1 % ganancia rele
T=0.1 % histéresis
lineal=1 % simula control lineal
sim('bang_bang_hist_DI_PD')
figure(1)
subplot(2,2,1);plot(tout,yout(:,1),'r','LineWidth',2);grid on;hold on; title('Error'); % error
subplot(2,2,2);plot(yout(:,1),yout(:,3),'b','LineWidth',2);grid on; hold on; title('Plano de fases');
```

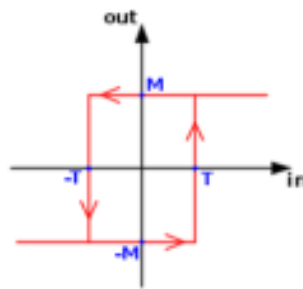
```

xlabel('Error');ylabel('Derivada del error');% plano de fases: eje x
error, eje y derivada del error
subplot(2,1,2);plot(tout,yout(:,2),'m','LineWidth',2);grid on; hold
on; title('Acción de control'); % señal de control

```



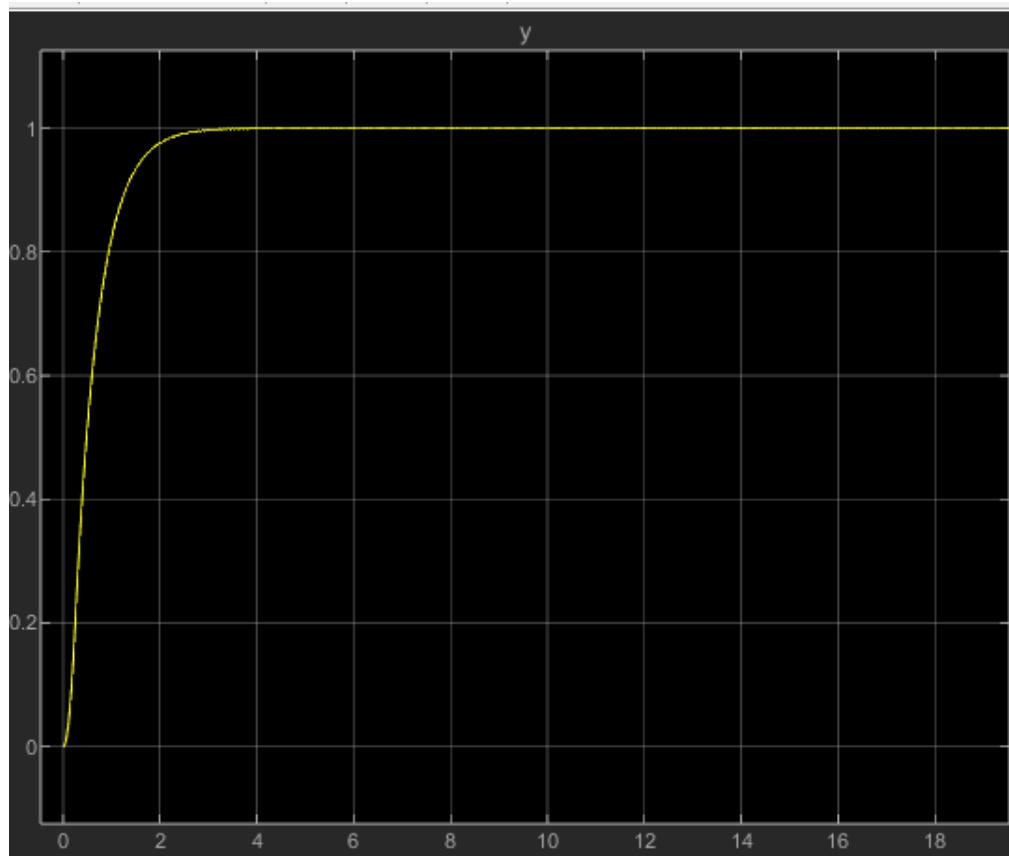
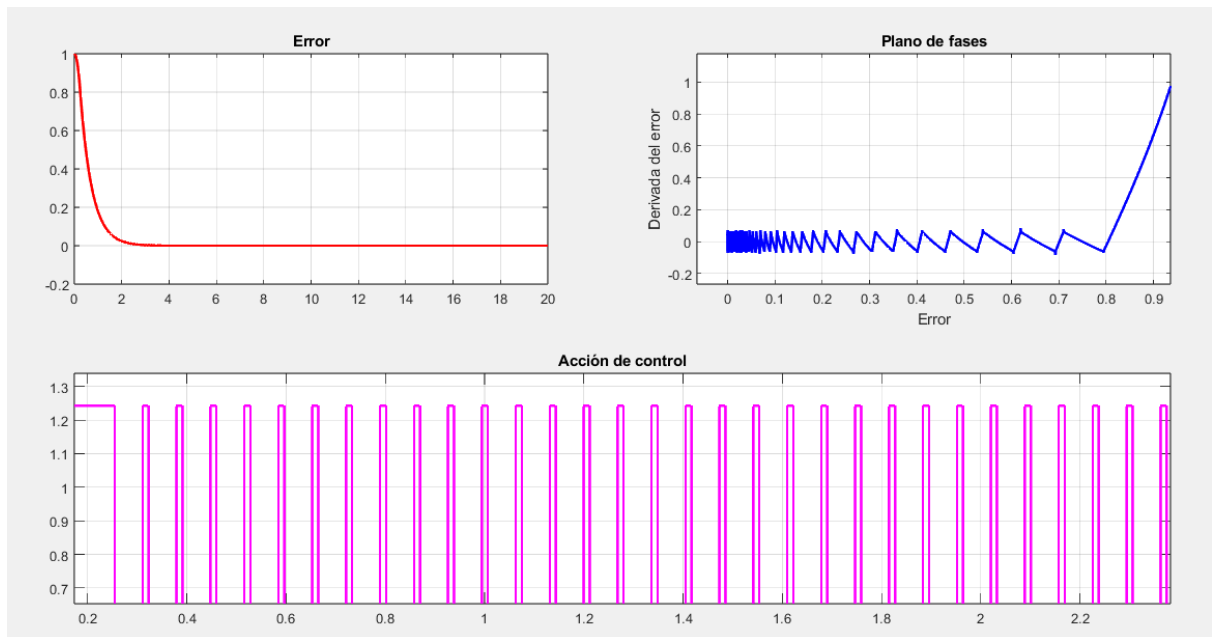
Se observa un error en estado estacionario en -0.5, se puede mejorar llevándolo a un entorno de cero mediante el control no lineal mostrado en la entrada inferior que se setea accionando el switch. Es el PD anterior, pero sustituyendo la ganancia K_c por un relé todo/nada con histéresis (fácil de construir electrónicamente) con $M=K_c$ que genera una señal PWM cuyo ciclo de trabajo depende del error y su derivada.



Esto se coloca a la entrada de circuitos digitales para eliminar el ruido. Es un sistema con memoria, hasta que no llega a la esquina, no conmuta, eso elimina el ruido.

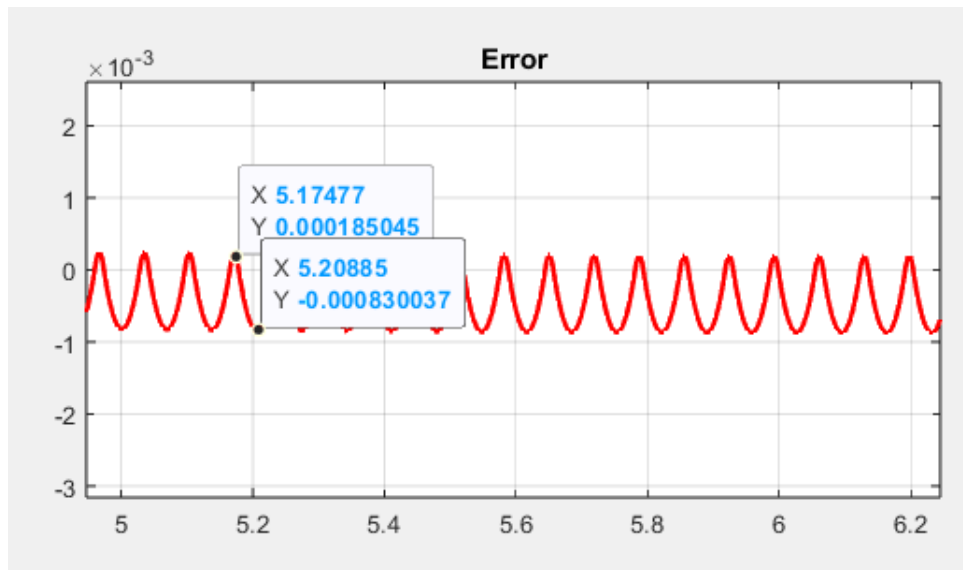
Disminución del ancho del Lazo de Histéresis

Variando el ancho de histéresis T , 100 veces menos que la ganancia total $K_c \cdot K$, obtenemos un $T = 0.0621$. Graficando y simulando vemos que el sistema estable con un tiempo de establecimiento de aproximadamente 2 segundos.

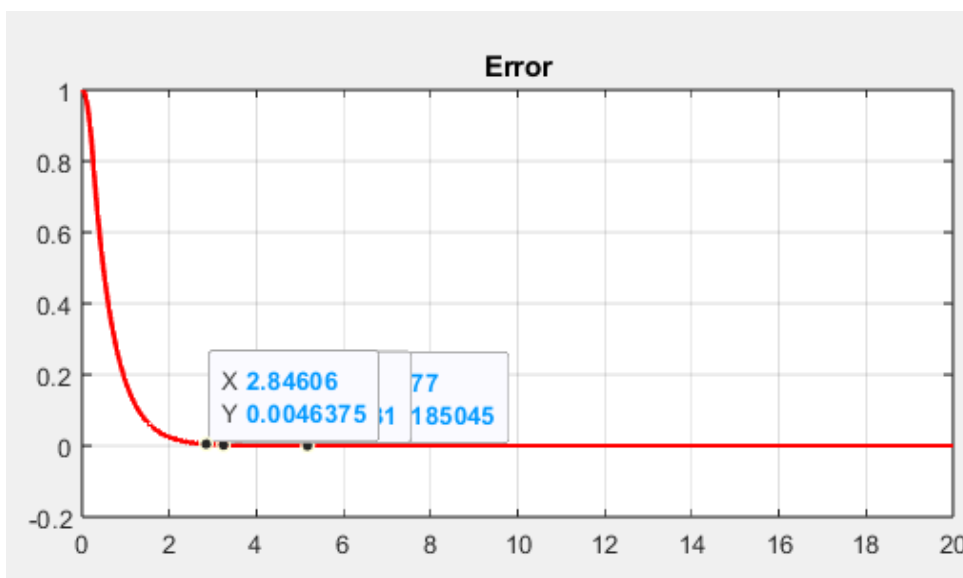


Error de Régimen

A simple vista el error es nulo, al hacer zoom vemos que el error converge a un ciclo límite, el mismo, con variaciones de entre 0.000185045 y -0.000830037 . Los ciclos límites no son deseables si las fluctuaciones de la salida no son toleradas por las especificaciones o si hay elementos mecánicos que pueden sufrir desgastes. A veces en electrónica se buscan ciclos límites, como en el caso de un oscilador, su amplitud y su frecuencia no dependen de las condiciones iniciales.



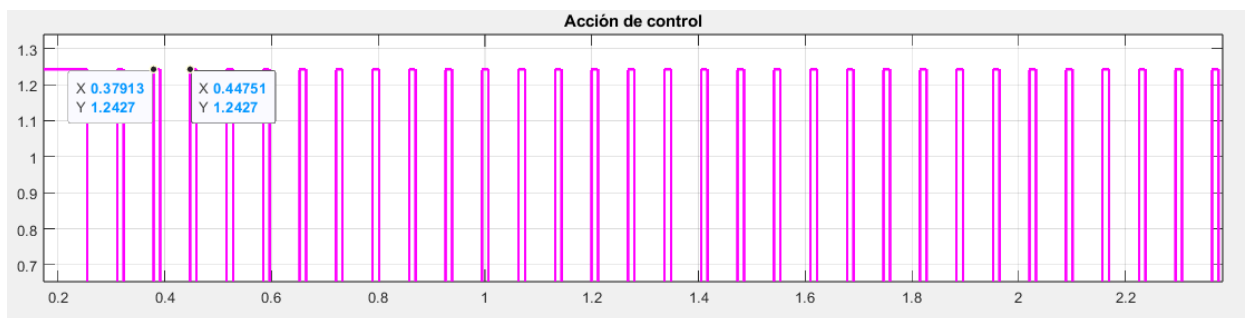
Tiempo de Establecimiento



El tiempo de establecimiento mejoró, pasó de aproximadamente 3 segundos a ser de 2 segundos, esto se podría deberse a que al conmutar el relé tan bruscamente se generan grandes picos de energía (teniendo una salida prácticamente vertical) y se logra obtener de forma más rápida el valor de régimen.

Frecuencia de Conmutación de la Señal de Control

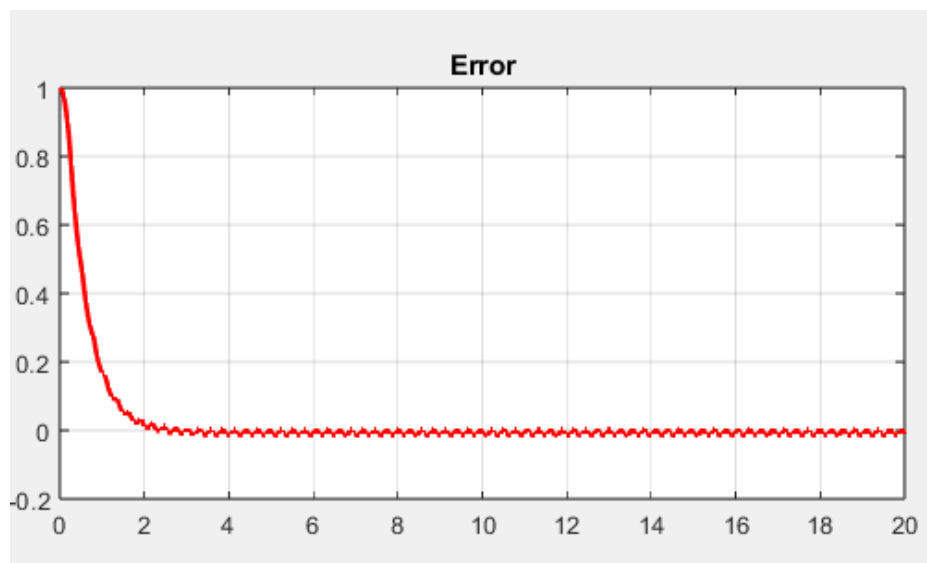
La señal de control tiene un periodo de $T = 0.06838 [s]$ y una frecuencia $f = 14.62 [Hz]$.

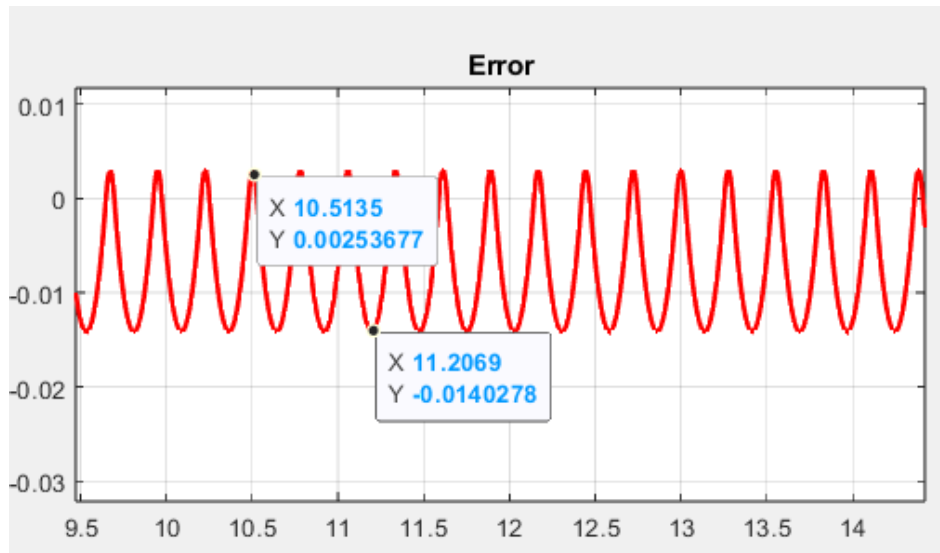


Aumento del ancho del Lazo de Histéresis

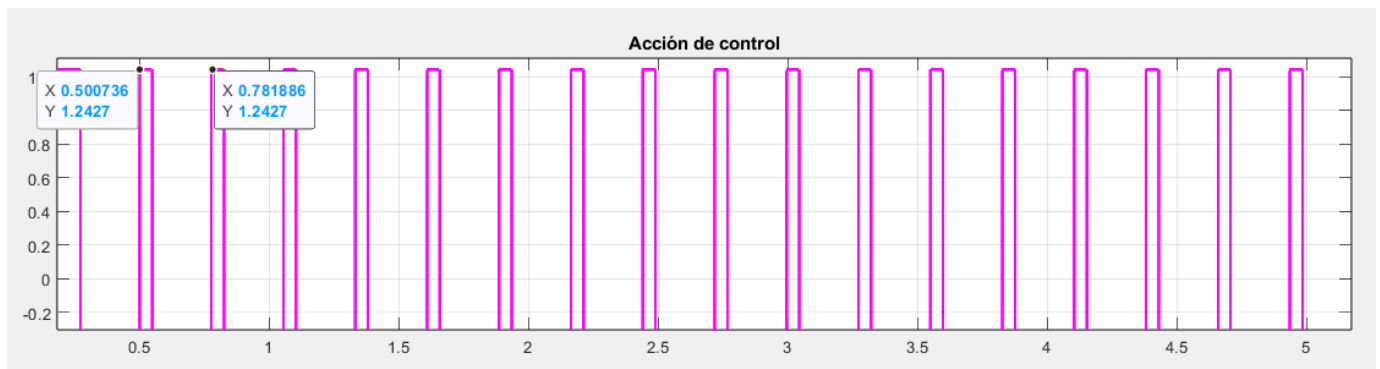
Con $T = K_c \cdot K/25$:

El tiempo de establecimiento es de 2 segundos y el error de régimen tiene un módulo de 0.00253677

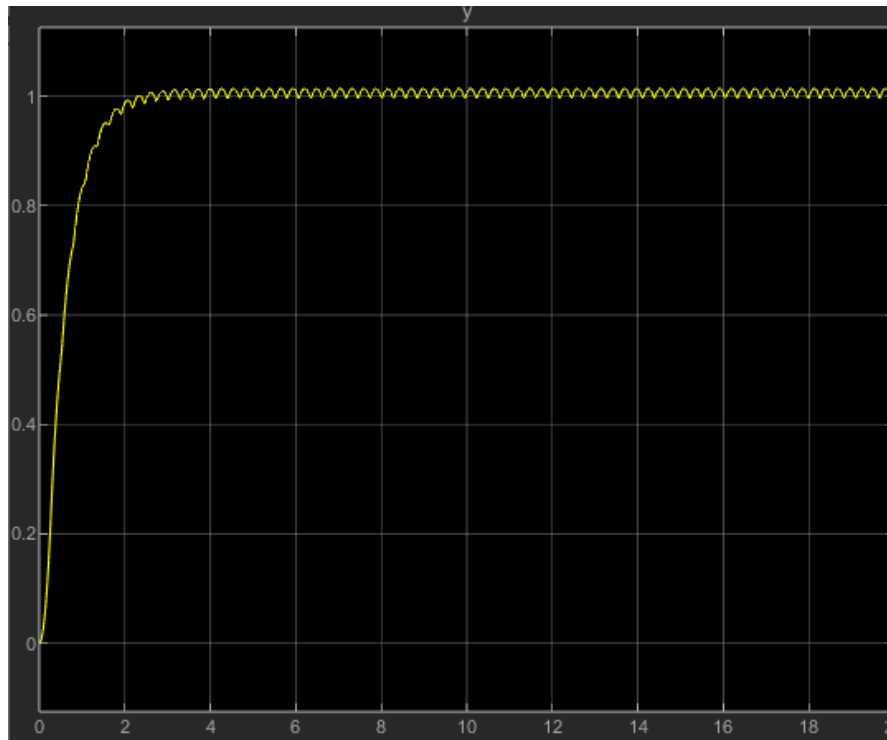




El período de la acción de control es $T = 0.28115 \text{ [s]}$ y su frecuencia $f = 3.55 \text{ [Hz]}$



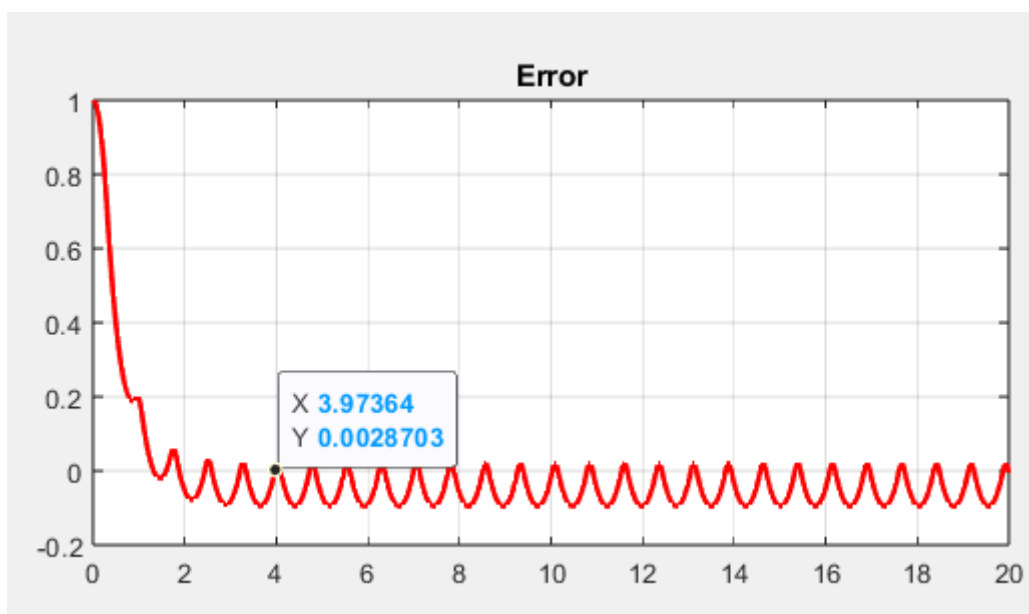
Debido al cambio del periodo, el sistema tardará más tiempo en conmutar generando una variación en la amplitud del ciclo límite en el error. Y la salida simulada nos queda:



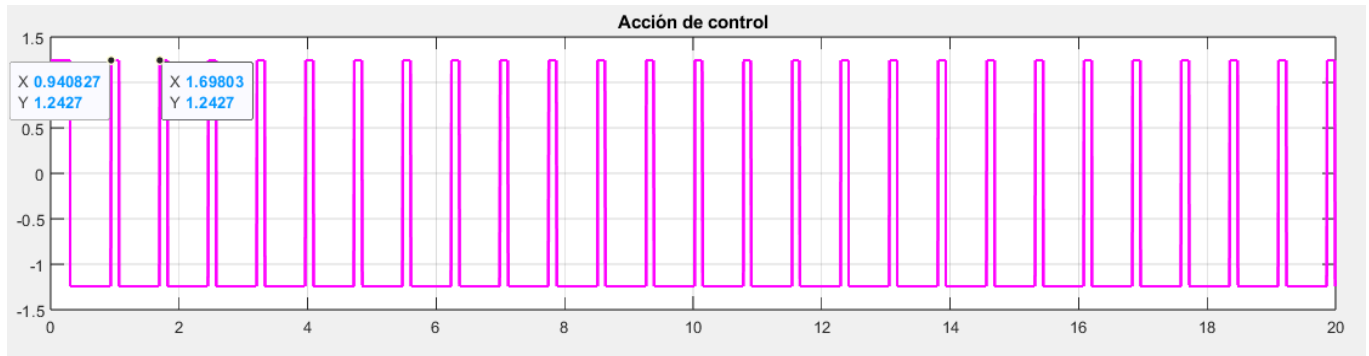
Se observa cómo fluctúa la salida conforme alcanza el tiempo de establecimiento, esta fluctuación puede ser tolerada o no, dependiendo de los requerimientos y del sistema físico a controlar.

Con $T = K_c \cdot K/10$:

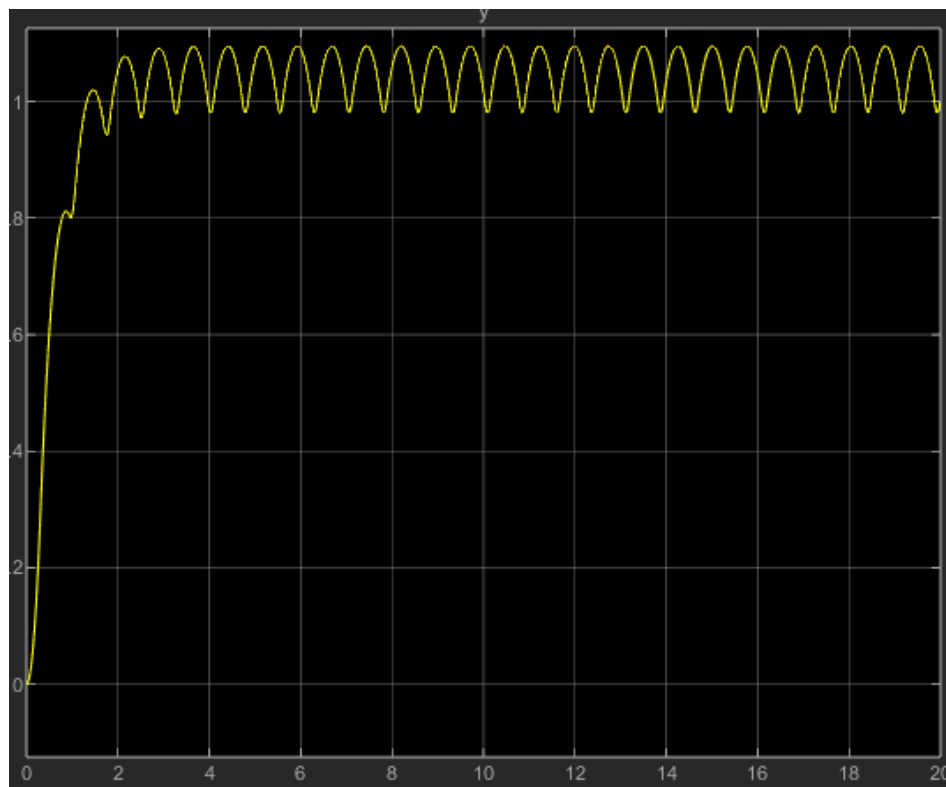
La ganancia es 10 veces menor a la ganancia total, quedando su módulo 0.0028703



El período de la acción de control es $T = 0.7572 \text{ [s]}$ y su frecuencia $f = 1.32 \text{ [Hz]}$

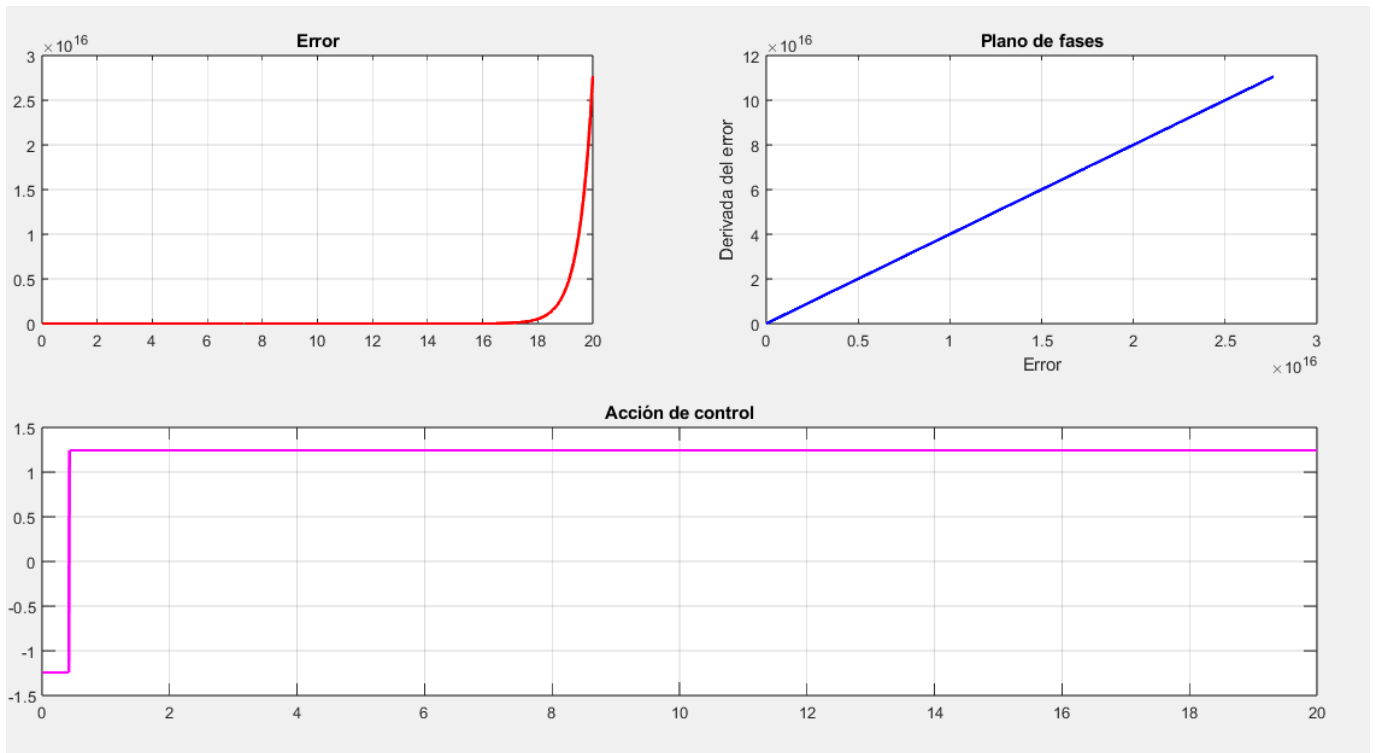


El sistema tardará aún más tiempo en conmutar, que en el caso anterior, generando una variación en la amplitud del ciclo límite en el error. Y la salida simulada, tendrá más fluctuaciones que en el caso anterior, quedando:



Con $T = K_c \cdot K$:

El sistema se vuelve inestable, provocando que el error tienda a infinito, debido a que la acción de control se conmuta una sola vez y no vuelve a hacerlo, generando una acción de control constante y aparejado un error creciente.



La salida queda:

